МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ О.Г. Локтионова
«20» 02 2026 г.

ТЕХНОЛОГИИ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ

Методические указания по практическим занятиям и лабораторным работам для студентов направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»

Курск 2026

УДК 004.7

Составитель Д.О. Бобынцев

Рецензент: к.т.н., доцент Конаныхина Т.Н.

Технологии широкополосной цифровой связи: методические указания к практическим занятиям и лабораторным работам / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Д.О. Бобынцев. Курск, 2026. – 44 с.

Содержит методические указания по практическим и лабораторным занятиям дисциплины «Технологии широкополосной цифровой связи». Даны теоретические материалы, описание порядка выполнения работ, контрольные вопросы, список литературы. Предназначено для студентов направления подготовки «Информатика и вычислительная техника».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.02.26. Формат 60x84 1/16.
Усл.печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,32. Тираж 100 экз. Заказ. 187 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Лабораторные работы

Все лабораторные работы выполняются в виртуальной лаборатории при помощи специализированного программного обеспечения – Cisco Packet Tracer. Это свободно доступный программный продукт, разработанный и выпускаемый фирмой Cisco Systems в учебных целях.

Cisco Packet Tracer – это симулятор телекоммуникационных сетей, он позволяет строить работоспособные модели сети, настраивать маршрутизаторы и коммутаторы (преимущественно производства фирмы Cisco Systems), в произвольных топологиях с поддержкой разных протоколов. В симуляторе реализованы серии маршрутизаторов Cisco 800, 1800, 1900, 2600, 2800, 2900 и коммутаторов Cisco Catalyst 2950, 2960, 3560, а также межсетевой экран ASA 5505. Беспроводные устройства представлены маршрутизатором Linksys WRT300N, точками доступа и сотовыми вышками. Кроме того, есть серверы DHCP, HTTP, TFTP, FTP, DNS, AAA, SYSLOG, NTP и EMAIL, рабочие станции, различные модули к компьютерам и маршрутизаторам, IP-фоны, смартфоны, хабы, а также облако, эмулирующее глобальные сети. Объединять сетевые устройства можно с помощью различных типов кабелей, таких как прямые и обратные патч-корды, оптические и коаксиальные кабели, последовательные кабели и телефонные пары.

Cisco Packet Tracer позволяет создавать довольно сложные макеты сетей, что зачастую нереально сделать на реальном оборудовании, проверять на работоспособность топологии. Однако, реализованная функциональность устройств ограничена и не предоставляет всех возможностей реального оборудования, но зато приспособлена для понимания основных концепций устройства вычислительных сетей.

Организация сети с помощью коммутатора

Цель работы: смоделировать сеть на основе концентраторов и коммутаторов Ethernet.

Если в сети появляется более двух компьютеров, то необходимы следующие устройства:

- сетевой концентратор (hub);
- коммутатор (switch).

Для организации сети с помощью коммутатора с использованием Cisco Packet Tracer необходимо:

1. Запустить Cisco Packet Tracer;
2. Пусть в сети будет 4 компьютера. Перетаскиваем 1 компьютер, кликом по нему вызываем мастер настроек и в разделе Desktop – IP Configuration задаём IP адрес вида 192.168.1.N, где N – ваш номер по списку. Аналогично создаем 2-4 компьютеры, которым задаём IP-адреса, отличающиеся только последним числом: N+1, N+2 и N+3 соответственно. В результате должно получиться, как на рис. 1.

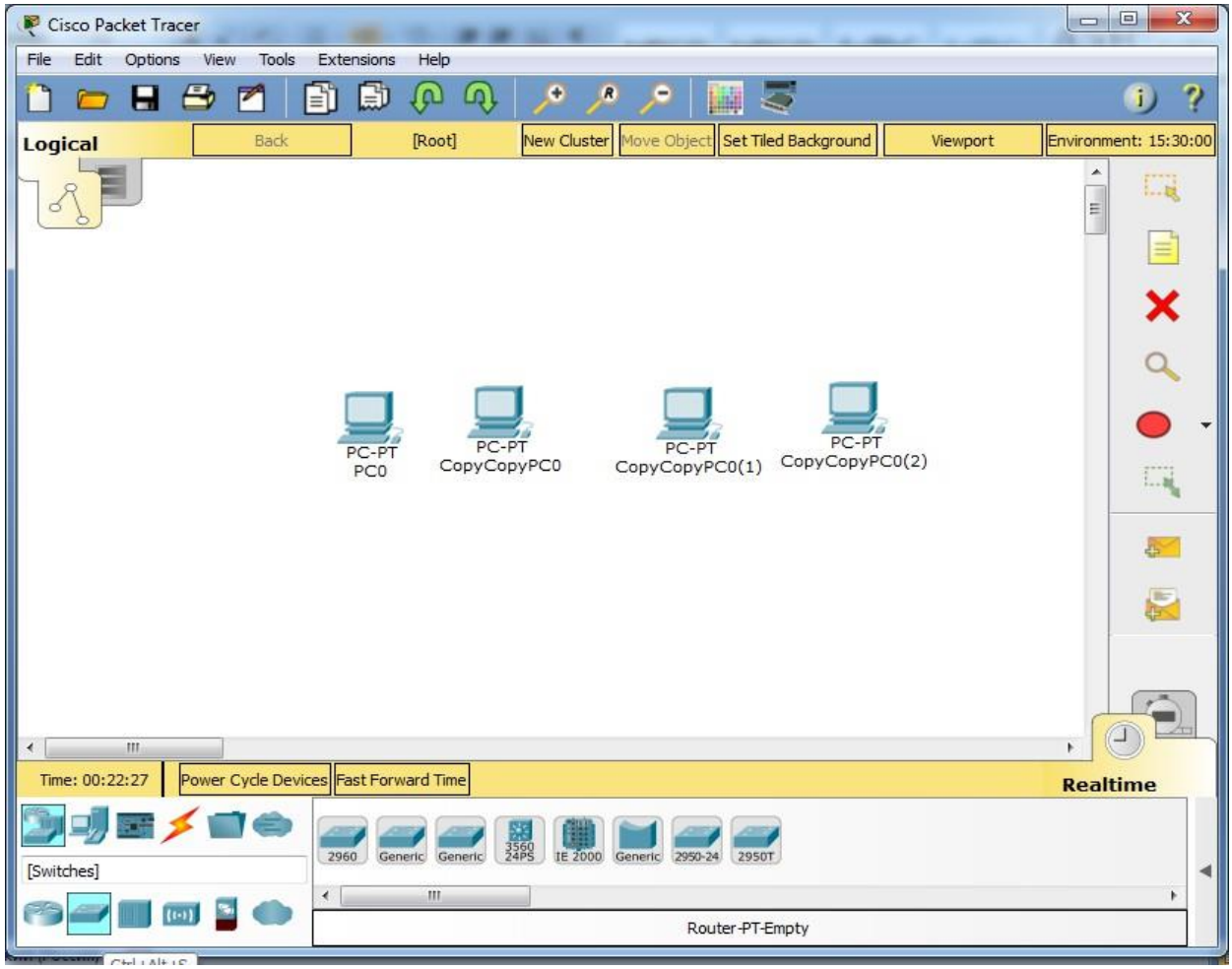


Рисунок 1 – Создание 4 компьютеров

3. Рассмотрим 2 случая.

3.1. В первом выбираем Switches – коммутатор 2960 (рис. 1).

- переходим на вкладку Connections в нижнем левом меню. Выбираем тип кабеля (в нашем случае прямой). И подключаем Fast Ethernet – Fast Ethernet (рис. 2). Если link загорелся зелёным (это может произойти не сразу), значит, наша сеть функционирует;

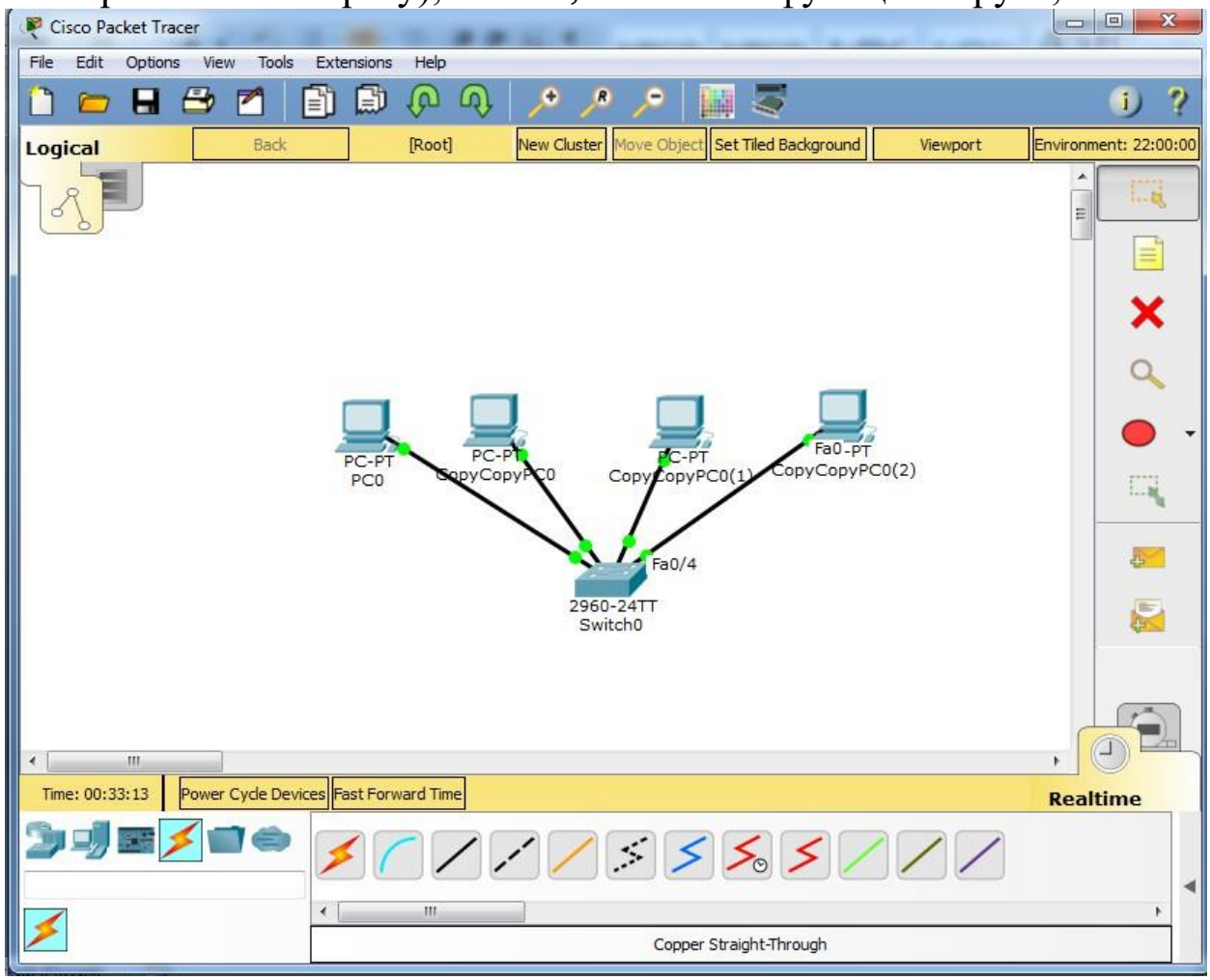


Рисунок 2 – Сеть из 4 компьютеров, соединённая коммутатором

- проверим работоспособность сети: выбираем в мастере настройки любого из компьютеров Desktop – Command Prompt, и прозваниваем остальные компьютеры по их IP-адресам командой ping <IP-адрес вызываемого компьютера>. Если результат, как на рис. 3, значит, связь работает.

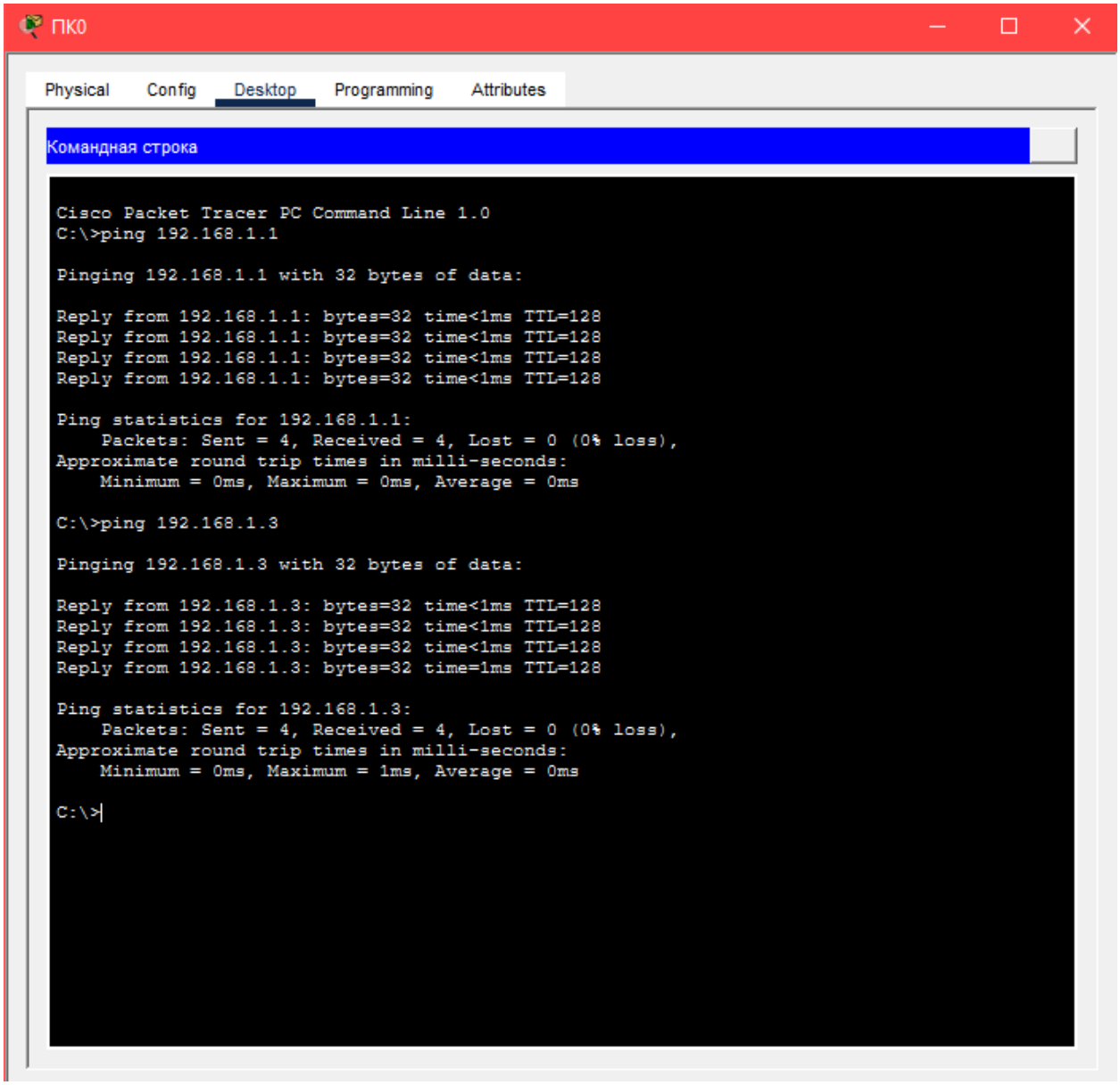


Рисунок 3 – Успешный результат прозвона

3.2. Во втором случае выбираем Hubs вместо Switch.

- переходим на вкладку Connections, выбираем тип кабеля (в этом случае прямой) и подключаем;
- проверяем работоспособность сети.

4. Воспользуемся визуализацией прохождения пакета с помощью функции Add Simple PDU (P). Например, с компьютера 2 передаем пакет на компьютер 3.

5. Затем переходим во вкладку Simulation – Capture/Forward. Результат передачи приведен на рис. 4.

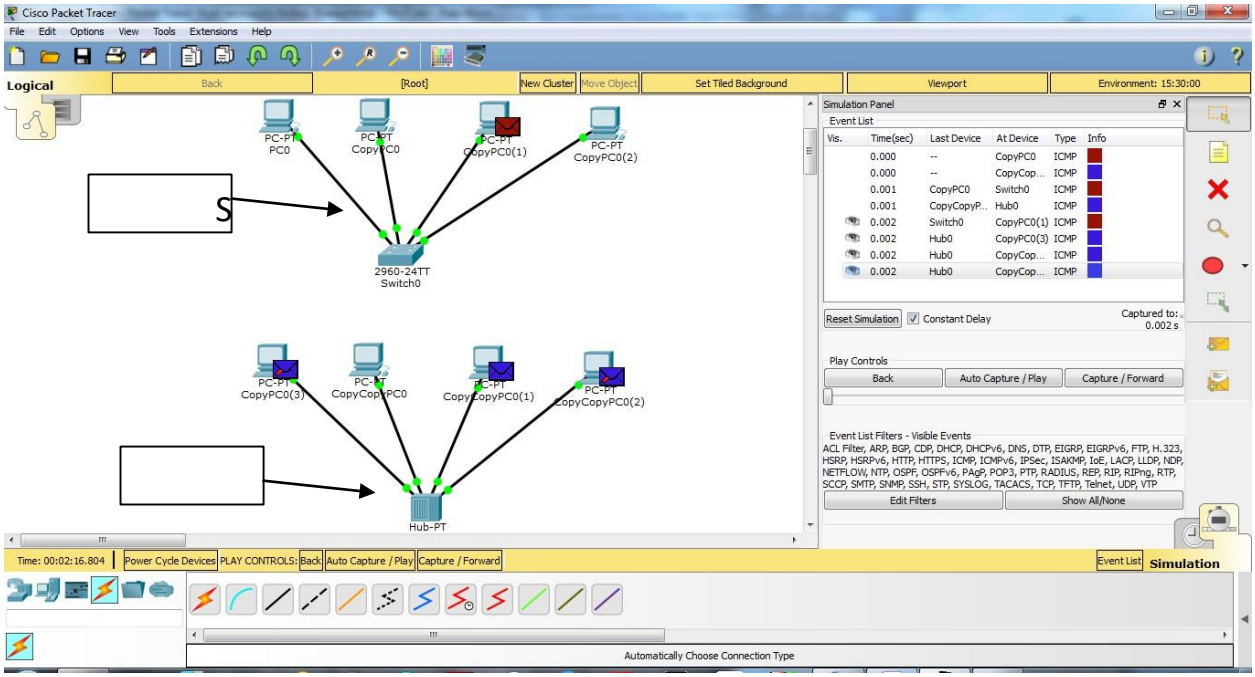


Рисунок 4 – Результат передачи пакета с компьютера 2 на компьютер 3

Результаты работы покажите преподавателю.

Контрольные вопросы

1. Что такое концентратор?
2. Что такое коммутатор?
3. На каких уровнях ЭМВОС работают концентратор и коммутатор?
4. Чем отличается IP-адрес от MAC-адреса?
5. Что такое маска подсети?
6. Что делает команда ping?

Подключение к сетевому оборудованию

Цель работы: познакомиться с методами управления активным сетевым оборудованием.

Ход работы

Известные следующие способы подключения сетевого оборудования:

1. С помощью консольного кабеля.
2. По Telnet/SSH.
3. Web-интерфейс.
4. Специализированное ПО (SDM, IME, CSM).

Для подключения необходимо:

1. Компьютер.
2. Консольный кабель;
3. Переходник USB-to-Com.
4. ПО (Putty/SecureCRT).

Рассмотрим процесс подключения коммутатора в Cisco Packet Tracer:

1. Подключаемся по консоли:

1.1. Запускаем Cisco Packet Tracer.

1.2. В рабочую область добавляем компьютер и коммутатор (2960). И соединяем консольным кабелем (Console) RS 232-Console. В конфигурации компьютера выбираем Terminal.

1.3. В Terminal заходим в привилегированный режим с помощью команды enable.

1.4. Перед настройкой необходимо войти в режим «глобального конфигурирования» с помощью команды configure terminal.

1.5. Для безопасности создадим пароль на вход в привилегированный режим. Набираем enable password parol. Вместо parol вводим свой пароль.

1.6. Однако применение enable password не совсем безопасно. Если ввести show run, то мы увидим строку enable password parol. Для того чтобы это скрыть сделаем следующее:

- набираем команду configure terminal. Затем вводим команду service password-encryption.
- выходим из режима конфигурации и вводим команду show run. Как видно из рис.1, пароль зашифрован

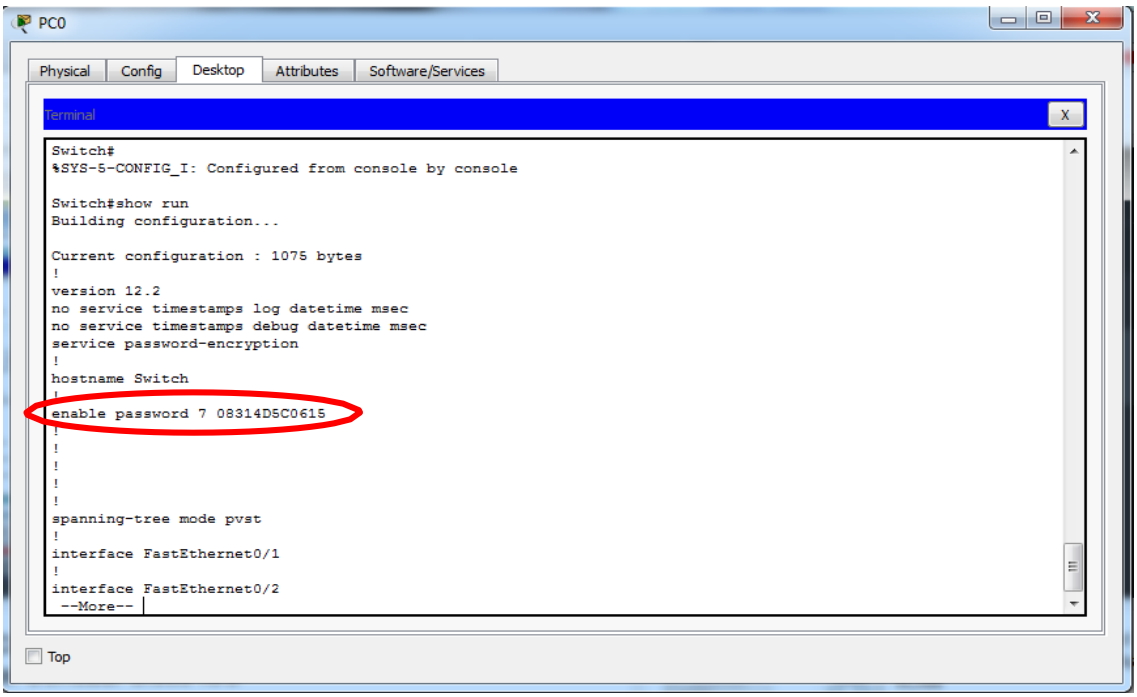


Рисунок 1 – Пароль на привилегированный режим с помощью команды enable secret

1.7. Второй способ задания пароля:

- заходим в режим «глобального конфигурирования», вводим команду enable secret parol2;
- затем выходим из режима конфигурации и вводим команду show run, на рис. 2 видно, что наш второй пароль также зашифрован. При этом приоритет имеет именно этот пароль.

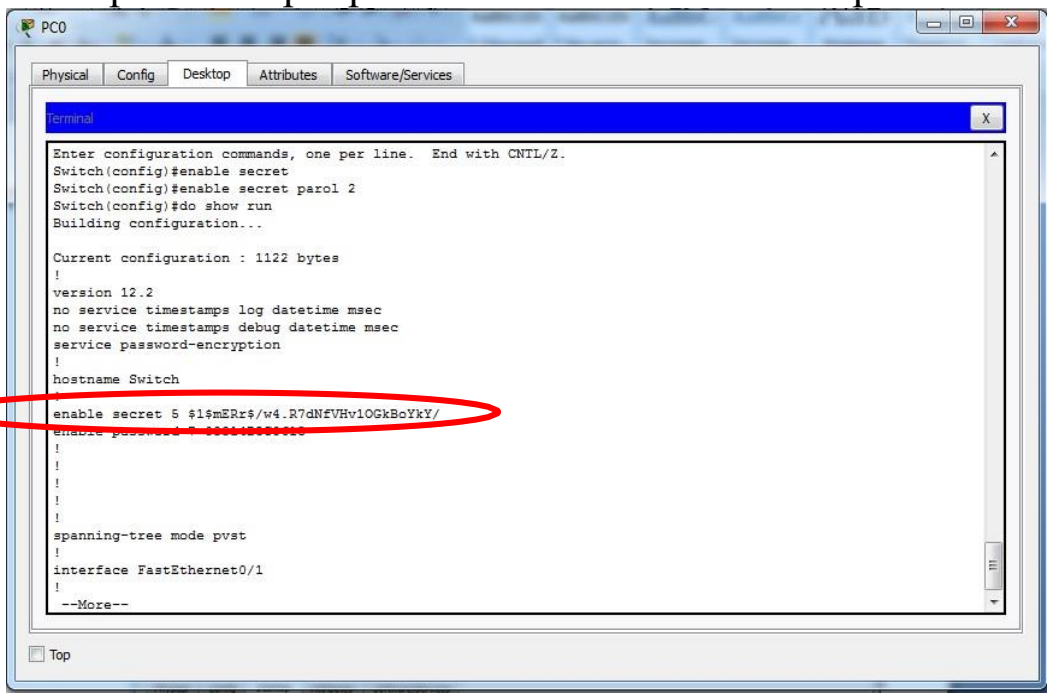


Рисунок 2 – Пароль на привилегированный режим с помощью команды enable password

2. Создадим пользователя.

2.1. Заходим в привилегированный режим «глобального конфигурирования».

2.2. Вводим команду username admin privilege. Выводится значение от 0 до 15. При 15 пользователю доступны все команды. Здесь admin – имя пользователя. Затем вводим команду username admin 15 password parol. Здесь parol – пароль. Локальный пользователь создан;

3. Установим авторизацию на подключение к консоли:

3.1. Заходим в режим «конфигурирования терминальных линий». В режиме «глобального конфигурирования» набираем команду line console 0.

3.2. Набираем команду login local.

3.3. Выходим из всех режимов конфигурации с помощью команды end. Теперь при попытке входа в консоль требуется ввести имя пользователя и пароль, вводим их. Доступ к консоли защищен.

4. Задаем IP адрес устройства.

4.1. Заходим в режим «глобального конфигурирования». Вводим команду interface Vlan1.

4.2. Набираем команду ip address 192.168.1.1 255.255.255.0. Здесь 192.168.1.1 – IP адрес, 255.255.255.0 – маска подсети для того, чтобы убедиться, что интерфейс поднят набираем команду no shutdown.

4.3. Выходим из режима конфигурирования интерфейса с помощью команды end.

5. Настроим виртуальные терминальные линии;

5.1. Заходим в режим глобального конфигурирования. Набираем команду line vty 0 4.

5.2. Определим транспортный протокол. Введем команду transport input telnet;

Создадим пароль на вход с помощью команды login local.

5.3. Выходим из режима конфигурирования и сохраняем конфигурации write memory.

6. Конфигурация сохранена. Чтобы проверить выполним следующие действия:

6.1. Для этого в Cisco Packet Tracer подключим компьютер прямым кабелем с коммутатором по FastEthernet.

6.2. Сконфигурируем IP адрес из той же сети, что и IP адрес нашего коммутатора. В настройках компьютера в IP адресе введем 192.168.1.2.

6.3. В командной строке вызовем команду telnet 192.168.1.1 с адресом коммутатора.

6.4. Коммутатор запросил имя пользователя и пароль (Username – admin, password – parol). Таким образом, мы зашли удаленно на наш коммутатор.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете способы подключения сетевого оборудования?
2. Что понимается под привилегированным режимом терминала в Cisco Packet Tracer?
3. Что делает команда service password-encryption?
4. Что делает команда enable password?
5. Что делает команда line vty?

Использование технологии Virtual local area network

Цель работы: освоить построение сети, состоящей из двух независимых виртуальных подсетей.

О виртуальных локальных сетях

Иногда ситуация вынуждает развести большую сетевую инфраструктуру на несколько малых автономных подсетей. VLAN – это технология, которая дает возможность выстроить такую виртуальную сеть, которая будет независима от физических устройств. С ее помощью сотрудники, работающие в разных зданиях, могут подключаться к порту одного коммутатора или сразу к нескольким. По сути, это виртуальная локальная сеть, которая выглядит как группа хостов, взаимодействующих так, словно они подключены к широковещательному домену. VLAN обладает теми же свойствами, что и классическая физическая локальная сеть, но при этом дает возможность объединять устройства, не имея прямого физического доступа.

Элементы локальной сети объединяются при помощи сетевых коммутаторов. Как правило, все устройства, присоединенные к одному коммутатору, способны взаимодействовать друг с другом через обмен сетевыми пакетами. Любой компьютер в сети может отправить широковещательный пакет, который будет получен всеми устройствами в этой сети. Виртуальная сеть – это возможность слышать друг друга для участников сети. Однако избыток широковещательных пакетов, исходящих от различных устройств, может привести к ухудшению эффективности сети. Это происходит по причине того, что коммутаторы тратят время на обработку данных, направленных ко всем устройствам одновременно. Для уменьшения воздействия таких рассылок на производительность сети ее разбивают на изолированные сегменты. В этом случае каждый широковещательный пакет распространяется только в пределах своего сегмента.

Снизить общую нагрузку на сеть можно через присоединение различных сегментов к отдельным физическим коммутаторам, не связанным друг с другом. Также это можно сделать, объединив их через роутеры, которые не пропускают широковещательные рассылки. К примеру, можно взять 7 изолированных сегментов сети, каждый из которых связан с отдельным физическим коммутатором.

После чего налаживается взаимодействие между ними через маршрутизаторы. Так сеть будет работать более надежно.

В отсутствие VLAN любая широковещательная рассылка, инициированная хостом A, будет проникать во все устройства в сети. Каждое устройство должно будет принимать и обрабатывать широковещательные кадры, что увеличивает нагрузку на ЦП каждого устройства и ставит под угрозу общую безопасность сети. Когда интерфейсы на обоих коммутаторах помещаются в отдельный виланный сегмент, широковещательная рассылка от хоста A будет достигать только устройств, присутствующих в одной и той же VLAN. Это связано с тем, что каждая VLAN представляет собой отдельный широковещательный домен. Хосты, расположенные в других сетях VLAN, не будут обращать внимания на произошедшую коммуникацию.

Преимущества VLAN

Возможности создания виртуальной сети, позволяют индивидуально настраивать конфигурацию сетевой инфраструктуры под конкретные нужды компании. С их помощью можно как объединять компьютеры в единые группы, так и, наоборот, разделять отделы друг от друга. Еще одно назначение виртуальной сети – отделять гостевой трафик от корпоративного, исключая нежелательный доступ к важным данным. То есть гости могут подключиться к интернету, но не иметь доступа к внутренней сети предприятия.

Плюсы сети VLAN:

1. VLAN позволяет формировать сетевую конфигурацию, чья логическая архитектура в значительной степени независима от физической реальности. Иными словами, расположение элементов сети на канальном уровне не обусловлено географией их местоположения, не требует прокладывания кабеля и более гибко в возможностях установки.
2. С помощью VLAN можно разделить один широковещательный домен на несколько. При этом широковещательный трафик одного домена не будет проникать в другой и обратно. Это ведет к уменьшению нагрузки на сетевые устройства, повышая их эффективность.

3. VLAN обеспечивает дополнительную защиту сети и Windows от несанкционированного доступа. На канальном уровне кадры из других VLAN отсекаются коммутатором независимо от IP-адреса, использованного при инкапсуляции пакета.
4. VLAN облегчает применение политик к группам устройств, находящихся внутри одной и той же VLAN. Это способствует эффективному управлению и поддержке сети.
5. С использованием VLAN можно эффективно использовать виртуальные интерфейсы для маршрутизации, что позволяет расширить возможности сетевой инфраструктуры.
6. VLAN существенно упрощает возможность масштабирования сети. Когда компания стремится к расширению и добавляет новые устройства, необходимы гибкие инструменты, которые позволят провести изменения в структуре с минимальными затратами. Виртуальные сети позволяют легко добавить новые элементы сети, что экономит время, деньги и прочие ресурсы.

В данной лабораторной работе рассмотрим две схемы:

1. Схема с одним коммутатором. Для этого выполним следующие действия:
   - создаем VLAN;
   - определяем Access порты.
2. Схема с двумя коммутаторами. Для этого выполним следующие действия:
   - создаем VLAN;
   - определяем Access порты;
   - определяем Trunk порты.

Рассмотрим процесс создания VLAN в Cisco Packet Tracer.

Схема с одним коммутатором:

1. Запускаем Cisco Packet Tracer;
2. Добавляем коммутатор 2960;
3. Добавляем 4 компьютера;
4. Используем прямым кабелем каждый компьютер с коммутатором;
5. Пусть компьютеры PC0, PC1 принадлежат одному сегменту (например, технологи). А PC2 и PC3 принадлежат второму сегменту (например, менеджеры). Выделим каждый сегмент своим

цветом. Для этого выберем функцию Draw и выделим каждый сегмент (например, эллипсом) своим цветом (рис. 1).

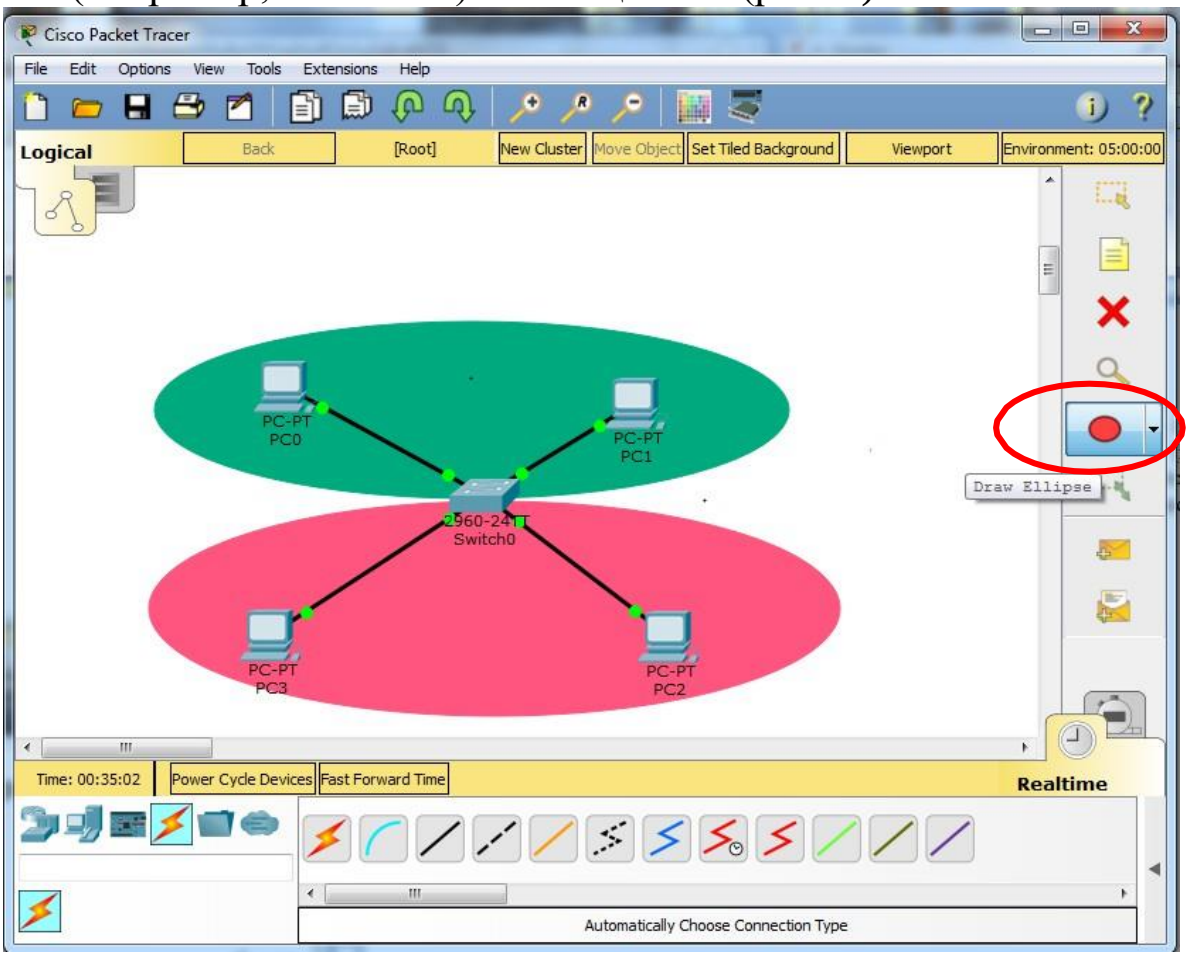


Рисунок 1 – Схема с одним коммутатором

6. Заходим в настройки коммутатора (вкладка CLI). Входим в привилегированный режим, режим глобального конфигурирования:

6.1. На данном этапе необходимо определить VLAN, в котором будут находится данные пользователи. По умолчанию все порты коммутатора находятся в VLAN1, мы определим в другой. Для этого создадим VLAN2 (команда VLAN 2) и дадим имя technologi (команда name technologi). Выходим из режима VLAN;

6.2. Теперь настроим интерфейс. Мы подключили PC0 к порту Fast Ethernet0/1, а PC0 к порту Fast Ethernet0/4. Данные порты необходимо определить в только что созданный VLAN2. Для этого заходим в настройки интерфейса Fast Ethernet0/1 с помощью команды interface Fast Ethernet 0/1. Определяем, что данный порт функционирует в режиме Access (команда switchport mode access), и определяем

VLAN2 (команда switchport access VLAN 2). Аналогично настраиваем порт Fast Ethernet0/4. Выходим из режима конфигурирования. Проделанную работу можно проверить с помощью команды show VLAN или show VLAN brief. Из рис. 2 можно увидеть, что порты Fast Ethernet 0/1 и Fast Ethernet 0/4 определены в VLAN2.

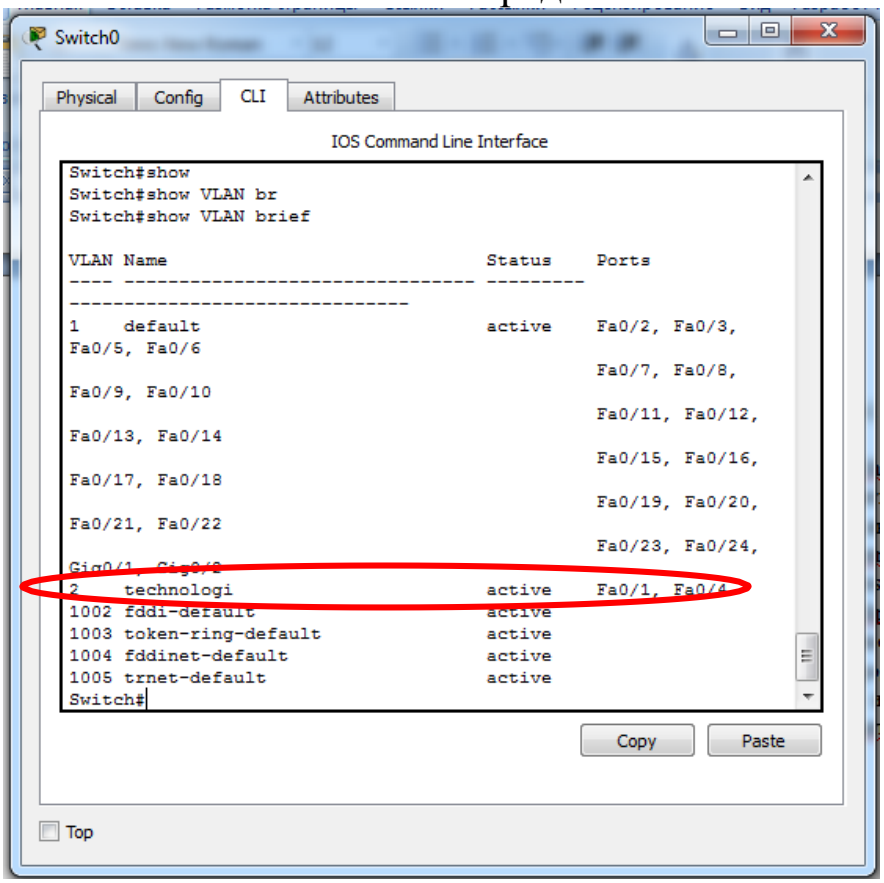


Рисунок 2 – Настройка портов fastEthernet0/1 и fastEthernet0/4

6.3. Выполнить аналогичные действия для сегмента менеджеры в VLAN3 с названием managers. Для нашего случая результат приведен на рис. 3.

6.4. Теперь зададим IP адреса (например, для PC0 зададим 192.168.2.1, для PC1 зададим 192.168.2.2, для PC2 зададим 192.168.3.2, для PC3 зададим 192.168.3.1).

6.5. Проверим. Заходим в Command Prompt для сегмента technologi. Набираем ping 192.168.2.2. Аналогично проведите со вторым сегментом.

Схема с двумя коммутаторами:

1. Создадим еще одну сеть, состоящую из одного коммутатора и 4 компьютеров, соединим два коммутатора перекрестным кабелем к портам GigabitEthernet (рис. 4). Для удобства скопируем первую сеть.

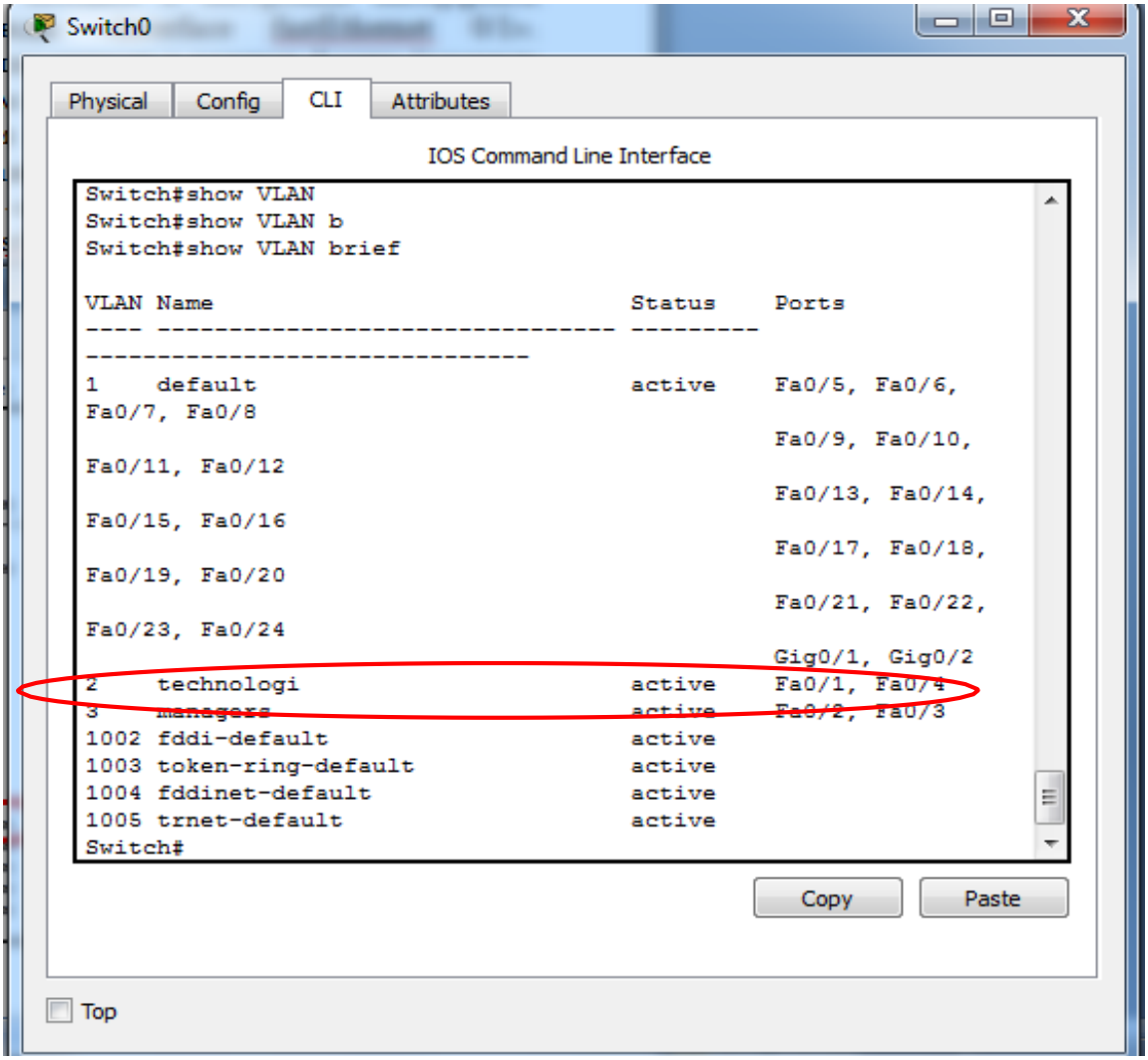


Рисунок 3 – Настройка портов fastEthernet0/2 и fastEthernet0/3

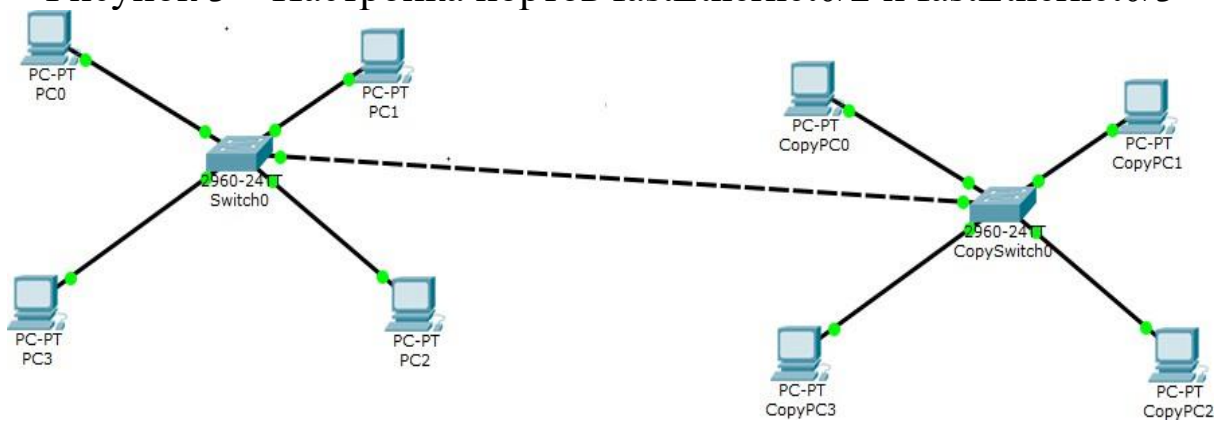


Рисунок 4 – Схема с двумя коммутаторами

2. Добавим IP адреса, для компьютеров CopyPC0 – 192.168.2.3, CopyPC1 – 192.168.2.4, CopyPC3 – 192.168.3.3, CopyPC4 – 192.168.3.4. И объединим их в два сегмента technologi и managers;

3. Настройки для коммутатора сохранены.

4. Настроим Trunk порт:

4.1. Режим конфигурирования. Набираем команду interface gigabitEthernet 0/1, switchport mode trunk. Указываем VLAN, которые мы хотим передавать через наше физическое соединение с помощью команды switchport trunl allowed vlan 2,3.

4.2. Настраиваем Trunk порт для второго коммутатора.

5. Проверьте взаимодействие данных компьютеров.

Контрольные вопросы

1. Что такое VLAN?
2. Как можно снизить общую нагрузку на сеть?
3. Какими преимуществами обладает VLAN?
4. Как происходит соединение сетей с двумя коммутаторами?

Компьютерная сеть с маршрутизатором

Цель работы: освоить построение маршрутизируемой IP-сети.

Типовыми задачами современного маршрутизатора (Router) являются:

- коммутация (если вычислительные узлы подключаются напрямую);
- IP маршрутизация;
- реализация технологии NAT;
- реализация VPN;
- исполнение функций DHCP-сервера;
- создание межсетевого экрана.

Рассмотрим два примера.

Первый случай (рис. 1):

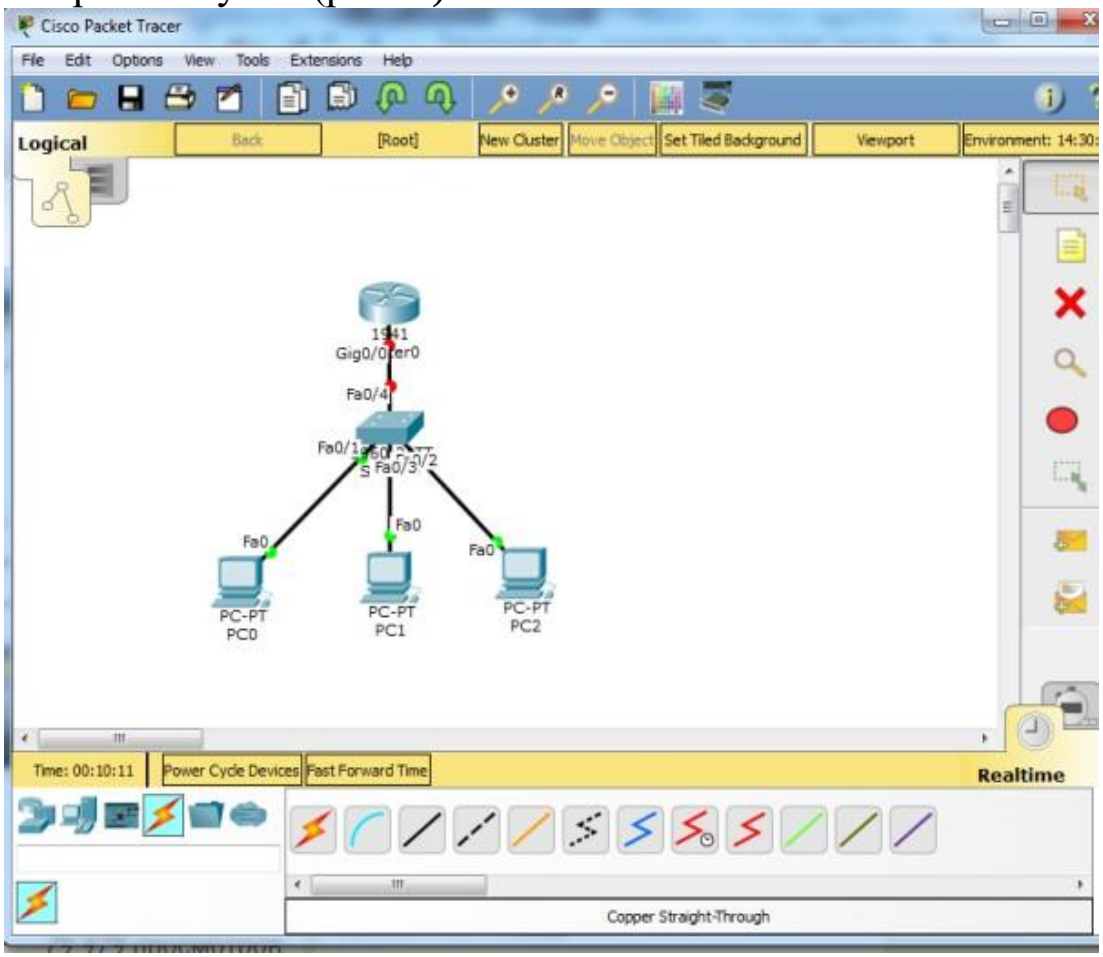


Рисунок 1

1. Запускаем Cisco Packet Tracer;

2. Создадим три компьютера, один коммутатор 2960 и маршрутизатор (рис. 1). Пусть будет три сегмента VLAN2, VLAN3 и VLAN4.

3. Настроим коммутатор в режиме глобального конфигурирования.

3.1. Создадим VLAN2, VLAN3 и VLAN4 и назначим им имена;

3.2. Определяем компьютеры в соответствующий интерфейс. Компьютер PC0 подключен к интерфейсу fastEthernet 0/1, PC1 к fastEthernet 0/2, PC1 к fastEthernet 0/3. Настройте интерфейсы с помощью команд interface fastEthernet 0/1, switchport mode access, switchport access vlan 2. Аналогично для оставшихся VLAN3 и VLAN4.

3.3. Настройте trunk порт, который идет до маршрутизатора (в нашем случае порт коммутатора fastEthernet 0/4).

4. Настроим маршрутизатор:

4.1. Заходим в CLI.

4.2. Включаем режим глобального конфигурирования.

4.3. Необходимо поднять физический порт (в нашем случае gigabitEthernet 0/0) с помощью команд interface gigabitEthernet 0/0, no shutdown.

5. Т.к. на маршрутизатор приходит три VLAN, необходимо создать подинтерфейсы, которым будут соответствовать свой VLAN с помощью команд interface gigabitEthernet 0/0.2, encapsulation dot1Q 2, и зададим IP адрес 192.168.2.1 255.255.255.0, no shutdown. Аналогично сделайте для VLAN 3 и 4. Сохраните.

6. Настройте компьютеры. Например, в нашем случае для PC0 IP адрес 192.168.2.2, маска 255.255.255.0 и шлюз 192.168.2.1. Аналогично для остальных компьютеров.

7. Проверьте соединение.

Теперь перейдём ко второму случаю (рис. 2):

1. Добавим 4 компьютера, 3 коммутатора 2960, один коммутатор третьего уровня, один маршрутизатор и 2 сервера;

2. Наши компьютеры PC0 и PC2 находятся в VLAN 2, PC1 и PC3 в VLAN 3, сервера находятся в своем выделенном VLAN 4;

3. Настройте коммутаторы Switch0, Switch1 и Switch3.

4. Присвойте компьютерам IP адреса: PC0 – 192.168.22.2, PC2 – 192.168.22.3, PC1 – 192.168.33.2, PC3 – 192.168.33.3, для серверов 192.168.44.2 и 192.168.44.3.

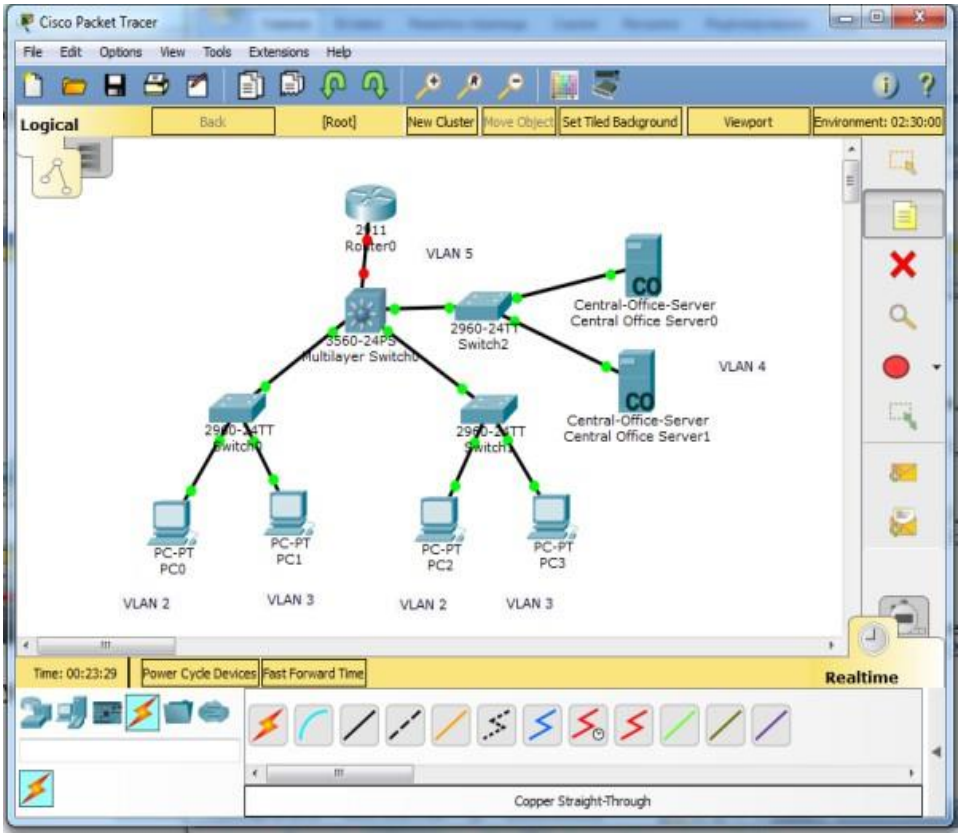


Рисунок 2

5. Настройте коммутатор L3.

6. Создайте VLAN 5.

7. Настройте коммутатор L3 для данного сегмента. Поднимите виртуальный интерфейс с помощью команд ip address 192.168.55.2 255.255.255.0, no shutdown.

8. Порт gigabitEthernet 0/1 определите, как access порт.

9. Настроим маршрутизатор:

9.1. Режим глобального конфигурирования.

9.2. Поднимите физический интерфейс (в нашем случае gigabitEthernet 0/0). И задаем IP адрес ip address 192.168.55.1 255.255.255.0.

10. Проверьте сеть.

Контрольные вопросы

1. Что такое маршрутизатор?
2. На каком уровне ЭМВОС работает маршрутизатор?
3. Какова основная функция маршрутизатора?
4. Какие ещё функции может выполнять маршрутизатор?
5. Чем отличается статическая маршрутизация от динамической?

Практические занятия

Монтаж кабеля для подключения устройств к сетям широкополосного доступа на основе витой пары

Цель работы: подготовить кабель на основе витой пары к эксплуатации в сетях широкополосного доступа.

Для кого-то будет открытием, что по кабелю передаются не биты и байты, хотя технику мы называем цифровой. На самом деле, в проводе нет никакой информации, а только напряжение. Один компьютер задает вопрос, другой отвечает, и все это происходит с помощью передачи вольтажа через витые пары.

Для передачи информации компьютер делит ее на биты. Затем они шифруются в двоичную систему и передаются по кабелю. В это время информация выглядит как простые электрические импульсы разной длительности (частоты) и с разным вольтажом. При этом, передаются два сигнала: один с положительным напряжением, другой – с отрицательным. Принимая сигнал, дешифратор складывает напряжения и в сумме получает ноль. Таким образом, зная вольтаж, длительность импульса и разницу напряжений, сетевая карта понимает, какой код ей посылает собеседница.

Кабель витой пары применяется для передачи цифрового сигнала в IP-сетях, телекоммуникациях, системах видеонаблюдения. Скрученные попарно жилы обеспечивают дополнительную защиту данных от электромагнитных помех и перекрёстных наводок.

Различают два типа витых пар в структурированных сетях – FTP и UTP. Разберем особенности, преимущества и недостатки каждого типа, чтобы помочь вам сделать выбор.

Foiled Twisted Pair (FTP) – это кабель с фольгированным экраном, применяемый в условиях с сильными помехами. Он особенно актуален в промышленности, на объектах с повышенным электромагнитным фоном и при высоких требованиях к скорости передачи данных.

Экранирование уменьшает затухание сигнала и защищает его от искажений. Существует несколько вариантов конструкции:

- U – экранирование каждой пары;

- F – фольга вокруг каждой пары и общий экран;

- S – общая оплётка и фольга на каждой паре.

Важно обеспечить надёжное заземление через коннекторы или патч-панели, чтобы сохранить эффективность защиты.

FTP чаще всего используется в категориях 6, 7 и 8 — для высокочастотных сигналов и скорости передачи до 40 Гбит/с.

Преимущества:

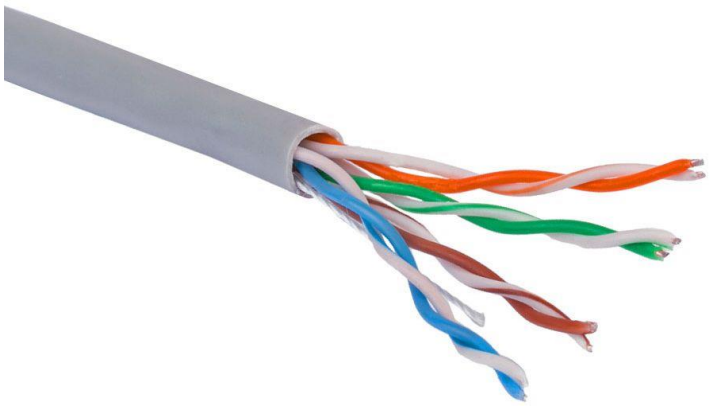
- высокая степень защиты;
- поддержка частот до 2000 МГц;
- стабильная работа в сложных условиях;
- подходит для сетей защиты и промышленных объектов.

Недостатки:

- высокая стоимость;

- меньшая гибкость;
- чувствительность к повреждениям;
- необходимость соблюдения условий монтажа.

Unshielded Twisted Pair – это неэкранированный кабель, который часто применяется в жилых и офисных помещениях. Его используют при организации Ethernet-сетей внутри зданий, видеонаблюдения и связи.



Из-за отсутствия экрана он более подвержен внешним помехам и ограничен по дальности и частоте сигнала. Обычно встречается в категориях от 1 до 5.

Преимущества:

- низкая цена;
- простота установки;
- высокая гибкость;
- небольшой вес.

Недостатки:

- отсутствие экранирования;
- меньшая устойчивость к помехам;
- ограниченные технические характеристики.

FTP или UTP? Выбор зависит от условий эксплуатации. При сильных помехах и высоких скоростях лучше использовать FTP. Если задача не требует высокой защиты и важна экономия, подойдёт UTP.

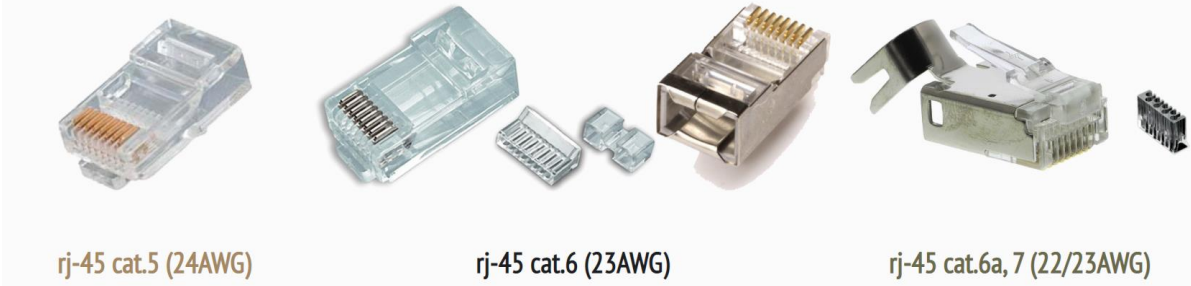
Витая пара бывает одножильная и многожильная. Провод с цельными жилами подходит для разводки сети по стенам, в кабель-каналах или для организации длинных трасс. Физические и электрические свойства цельного медного провода лучше, чем у много-

жилки. В основном это прочность и помехоустойчивость. Многожильный провод применяется для сборки заводских патч-кордов. Его свойств достаточно для передачи информации между устройствами на небольшом (до 5 м) расстоянии. Он хорошо принимает форму и устойчив к изломам.

Несмотря на стандарты в Cat. 5e, производители могут выпускать провода с **двумя парами** вместо четырех. Количество пар играет роль в сетях со скоростью выше 100 Мбит/с. Учитываем этот момент и берем полноценный кабель со всеми парами, чтобы потом спокойно переключиться на высокоскоростной тариф, подключить видеонаблюдение и смотреть фильмы в 4К без проблем с пропускной способностью.

Качественная витая пара должна защищаться толстой, но мягкой оболочкой. Тогда провод будет легче свернуть, направить в кабель-канале, а еще он не перетрется и будет уверенно держаться в клипсе сетевого разъема. Хорошая изоляция — это также защита от потери сигнала на больших расстояниях, где полимерное покрытие проводника работает как электромагнитный диэлектрик.

Registered Jack — стандартизированный разъем. Как и витая пара, коннектор имеет разные категории и уровни качества.



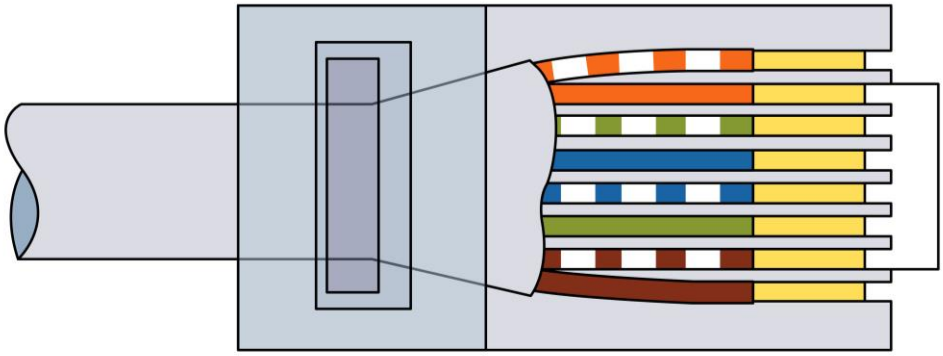
Для каждого типа витой пары применяется свой разъем. Для проводов **Cat. 5** и **5e** используют первый вариант (см. изображение выше). Он знаком каждому пользователю и способен переварить толщину проводников до 24 AWG. Более ничем не примечателен.

`Для построения экранированных сетей используется джек **Cat. 6**. Он может зажимать провода до 23 AWG, а также имеет металлический корпус, который соединяется с фольгой в проводе и создает единый помехоустойчивый контур между устройствами.

Соответственно, для проводов высших категорий есть другие коннекторы. Но это серверный уровень и домашний пользователь вряд ли столкнется даже с коннекторами типа **6а**.

Пригодность разъема для разного типа проводов диктуется не только размерами клипсы, что удерживает провод в разъеме, но и типами ножей, которые пробивают оболочку каждого провода в паре и соединяются с медью. А еще качеством позолоты контактов.

Для приема и передачи данных в проводе используется два способа расположения витых пар в коннекторах. Это прямой и перекрестный обжим. Для современных сетевых устройств нет разницы в распиновке, потому что устройства умеют делать это автоматически на уровне разъема. Поэтому в основном используется прямой обжим и соответствующая ему распиновка пар:



В соединениях до 100 Мбит/с данные передаются только двумя парами: одна занимается отправкой сигнала (называют TX), другая приемом (RX). То есть, Transfer и Receive. Причем в каждой паре оба провода работают в одном направлении. Только по одному бежит положительное напряжение, а в другом — отрицательное. Это мы разобрали в начале статьи. Остальные пары задействуются под нужды PoE (подключение IP-камер), телевидения или телефонии. Для работы высокоскоростных линий задействуют все четыре пары.

Провода обозначают стандартными цветами, где каждая пара имеет свой основной цвет. Это сделано для удобства, так как прозванивать восемь одноликих проводов при каждом обжиме —занятие утомительное. Физической разницы между парами нет, главное, чтобы провод был обжат одинаково с обоих концов.

По проводу передаются электрические импульсы с высокой частотой. В самом начале эти импульсы сильные и отчетливые, а к

концу провода их амплитуда снижается. Это называется затуханием сигнала или «вносимыми потерями». Отношение силы выходного сигнала в начале провода к силе входного сигнала в конце измеряют в децибелах. Чем выше разница, тем хуже качество сигнала. Обычно сигнал портится на больших расстояниях, если спецификации витой пары не соответствуют заявленным или нарушаются правила построения сетей. Немалую роль в качестве сигнала играет материал проводников, их правильный обжим в коннекторе, а также защита от собственных и внешних наводок.

Как сократить потери сигнала на длинных трассах:

- Использовать провод с медными парами большого диаметра (AWG 22-23);
- Подобрать провод с толстой оболочкой, которая обладает лучшими диэлектрическими свойствами;
- Использовать провода из серебра (да, такое тоже бывает);
- Включить в трассу усилитель сигнала.

То есть, если нужно передать сигнал на очень большое расстояние, то без репитера это не получится. Принцип работы такой же, как и у повторителя для WiFi: берется редуцированный сигнал, преобразуется в исходный по мощности и отправляется следующей станции или адресату. Для этого есть специальные устройства — экстендеры Ethernet. Или роутер (он же свитч). То есть, если сигнал тухнет через каждые 100 метров, то можно переподключать линию на свитчах и передавать сигнал дальше. Но это в теории.

На практике сигнал в витой паре перемешивается с различными помехами. Это сигналы сотовой сети, радиосигнал роутера, высокочастотные волны от микроволновой печи и даже низкочастотный шум от двигателя автомобиля. Помимо этих явлений есть и внутренние, когда одна пара вносит паразитные сигналы в другую пару и возникают перекрестные помехи.

От внешних воздействий на сигнал провод защищают алюминиевой фольгой. В зависимости от типа и категории провода, такая фольга может защищать каждую пару отдельно или весь провод целиком. Для защиты от сильных помех также используют металлическую оплетку.

Порядок обжима витой пары

Для того, чтобы обжать витую пару, необходимо срезать внешнюю изоляцию примерно на 1 см – обычно этого достаточно, чтобы

довести её провода до конца коннектора, и при этом внешняя изоляция частично входила в коннектор, защищая провода от повреждений о края коннектора.

Всю работу можно сделать при помощи специальных обжимных клещей, которые имеют не только гнёзда для непосредственно обжатия коннекторов, но и специальные лезвия для работы с проводами.

После того, как провода будут освобождены от внешней изоляции, их необходимо расплести, выровнять и расположить в ряд в соответствии с приведенной выше распиновкой. Собственную изоляцию проводов резать не нужно – медные контакты, торчащие из кончика коннектора, выполнены в виде зубчатых ножей, которые при обжатии сами прорежут изоляцию проводов и установят физический контакт с медными жилками.

Удерживая провода в построенном в ряд состоянии одной рукой, вставьте их в коннектор. Если вы перед этим свели провода максимально плотно друг к другу, то они должны свободно войти в предназначенные им дорожки коннектора. Убедитесь, что все провода достали до конца коннектора.

Пока вы не сделали обжатие, то есть не продавили контакты внутрь коннектора, провода ещё можно вытащить, если какой-то провод оказался не в своей дорожке. Внимательно проверьте ещё раз соответствие распиновке. Если всё верно, вставляйте коннектор в соответствующее гнездо обжимных клещей до установленного с одной стороны упора, после чего резко сжимайте клещи до конца. После этого можно вынимать коннектор и проверить, не выпадают ли провода из него? Если провода держатся крепко, и все контакты провалились внутрь, обжатие состоялось.

Чтобы проверить работоспособность провода, его нужно обжать и с другой стороны. При этом необходимо определить правую и левую сторону коннектора, так как теперь будет иметь значение, с какой стороны будет находиться оранжевая пара, с какой коричневая – должно быть одинаково на обоих концах.

Когда провод обжат с обеих сторон, его работоспособность можно проверить специальным LAN-тестером

Тестер последовательно «прозвонит» каждый провод витой пары, в результате чего на обеих секциях индикаторы должны загореться так же последовательно. Если какой-то индикатор на приёмнике не загорелся, значит, физический контакт отсутствует в одном из коннекторов. Если индикаторы загораются одновременно, значит, между соответствующими проводами короткое замыкание. Если порядок загорания нарушен, значит, нарушена распиновка в одном из коннекторов. Во всех трёх случаях провод можно забраковывать. Для этого дефектный коннектор придётся отрезать и обжимать заново.

Задание: получить у преподавателя витую пару, коннекторы, обжимные клещи и LAN-тестер, подготовить провод к эксплуатации и проверить его работоспособность.

Контрольные вопросы

1. Почему провода витой пары попарно скручены?
2. Почему в настоящее для обжима практически всегда подходит прямая схема?
3. Какие вы знаете коннекторы для витой пары?
4. Каковы преимущества и недостатки экранированной витой пары?
5. Какие вы знаете знаки признаки ошибок обжима витой пары, в результате которых провод можно считать непригодным?

Статическая маршрутизация в IP-сетях

Цель работы: освоить построение таблицы маршрутизации.

В процессе организации межсетевого взаимодействия важное место занимает маршрутизация сообщений между отдельными подсетями. При этом под маршрутизацией понимается процесс доставки сообщения из одной подсети в другую. Данная задача может решаться различными способами. При этом, чем сложнее рассматриваемая система, чем больше подсетей ее образуют, тем более нетривиальным является решение задачи доставки сообщений.

Сетевой компонент, выполняющий маршрутизацию пакетов, называется маршрутизатором (**router**). Маршрутизатор может быть реализован на базе компьютера с несколькими сетевыми интерфейсами, на котором установлено специальное программное обеспечение. В этом случае говорят о программном маршрутизаторе. В другом случае маршрутизатор может быть выполнен в виде отдельного сетевого устройства. Разумеется, наиболее эффективным решением является использование специальных аппаратных маршрутизаторов.

В настоящее время лидером на рынке корпоративных маршрутизаторов является компания **Cisco**, предлагающая высокопроизводительные и надежные устройства. В небольших сетях (таких как сеть небольшого офиса или домашняя сеть), использование аппаратного маршрутизатора может быть экономически необоснованно.

Системы Windows Server включают в себя механизмы, позволяющие серверу, находящемуся под ее управлением, выступать в качестве программного маршрутизатора. Эти механизмы реализованы в составе Службы маршрутизации и удаленного доступа (**Routing and Remote Access Service**, RRAS).

Хотя в архитектуре Windows Server основной упор делается на стек протоколов TCP/IP, в состав указанной службы также включена поддержка механизмов маршрутизации стека протоколов **AppleTalk**.

Реализованный в Windows Server механизм маршрутизации может с успехом использоваться для организации межсетевого взаимодействия в вычислительных сетях любого масштаба (в том числе и

для интеграции корпоративной сети в Интернет), а также для организации виртуальных частных сетей (**Virtual Private Network**, VPN).

В межсетевой среде каждая подсеть может быть соединена с произвольным количеством других подсетей посредством маршрутизаторов. Суть процесса маршрутизации сводится к тому, что два хоста, разделенных друг с другом любым произвольным количеством маршрутизаторов (другими словами, находящиеся в разных подсетях), могут взаимодействовать друг с другом.

Всю организацию процесса доставки пакета от одного хоста другому берут на себя маршрутизаторы. Рассмотрим основные принципы, лежащие в основе процесса маршрутизации сообщений.

Сразу оговоримся, что разговор будет идти, прежде всего, о маршрутизации IP-трафика. Подавляющее большинство сетевых служб Windows Server функционирует на базе стека протоколов TCP/IP, получившего широкое распространение именно благодаря простоте организации межсетевого взаимодействия (как известно, самое большое объединение сетей – Интернет, тоже основывается на этом стеке протоколов). Тем не менее, заметим, что в своей основе принципы маршрутизации являются общими для большинства стеков протоколов.

В зависимости от количества вовлеченных получателей стек протоколов TCP/IP поддерживает два способа маршрутизации: одноадресная и многоадресная маршрутизация.

Под одноадресной маршрутизацией понимается процесс передачи сообщений между подсетями, в котором сообщение адресовано только одному заданному получателю. Вся задача маршрутизации в этом случае сводится к доставке пакета получателю и выбору оптимального маршрута из множества возможных.

Понятие таблицы маршрутизации

Отправителя и получателя может разделять произвольное количество маршрутизаторов. При этом процесс передачи сообщения от одного маршрутизатора другому называется "прыжком" (**hop**). Каждый маршрутизатор обладает информацией о структуре сети на расстоянии одного прыжка. Другими словами, маршрутизатор не обладает информацией о точном местоположении требуемого хоста.

В большой сети, да еще и с интенсивно меняющейся структурой (как, например, Интернет), это было бы невозможно. Вместо

этого, маршрутизатор обладает информацией о соседних маршрутизаторах и о том, кому из них необходимо передать сообщение для последующей доставки в той или иной ситуации. Эта информация хранится в специальной таблице, которая носит название таблицы маршрутизации (**routing table**).

Таблицы маршрутизации используются для принятия решения о том, как именно будет доставлено то или иное сообщение. Наличие этих таблиц не является исключительным свойством маршрутизатора. В сети TCP/IP любой хост (даже не являющийся маршрутизатором) может также располагать таблицей маршрутизации, которая используется с целью определения оптимального маршрута передачи сообщений. Так, скажем, если в подсети имеется три маршрутизатора, хост использует таблицу маршрутизации для того, чтобы выбрать из них наиболее оптимальный для доставки сообщения.

Типы записей в таблице маршрутизации

Записи в таблице маршрутизации называются маршрутами. При этом существует три типа маршрутов.

- **Маршрут к хосту, или узловой маршрут** (Host Route). Этот тип маршрута определяет путь доставки пакета, адресованного хосту с конкретным сетевым адресом. Маршруты к хостам обычно используются для создания настраиваемых маршрутов к определенным компьютерам, а также для управления или оптимизации сетевого трафика.
- **Маршрут к сети, или сетевой маршрут** (Network Route). Данный тип маршрута используется для определения способа доставки пакета в подсеть с определенным адресом. Большую часть содержимого таблицы маршрутизации представляют собой маршруты данного типа.
- **Маршрут по умолчанию** (Default Route). Маршрут по умолчанию используется, когда не найдены никакие другие маршруты в таблице маршрутизации. Маршрут по умолчанию используется в ситуации, когда в таблице маршрутизации отсутствует соответствующий маршрут по идентификатору сети или маршрут к хосту по адресу получателя. Маршрут по умолчанию упрощает конфигурацию компьютеров. Вместо конфигурирования компьютера и настройки маршрутов для всех идентификаторов сетей в межсетевой

среде используется одиночный маршрут по умолчанию для пересылки всех пакетов в сеть получателя или по адресу в межсетевой среде, который не был найден в таблице маршрутизации.

Рассмотрим структуру таблицы маршрутизации на следующем примере:

Сеть назначения	**Маска подсети**	**Шлюз**	**Интерфейс**	**Метрика**
0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	fffffffff	1
10.0.0.0	255.255.255.0	10.0.0.1	10.0.0.1	30
10.0.0.1	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	30
10.255.255.255	255.255.255.255	10.0.0.1	10.0.0.1	30
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
224.0.0.0	240.0.0.0	10.0.0.1	10.0.0.1	30
255.255.255.255	255.255.255.255	10.0.0.1	10.0.0.1	1

Каждая запись в таблице маршрутизации (представляющая собой информацию о маршруте) состоит из информационных полей, перечисленных ниже.

- **Сеть назначения** (Network Destination). Данное поле содержит сведения об адресе хоста-получателя пакета или сети, в которой этот хост располагается. Принимая решение о маршрутизации пакета, система просматривает именно это поле. Если в данном поле не будет найдено записи о конкретном адресе сети или хоста, маршрутизатором будет использован маршрут по умолчанию, который обычно отмечается адресом 0.0.0.0.
- **Маска подсети** (Netmask). Это поле в сочетании с предыдущим полем используется для вычисления идентификатора IP-сети.
- **Шлюз** (Gateway). В этом поле указывается адрес, по которому будет должен быть передан согласно данному маршруту. Адрес пересылки может быть аппаратным адресом или адресом в межсетевой среде. В большинстве случаев в этом поле указывается следующий в цепочке маршрутизатор, который должен будет принять решение о дальнейшей маршрутизации сообщения.
- **Интерфейс** (Interface). В этом поле указывается сетевой интерфейс, с которого будет осуществляться передача сообщения согласно данному маршруту. Данное поле необходимо в ситуации,

когда маршрутизатор имеет множество сетевых интерфейсов, подключенных к разным подсетям. Фактически данное поле указывает, в какую именно подсеть необходимо передать сообщение.

- **Метрика** (Metric). Стоимость маршрута, характеризующая меру его предпочтения. Из множества альтернативных маршрутов будет выбран тот, что обладает наименьшей стоимостью (т. е. меньшим значением метрики). Некоторые алгоритмы маршрутизации сохраняют только один маршрут для любого идентификатора сети в таблице маршрутизации, даже когда существует несколько маршрутов. В этом случае метрика используется маршрутизатором, чтобы определить какой именно маршрут необходимо сохранить в таблице маршрутизации.

В зависимости от способа формирования содержимого таблицы маршрутизации различают два вида маршрутизации.

Статическая маршрутизация

Все маршруты прописываются и изменяются администратором системы вручную. Это самый простой способ организации маршрутизации. Однако он подходит только для небольших сетей, изменения в структуре которых происходят достаточно редко. Кроме того, данный способ маршрутизации не годится в случае, когда важно обеспечить высокую надежность межсетевого взаимодействия.

Если один из маршрутов окажется по каким-либо причинам недоступен, администратору необходимо будет вручную изменить таблицу маршрутизации на всех маршрутизаторах в сети. До этого момента межсетевое взаимодействие на отдельных участках сети будет невозможно.

Динамическая маршрутизация

Построение таблицы маршрутизации осуществляется посредством специальных протоколов маршрутизации. Участие администратора в этом процессе минимально и сводится к изначальной конфигурации маршрутизаторов. Два наиболее распространенных протокола IP-маршрутизации, используемых в интрасетях, – протоколы **RIP** (Routing Information Protocol) и **OSPF** (Open Shortest Path First).

Посредством указанных протоколов маршрутизаторы способны информировать друг друга об изменениях в структуре сети. В

случае недоступности одного из маршрутов, маршрутизаторы автоматически перестроят свои таблицы маршрутизации и, при возможности, выберут другой маршрут доставки сообщений.

Статическая маршрутизируемая IP-сеть не использует протоколы маршрутизации, поскольку вся информация о маршрутизации хранится в статической таблице на каждом маршрутизаторе. Чтобы любые два произвольных хоста в сети могли взаимодействовать между собой, каждый маршрутизатор должен иметь такую таблицу маршрутов.

Статическая маршрутизируемая IP-среда лучше всего подходит для небольшой сети с редко изменяющейся структурой, в которой отсутствуют альтернативные маршруты. Статическая маршрутизируемая среда может применяться для:

- сети малого предприятия;
- сети домашнего офиса;
- филиала с одной сетью.

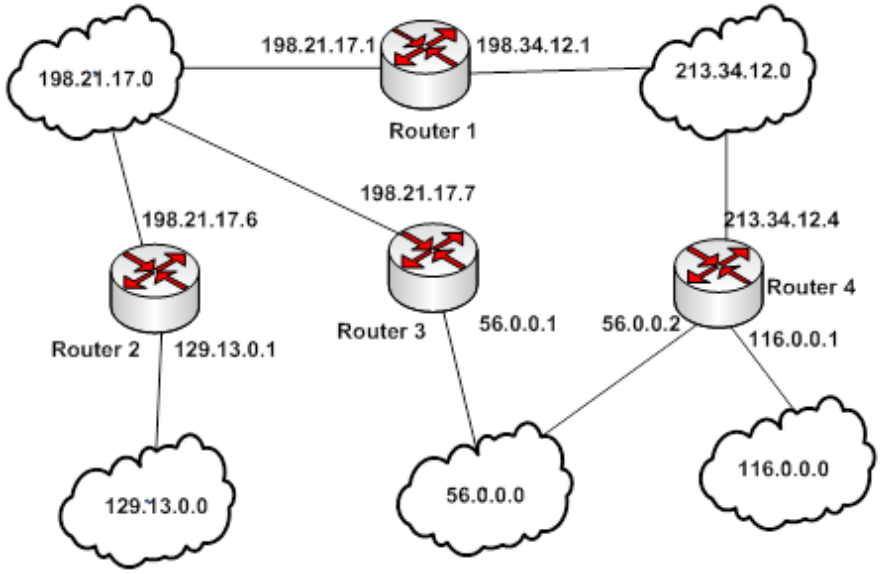
Вместо реализации протокола маршрутизации через узкополосный канал связи, одиночный маршрут по умолчанию на маршрутизаторе филиала гарантирует, что весь трафик, не предназначенный для компьютера в сети филиала, будет направлен в основной офис.

Недостатки статической маршрутизации:

- **Отсутствие отказоустойчивости**. Если в силу каких-либо причин один из маршрутизаторов выходит из строя или становится недоступным коммуникационный канал, статический маршрутизатор не сможет как-то отреагировать на неисправность. Более того, другие маршрутизаторы в сети не будут знать о неисправности и будут продолжать передавать данные по недоступному маршруту. В сетях малого офиса (например, с двумя маршрутизаторами и тремя сетями, соединенными в ЛВС) подобные ситуации могут решаться администратором оперативно. В крупных сетях более предпочтительным оказывается использование специальных протоколов маршрутизации;
- **Непроизводительные административные затраты**. Если добавляется новая подсеть или удаляется из межсетевой среды существующая, маршруты к ней должны быть вручную добавлены или удалены. Если добавляется новый маршрутизатор, то он должен быть правильно сконфигурирован для маршрутизации в межсетевой среде.

Пример построения таблицы маршрутизации

Рассмотрим структуру компьютерной сети, состоящей из 5 подсетей и 4 маршрутизаторов:



Каждая подсеть имеет свой адрес. Маршрутизаторы 1, 2 и 3 имеют подключения к двум подсетям каждый, маршрутизатор 4 подключен к трём подсетям. Рассмотрим маршрутизатор 2. У него задействованы два сетевых интерфейса, имеющие адреса 129.13.0.1 и 198.21.17.6. Как нетрудно заметить по рисунку, первый из них входит в диапазон адресов сети 129.13.0.0, с которой маршрутизатор соединён через этот интерфейс, а второй – в диапазон сети 198.21.17.0. К этим двум подсетям маршрутизатор подключен напрямую, поэтому для них ему не требуется никакой шлюз, поэтому соответствующее поле будет пустым, а вместо метрики будет установлено «Подключен».

В сеть 213.34.12.0 маршрутизатор 2 может послать пакет только через другие маршрутизаторы. Кратчайшим будет путь через маршрутизатор 1. Отправку в этом случае необходимо выполнить с интерфейса 198.21.17.6, и послать на тот интерфейс маршрутизатора 1, которым он подключен к общей с маршрутизатором 2 подсети 198.21.17.0. Поэтому адрес шлюза будет 198.21.17.1, а метрика равна 1, то есть достаточно пройти один маршрутизатор.

Аналогично выбираются интерфейсы и шлюзы для подсетей 56.0.0.0 и 116.0.0.0. Обратите внимание, что маршрутизатор может передать пакет для дальнейшей пересылки только своим соседям, с которыми он подключен к одной подсети – это маршрутизаторы 1 и 3. Поэтому в данном случае есть только 2 варианта адреса шлюза –

198.21.17.1 и 198.21.17.7. В результате получится следующая таблица:

Сетевой адрес	Маска сети	Адрес шлюза	Интерфейс	Метрика
129.13.0.0	255.255.0.0	-	129.13.0.1	подключен
198.21.17.0	255.255.255.0	-	198.21.17.6	подключен
213.34.12.0	255.255.255.0	198.21.17.1	198.21.17.6	1
56.0.0.0	255.0.0.0	198.21.17.7	198.21.17.6	1
116.0.0.0	255.0.0.0	198.21.17.7	198.21.17.6	2
116.0.0.0	255.0.0.0	198.21.17.1	198.21.17.6	2
0.0.0.0	0.0.0.0	198.21.17.7	198.21.17.6	-

Одношаговая маршрутизация обладает еще одним преимуществом – она позволяет сократить объем таблиц маршрутизации в конечных узлах и маршрутизаторах за счет использования в качестве номера сети назначения так называемого маршрута по умолчанию – default (0.0.0.0), который обычно занимает в таблице маршрутизации последнюю строку. Если в таблице маршрутизации есть такая запись, то все пакеты с номерами сетей, которые отсутствуют в таблице маршрутизации, передаются маршрутизатору, указанному в строке default. В нашем случае им назначен маршрутизатор 3, которому принадлежит интерфейс 198.21.17.7. Поэтому маршрутизаторы часто хранят в своих таблицах ограниченную информацию о сетях интерсети, пересылая пакеты для остальных сетей в порт и маршрутизатор, используемые по умолчанию. Подразумевается, что маршрутизатор, используемый по умолчанию, передаст пакет на магистральную сеть, а маршрутизаторы, подключенные к магистрали, имеют полную информацию о составе интерсети.

Задание: составить таблицу маршрутизации для заданных топологий корпоративной сети. Рисунок и маршрутизатор, для которого необходимо составить таблицу, определяется вариантом задания.

Вариант	Рисунок	Номер маршрутизатора
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	1	4
5	1	5
6	2	1
7	2	2
8	2	3
9	2	4

10	2	5
11	2	6
12	2	7
13	3	4
14	3	3
15	3	1

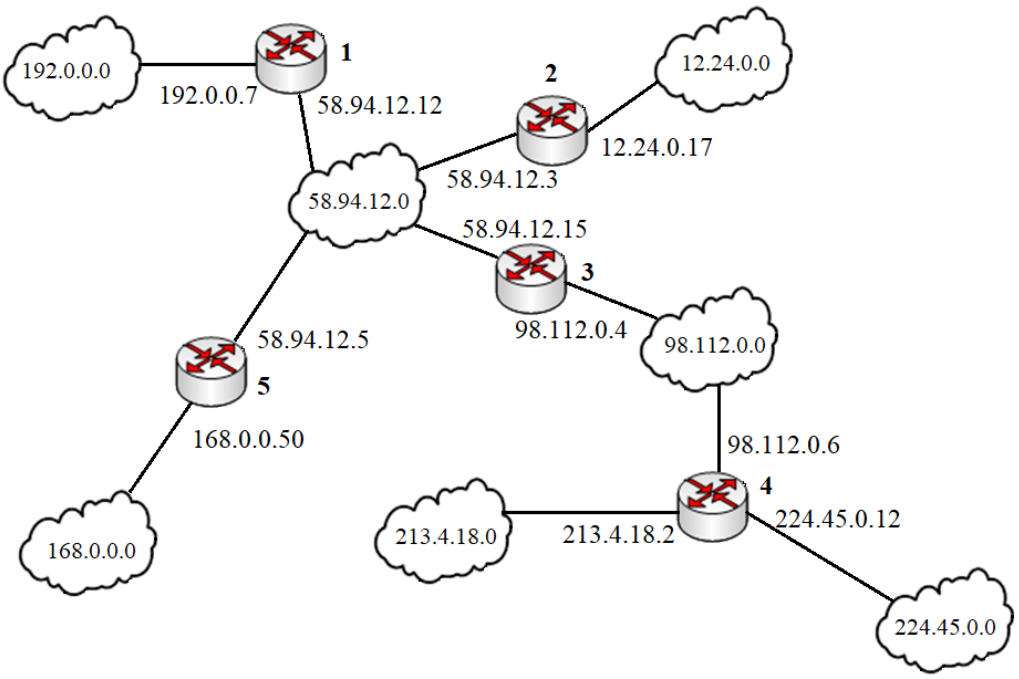


Рисунок 1

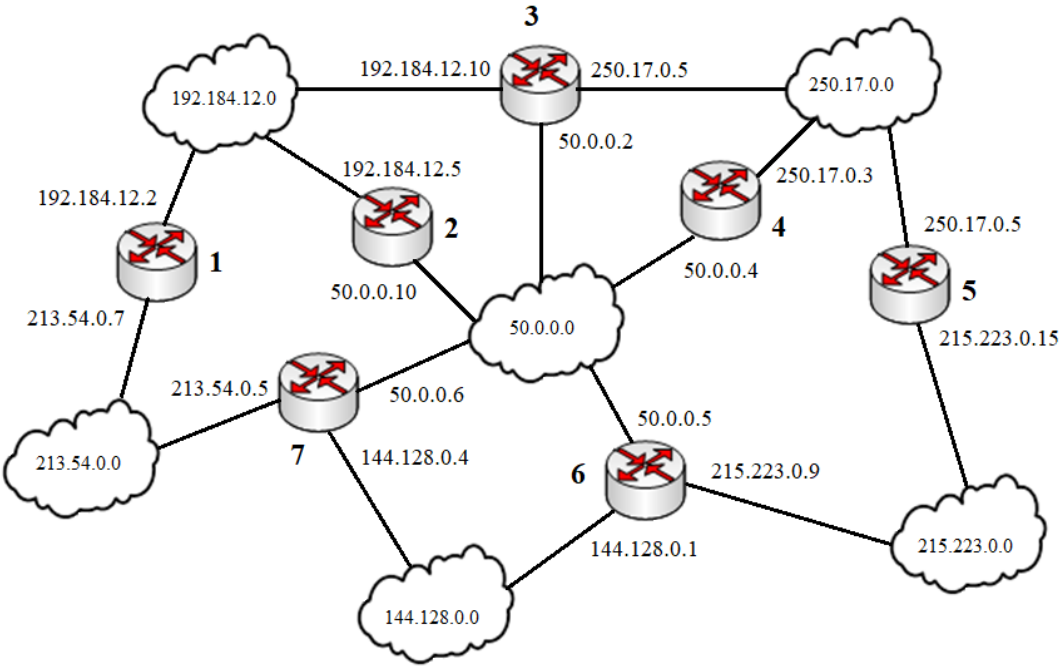


Рисунок 2

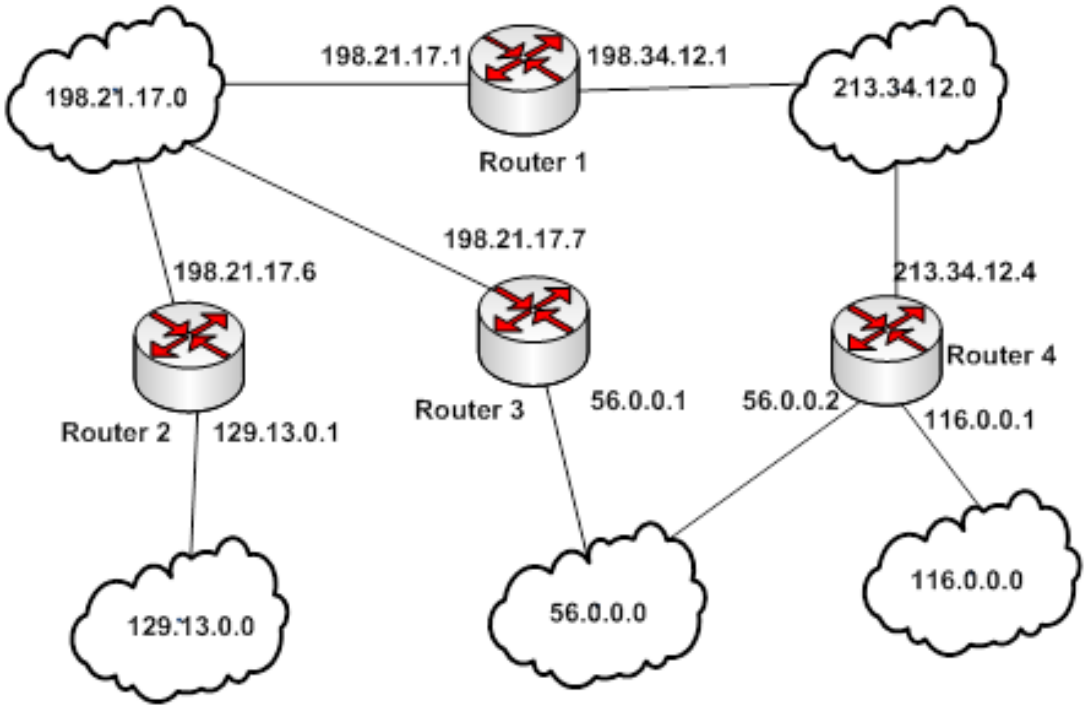


Рисунок 3

Контрольные вопросы

1. Что такое маршрутизация?
2. Чем отличается статическая маршрутизация и от динамической?
3. Поясните физический смысл записи в таблице маршрутизации?
4. Что такое интерфейс в таблице маршрутизации?
5. Что такое адрес шлюза в таблице маршрутизации?
6. Что такое метрика в таблице маршрутизации?

Составление технико-экономического обоснования построения локальной сети предприятия

Цель работы: научиться планировать прокладку сетевой инфраструктуры широкополосного доступа с серверной комнатой по архитектурному плану помещений.

В организациях чаще всего локальные сети прокладываются по проводной технологии с подключением инфраструктуры к магистральным сетям с целью обеспечения широкополосного доступа в Интернет и применением беспроводных технологий.

Для соединения компьютеров в сеть в рамках одного помещения, как правило, используется звездообразная топология сети, предполагающая наличие центрального устройства – коммутатора, к которому подключаются рабочие станции при помощи витой пары.

Подсеть каждого помещения может быть подключена к общему маршрутизатору. Провода при этом для поддержания порядка обычно укладываются в кабельные каналы, которые могут содержаться в плинтусах, либо быть монтированы на стенах. Патч-корды рабочих станций могут подключаться не напрямую к коммутатору, а через специальные розетки, от которых прокладываются провода к центральному устройству.

При проектировании стоит учитывать, что активное сетевое оборудование сейчас, как правило, представляет собой многофункциональные устройства, которые официально называются маршрутизаторами, но могут работать также и коммутаторами, шлюзами, сетевыми экранами и DHCP-серверами, при этом функцию шлюза устройство выполняет, поскольку обладает электромагнитным излучателем и антенной, что позволяет реализовать беспроводное подключение мобильных устройств по технологии WiFi.

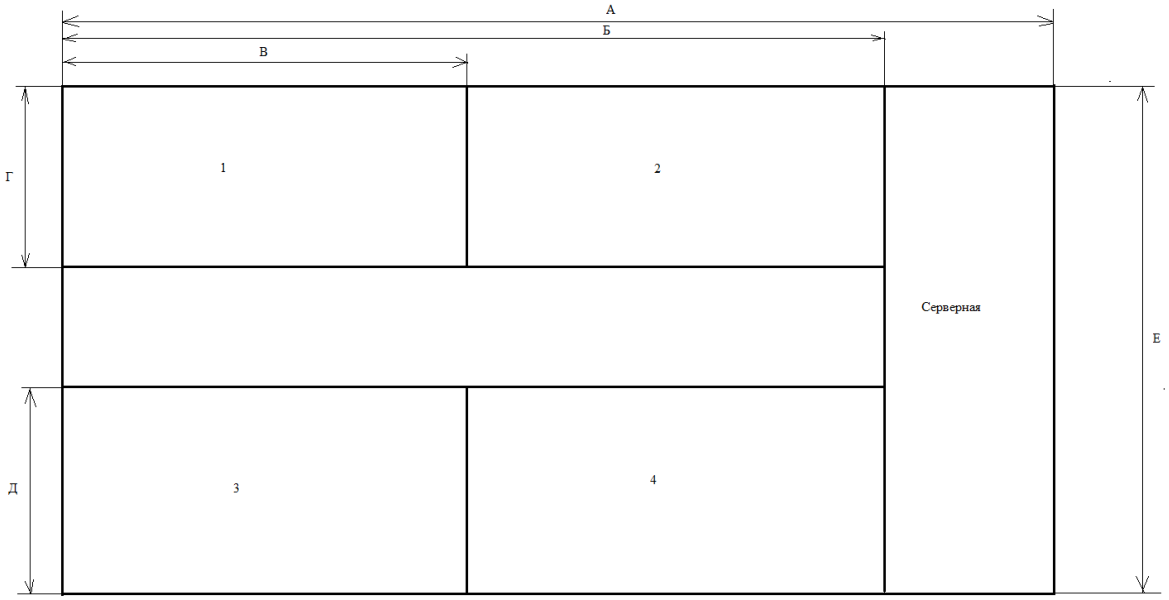
Для подключения серверов необходима максимальная пропускная способность активного сетевого оборудования, то есть маршрутизатор должен обладать высокоскоростными гигабитными портами.

Для того, чтобы провести подбор активного и пассивного сетевого оборудования и расчёт стоимости, необходимо составить примерный план сети:

1. Определить, исходя из планируемого количества рабочих станций в каждой комнате, примерную схему прокладки проводов с учётом геометрических размеров помещения, количество розеток при необходимости, а также коннекторов.
2. Исходя из примерной схемы прокладки проводов и геометрических размеров рассчитать метраж проводов, необходимый для подключения каждой рабочей станции к коммутатору, а также метраж кабельных каналов.
3. Добавить к метражу проводов в помещениях провода для подключения каждого помещения к центральному маршрутизатору.
4. Выбрать коммутаторы и маршрутизатор, исходя из необходимого количества портов.

Выбирая активное сетевое оборудование, необходимо иметь в виду, что оборудование имеет широкой ценовой диапазон, и не всегда выбор дорогого оборудования является технически обоснованным, поэтому внимательно анализируйте технические характеристики устройства и сравнивайте с другими, прежде чем останавливаться на дорогих аппаратах.

Задание: дан план помещений организации. В таблице приведены варианты геометрических размеров в метрах и количество рабочих станций в помещениях 1 – 4. Серверная содержит 2 вычислительные установки. Составить список активного и пассивного сетевого оборудования, необходимого для построения компьютерной сети, с указанием стоимости каждого пункта и общей стоимости оборудования. *Учитывается только сетевое оборудование, стоимость рабочих станций и серверов, а также стоимость работ не рассматривается.*



Варианты

Вариант	Размер А	Размер Б	Размер В	Размер Г	Размер Д	Размер Е	Количество 1	Количество 2	Количество 3	Количество 4
1	15	11	5	4	3	10	5	5	4	4
2	15	10	4	3	3	10	4	6	3	5
3	20	15	7	4	5	12	7	7	6	6
4	20	16	8	5	4	12	8	8	5	6
5	25	22	12	5	5	13	10	8	7	7
6	24	21	11	5	4	12	9	9	6	6
7	20	17	10	4	4	11	12	10	7	7
8	15	12	6	5	4	12	8	8	6	6
9	19	15	8	4	3	10	10	8	7	7
10	18	15	7	4	4	11	8	9	5	6
11	17	14	7	3	4	10	7	7	5	5
12	16	13	6	4	4	11	5	7	4	5
13	21	18	10	3	4	10	10	7	7	5

14	22	19	10	3	3	9	12	8	7	7
15	23	20	12	5	3	11	12	10	8	6
16	24	21	12	3	3	9	10	10	7	8
17	25	21	14	4	4	12	15	12	10	10
18	25	22	12	5	5	13	10	8	7	7
19	24	21	11	5	4	12	9	9	6	6
20	20	16	8	5	4	12	8	8	5	6
21	20	17	10	4	4	11	12	10	7	7
22	15	11	5	4	3	10	5	5	4	4
23	17	14	7	3	4	10	7	7	5	5
24	21	18	10	3	4	10	10	7	7	5
25	23	20	12	5	3	11	12	10	8	6
26	19	15	8	4	3	10	10	8	7	7
27	24	21	12	3	3	9	10	10	7	8
28	18	15	7	4	4	11	8	9	5	6
29	15	10	4	3	3	10	4	6	3	5
30	20	15	7	4	5	12	7	7	6	6

Контрольные вопросы

1. Что такое коммутатор?
2. Что такое маршрутизатор?
3. Что такое шлюз?
4. Какая беспроводная технология используется в современных маршрутизаторах?
5. Что такое шлюз?
6. Какая топология преимущественно используется в современных локальных сетях?

Литература

1. Берлин, А. Н. Абонентские сети доступа и технологии высокоскоростных сетей : учебное пособие / А. Н. Берлин. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 276 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: https://www.iprbookshop.ru/146320.html (дата обращения: 16.02.2026).
2. Морозова, Е. И. Технологии предоставления широкополосного доступа : учебное пособие / Е. И. Морозова. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 57 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102140.html (дата обращения: 16.02.2026).
3. Гавлиевский, С. Л. Современные мультисервисные сети широкополосного доступа и требования к их системному анализу : учебное пособие / С. Л. Гавлиевский. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 131 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: https://www.iprbookshop.ru/90917.html (дата обращения: 16.02.2026).