

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Кафедра информационных и автоматизированных производственных систем

Составитель  
С. А. Асанов

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

### **Методические материалы**

Рекомендовано цикловой методической комиссией специальности  
СПО 09.02.07 Информационные системы и программирование  
в качестве электронного издания  
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2018

**Рецензенты**

Ванеев О. Н. – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Сыркин И. С. – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

**Асанов Сергей Александрович**

**Компьютерные сети:** методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе [Электронный ресурс] для обучающихся специальности СПО 09.02.07 Информационные системы и программирование очной формы обучения / сост. С. А. Асанов; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2018

Приведен теоретический и практический материал, необходимый для успешного изучения дисциплины «Компьютерные сети», содержание практических и самостоятельных занятий.

© КузГТУ, 2018

© Асанов С. А.,  
составление, 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Целью** освоения дисциплины «Компьютерные сети» является приобретение обучающимися знаний в области теоретических основ построения и функционирования компьютерных сетей, приобретение практических навыков монтажа и настройки активного и пассивного сетевого оборудования.

Основными задачами изучения дисциплины «Компьютерные сети», являются:

- изучение моделей взаимодействия информационных систем через сеть;
- ознакомление студентов с технологиями интеграции локальных сетей в глобальную сеть Интернет и передачи данных в глобальной сети;
- изучение функциональных возможностей коммуникационного оборудования и технологий их реализации;
- овладение средствами анализа трафика в сетях и методами его минимизации;
- овладение основами проектирования и моделирования локальных сетей.

### **Содержание дисциплины в соответствии с учебным планом**

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины «Компьютерные сети» предусматривает проведение лекционных, практических занятий и самостоятельной работы обучающимися очной формы обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 62 часа.

Промежуточный контроль – дифференцированный зачет (4 семестр).

### **Содержание практических занятий**

При подготовке к практическим занятиям обучающиеся самостоятельно изучают основную и дополнительную литературу, готовят конспекты по темам, предложенным преподавателем.

На практических занятиях преподаватель осуществляет контроль подготовки качества знаний обучающегося, используя: опрос, обсуждение вопросов по темам изучаемой дисциплины, письменный опрос при текущем контроле и предоставление отчетов по практическим занятиям.

## **Практическое занятие № 1. Монтаж кабельных сред**

Целью работы является ознакомление с конструктивными элементами кабелей связи и соответствующей кабельной арматурой и приобрести практические навыки по разделке кабелей. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть отражены ход работ и результаты проверки работоспособности подготовленного кабеля.

Для выполнения практической работы № 1 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

### **Назначение кабельных линий и их основные элементы**

Для продуктивной работы организаций компьютеры, телефоны и периферийное оборудование объединяют в единую сеть. Это позволяет совместно использовать данные, принтеры и доступ к другим сетям. Большое влияние на качество, скорость и надежное соединение оказывает сетевое оборудование.

При создании кабельной структуры, необходимо учитывать совместимость всех ее составляющих.

Основными стандартами по кабельным системам являются:

- Международный стандарт ISO/IEC 11801 Generic Cabling for Customer Premises ([www.iso.ch](http://www.iso.ch), [www.iec.ch](http://www.iec.ch)).
- Европейский стандарт EN 50173 Information technology–Generic cabling systems
- Американский стандарт ANSI/TIA/EIA 568-B Commercial Building Telecommunication Cabling Standard ([www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org), [www.eia.org](http://www.eia.org))

Стандарты определяют среду передачи, параметры разъемов, линии и канала, в том числе предельно допустимые длины, топологию и характеристики функциональных элементов системы.

Структурированная кабельная система представляет собой иерархическую кабельную среду передачи электрических или оптических сигналов в здании, разделённую на структурные подсистемы и состоящую из элементов – кабелей, разъёмов, панелей, шкафов и вспомогательного оборудования.

Сетевое оборудование, не потребляющее электрическую энергию, называется пассивным. К пассивному оборудованию относятся розетки, кабель, вилки, патч-панели и т. п. Основными компонентами являются сетевой кабель и монтируемая на нем вилка.

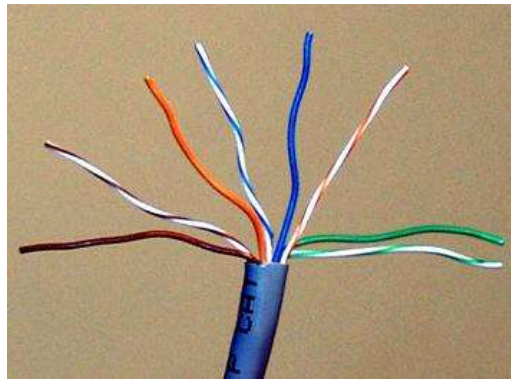
### Сетевой кабель и вилка

При монтаже кабельной системы наиболее часто используют неэкранированную «витую пару» 5 категорий (UTP 5 cat). Он состоит из нескольких пар медных проводов, покрытых пластиковой оболочкой.

Провода, составляющие каждую пару, скручены друг вокруг друга, что обеспечивает защиту от взаимных наводок.

Изоляция каждого провода окрашена в свой цвет:

- бело-зеленый;
- зеленый;
- бело-оранжевый;
- оранжевый;
- бело-синий;
- синий;
- бело-коричневый;
- коричневый.



Провода с одинаковым цветом составляют 4 пары:

- оранжевый / бело-оранжевый;
- зеленый / бело-зеленый;
- синий / бело-синий;
- коричневый / бело-коричневый.

Для подключения кабеля «витая пара» используются вилки RJ-45, которые монтируются на концах кабеля. Вилка имеет восемь контактов и монтируется на кабель при помощи специального инструмента.

### Коммутационный кабель

Коммутационный кабель или патч-корд (от англ. patching cord – соединительный шнур) представляет собой электрический кабель для подключения одного электрического устройства к другому.

Может быть любых размеров, на одном или обоих концах кабеля присутствуют разъемы (коннекторы).

Применяются для подключения ПК к розетке, двух коммутационных панелей друг к другу и так далее.

Главное отличие коммутационного кабеля от кабеля внутренней прокладки – использование многожильного провода для каждого из проводников, вместо одножильного. Это снижает передаточные характеристики кабеля, но повышает гибкость и уменьшает радиус безопасного изгиба шнура.

### Монтаж вилки RJ-45

Вилка RJ-45 монтируется обжимным способом с помощью специального обжимного инструмента в соответствии с одним из стандартов T568A или T568B.

Правила монтажа определяются типом предполагаемого соединения. Возможны два варианта:

- компьютер соединяется с сетевым концентратором (hub) или коммутатором (switch) используя «прямую» разводку кабеля (стандарт T568B);

-

1		бело-оранжевый	бело-оранжевый		1
2		оранжевый	оранжевый		2
3		бело-зелёный	бело-зелёный		3
4		синий	синий		4
5		бело-синий	бело-синий		5
6		зелёный	зелёный		6
7		бело-коричневый	бело-коричневый		7
8		коричневый	коричневый		8

- соединение между коммутаторами или концентраторами, такие как «hub – hub», «switch – switch», «hub – switch» производятся с помощью кабеля с «перевернутой» разводкой (Uplink или Crossover). С одной стороны кабель разводится по стандарту T568A, а с другой по стандарту T568B.

1		бело-оранжевый	бело-зелёный		1
2		оранжевый	зелёный		2
3		бело-зелёный	бело-оранжевый		3
4		синий	синий		4
5		бело-синий	бело-синий		5
6		зелёный	оранжевый		6
7		бело-коричневый	бело-коричневый		7
8		коричневый	коричневый		8

### Контрольные вопросы

1. Что такое структурированная кабельная система, и каково ее назначение?
2. Какие элементы относятся к классу пассивного сетевого оборудования?
3. Какие типы кабельных сред могут использоваться для передачи данных в ЛВС?
4. Что определяют стандарты T568A и T568B?
5. Каково назначение патч-корда и в чем его отличие от кабеля внутренней прокладки?
6. Что определяют основные стандарты по кабельным системам?

## **Практическое занятие № 2. Инструменты диагностики кабельной инфраструктуры**

Целью работы является изучение работы устройств, предназначенных для диагностики кабельной инфраструктуры. Результатом практической работы является отчет, в котором должно быть приведено описание принципа работы прибора, выданного для выполнения практической работы, и результатов проведенных с его помощью измерений.

Для выполнения практической работы № 2 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

### **Оборудование для диагностики и сертификации кабельных систем**

К оборудованию данного класса относятся сетевые анализаторы, приборы для сертификации кабелей, кабельные сканеры и тестеры. Основной задачей для их применения является проверка целостности и корректности последовательности расположения проводников в кабельном сегменте.

#### **Сетевые анализаторы**

Сетевые анализаторы представляют собой эталонные измерительные инструменты для диагностики и сертификации кабелей и кабельных систем.

Сетевые анализаторы содержат высокоточный частотный генератор и узкополосный приемник. Передавая сигналы различных частот в передающую пару и измеряя сигнал в приемной паре, можно измерить переходное затухание между парами. Сетевые анализаторы – это прецизионные крупногабаритные и дорогие (стоимостью более \$20000) приборы, предназначенные для использования в лабораторных условиях специально обученным техническим персоналом. По результатам замеров на данном оборудовании партии кабеля присваивается та или иная категория.



## Кабельные сканеры

Данные приборы позволяют определить длину кабеля, переходное затухание между парами, импеданс, последовательность расположения проводников, уровень электрических шумов и провести оценку полученных результатов. Цена на эти приборы варьируется от \$1000 до \$3000. В отличие от сетевых анализаторов сканеры могут быть использованы не только специально обученным техническим персоналом, но и рядовыми администраторами сетей.

Для определения местоположения неисправности кабельной системы (обрыва, короткого замыкания, неправильно установленного разъема и т. д.) используется метод «кабельного радара», или Time Domain Reflectometry (TDR). Суть этого метода состоит в том, что сканер излучает в кабель короткий электрический импульс и измеряет время задержки до прихода отраженного сигнала. По полярности отраженного импульса определяется характер повреждения кабеля (короткое замыкание или обрыв). В правильно установленном и подключенном кабеле отраженный импульс совсем отсутствует.

Точность измерения расстояния зависит от того, насколько точно известна скорость распространения электромагнитных волн в кабеле. В различных кабелях она будет разной. Скорость распространения электромагнитных волн в кабеле (обычно задается в процентах к скорости света в вакууме). Современные сканеры содержат в себе электронную таблицу данных для всех основных типов кабелей и позволяют пользователю устанавливать эти параметры самостоятельно после предварительной калибровки.

## Тестеры кабельных систем

Тестеры кабельных систем – наиболее простые и дешевые приборы для диагностики кабеля. Они позволяют определить целостность кабельного сегмента, однако в отличие от кабельных сканеров, не дают ответа на вопрос о том, в каком месте произошел сбой (если таковой имеет место).

Существуют целые классы средств тестирования кабельных систем, появление которых стало возможным благодаря наличию четких стандартов на характеристики компонентов (TIA/EIA568), а

также на процедуры и критерии тестирования кабельных линий СКС (TSB-67).

Большинство моделей выпускаемых тестеров СКС предназначено для контроля кабельных линий категорий 3, 5 и 5Е (улучшенная категория 5) на основе витой пары. Однако до сих пор можно встретить и тестеры для коаксиальных кабелей.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие типы кабелей вы знаете?
2. Максимальная длина кабеля UTP. Объясните причину ограничения длины кабеля.
3. Чем отличается прямой кабель от перекрещенного?
4. Каким стандартом определяется порядок разводки проводов для разъемов RJ-45?
5. Какие виды оборудования диагностики кабельной инфраструктуры вы знаете?
6. В чём отличие кабельного тестера от кабельного сканера?
7. Для чего применяются сетевые анализаторы?

### **Практическое занятие № 3. Установка и настройка сетевых адаптеров**

Целью работы является изучение разновидностей сетевых адаптеров, приобретения навыков их установки и конфигурирования. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть отражены параметры настройки сетевых адаптеров, продемонстрирована работоспособность сети.

Для выполнения практической работы № 3 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

#### **Сетевые адаптеры**

Сетевые адаптеры (СА) или интерфейсные карты (NIC – Network Interface Card), служат для подключения компьютеров к локальной вычислительной сети (ЛВС).

Основные функции СА: организация приема/передачи данных из/в компьютер, согласование скорости приема/передачи информации, формирование пакета данных, накопление пакетов в памяти (буферизация), параллельно-последовательное преобразование (конвертирование), кодирование/декодирование данных, проверка правильности передачи, установление соединения с требуемым абонентом сети, организация собственно обмена данными.

#### **Классификация сетевых адаптеров**

Сетевые адаптеры, как сложное устройство, классифицируются по нескольким признакам, в зависимости от того, какой аспект их работы интересует исследователя.

По среде передачи данных:

- проводные (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно);
- беспроводные (инфракрасная связь, Bluetooth, wireless LAN).

По выполняемым функциям СА:

- реализующие функции физического и канального уровней.

Такие адаптеры, выполняемые в виде интерфейсных плат, отличаются технической простотой и невысокой стоимостью. Они

применяются в сетях с простой топологией, где почти отсутствует необходимость выполнения таких функций, как маршрутизация пакетов, формирование из поступающих пакетов сообщений, согласование протоколов различных сетей и др.

- реализующие функции первых четырех уровней базовой модели взаимодействия открытых систем OSI (Open System Interconnection) – физического, канального, сетевого и транспортного.

Эти адаптеры, кроме функций СА первой группы, могут выполнять функции маршрутизации, ретрансляции данных, формирования пакетов из передаваемого сообщения (при передаче), сборки пакетов в сообщение (при приеме), согласования протоколов передачи данных различных сетей, сокращая таким образом затраты вычислительных ресурсов центрального процессора ЭВМ на организацию сетевого обмена. Технически они могут быть выполнены на базе микропроцессоров.

По топологии ЛВС адаптеры разделяются на группы, поддерживающие различные топологии ЛВС:

- шинную;
- кольцевую;
- звездообразную;
- древовидную;
- комбинированную.

По принадлежности к типу компьютера:

- адаптеры для клиентских компьютеров;
- адаптеры для серверов.

В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы по приему и передаче сообщений перекладывается на программное обеспечение (драйвер), выполняемую в ЭВМ. Такой адаптер проще и дешевле, но он дополнительно загружает центральный процессор компьютера. Адаптеры для серверов снабжаются собственными процессорами, выполняющими всю нужную работу.

Основные характеристики СА:

- установленная микросхема контроллера (микрочип);
- разрядность – имеются 8-, 16-, 32- и 64-битные сетевые карты;
- (определяется микрочипом);
- скорость передачи – от 10 до 1000 Мбит/с;

- тип подключаемого кабеля – коаксиальный кабель толстый и тонкий, неэкранированная витая пара, волоконно-оптический кабель;
- поддерживаемые стандарты передачи данных – Ethernet, IEEE 802.3, Token Ring, FDDI и т. д.

### **Сервисные функции сетевых адаптеров**

BootRom – специальная микросхема, которая позволяет производить загрузку ЭВМ по сети путём скачивания и запуска с выделенного сервера предварительно подготовленной копии операционной системы. То есть, при соответствующей настройке, компьютер может работать вообще без устройств внешней памяти. Загрузка через сеть настраивается в BIOS ЭВМ, которые поддерживают возможность удалённой загрузки.

Wake-on-Lan – позволяет включать удалённый компьютер путем подачи специально формируемой последовательности пакетов на MAC-адрес сетевого адаптера. При этом материнская плата ЭВМ также должна поддерживать данную функцию (обычно реализуется в виде отдельного порта расширения). Если сетевой адаптер встроен в материнскую плату, то все необходимые коммуникации интегрированы в материнскую плату и порт расширения отсутствует.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего служат сетевые адаптеры?
2. Перечислите основные функции сетевого адаптера.
3. На каких уровнях модели OSI работают сетевые адаптеры?
4. По каким признакам могут различаться сетевые адаптеры?
5. Как определить физический (MAC) адрес адаптера?

## **Практическое занятие № 4. Построение схемы сети**

Целью работы является получение базовых знаний и умений для работы с программой Cisco Packet Tracer и построения в ней схемы сети. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть приведена созданная схема сети и продемонстрированы результаты проверки её работоспособности.

Для выполнения практической работы № 4 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

### **Назначение Cisco Packet Tracer**

Конфигурирование информационных сетей, их настройка являются сложной задачей. Cisco Packet Tracer (CPT) позволяет имитировать работу различных сетевых устройств: маршрутизаторов, коммутаторов, точек беспроводного доступа, персональных компьютеров, сетевых принтеров, IP-телефонов и т. д. Работа с интерактивным симулятором дает весьма правдоподобное ощущение настройки реальной сети, состоящей из десятков или даже сотен устройств.

Благодаря возможности визуализации в CPT может отследить перемещение данных по сети, появление и изменение параметров IP-пакетов при прохождении данных через сетевые устройства, скорость и пути перемещения IP-пакетов. Анализ событий, происходящих в сети, позволяет понять механизм ее работы и обнаружить неисправности. С помощью Cisco Packet Tracer можно симулировать построение не только логической, но и физической модели сети и, следовательно, получать навыки проектирования. Схему сети можно наложить на чертеж реально существующего здания или даже города и спроектировать всю его кабельную проводку, разместить устройства в тех или иных зданиях и помещениях с учетом физических ограничений, таких как длина и тип прокладываемого кабеля или радиус зоны покрытия беспроводной сети.

### **Основы работы в Cisco Packet Tracer**

Внешний вид интерфейса программы представлен на рисунке.

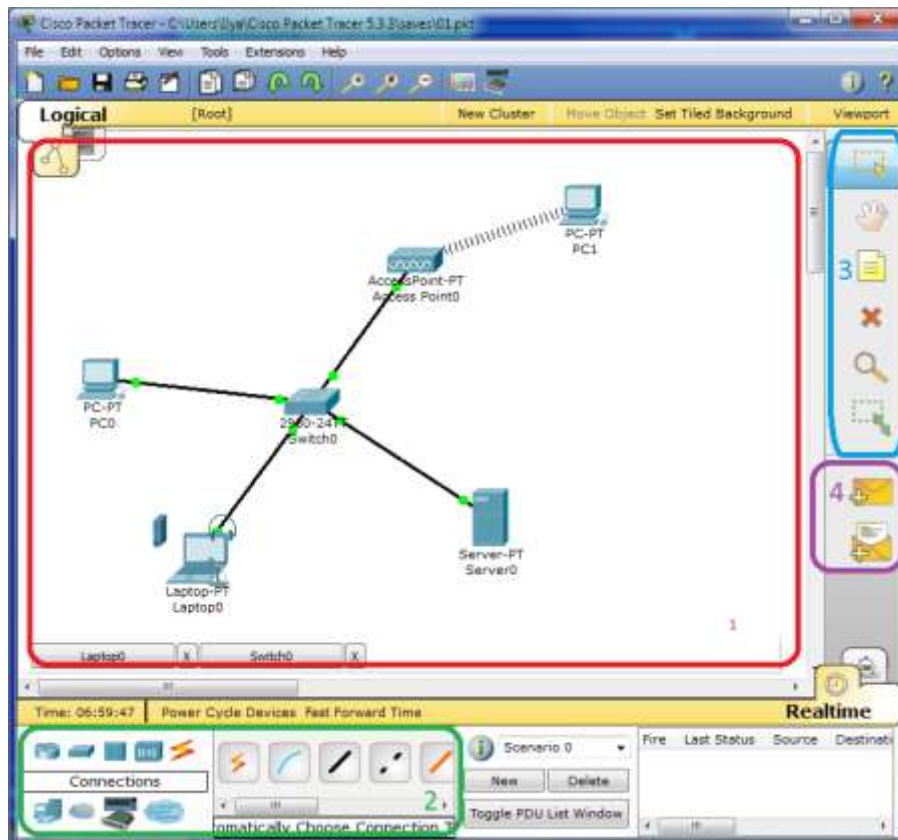


Рис. 1. Интерфейс СРТ

Интерфейс состоит из следующих частей:

1. Область построения логической диаграммы сети.
2. Область выбора оборудования.
3. Кнопки управления объектами логической схемы.
4. Инструмент для визуального моделирования потоков данных.

Оборудование подразделяется на классы:

1. Роутеры.
2. Свитчи.
3. Хабы.
4. Устройства беспроводной связи.
5. Соединители.
6. Оконечные устройства.

Роутеры, свитчи, хабы предлагают выбор готового оборудования фирмы CISCO.

Соединители подразделяются на:

1. Автоматический.
2. Прямой патч-корд.
3. Кроссовый патч-корд.

4. Консольный кабель.
5. Оптический кабель.
6. Телефонный.

Оконечные устройства делятся на:

1. Обычная рабочая станция (Generic PC).
2. Ноутбук (Generic laptop).
3. Сервер.
4. Принтер.

### **Режимы работы Cisco Packet Tracer**

Работа с программой ведется в двух режимах. Режим реального времени позволяет размещать оборудование, конфигурировать и коммутировать его. В этом режиме не видно, какие пакеты перемещаются по сети. Режим симуляции позволяет наблюдать за движением сетевых пакетов, наблюдать за их параметрами.

Для того, чтобы поместить какое-либо оборудование на логическую схему, достаточно выбрать его тип и щелкнуть мышкой в области логической схемы. При щелчке на пиктограмму оборудования появляется окно, позволяющее редактировать свойства данного объекта. Окно (рисунок) состоит из нескольких вкладок:

- \* Physical – конфигурирование оборудования;
- \* Config – конфигурирование программной части;
- \* другие закладки, зависящие от типа оборудования.

В закладке конфигурирования оборудования можно его включать, выключать, добавлять разные модули (для рабочей станции – сетевые карты, для сетевого оборудования – сетевые модули, в т. ч. модули оптической связи), подключать дополнительные устройства (наушники, микрофон, и т. д.).

Для рабочей станции, ноутбука и сервера возможна работа с виртуальным рабочим столом данных компьютеров – закладка «Desktop».





Рис. 2. Конфигурирование рабочей станции

### Контрольные вопросы

1. Зачем используются среды имитационного моделирования компьютерных сетей?
2. Чем отличается режим рабочей области «Логический» от «Физический»?
3. Какие элементы имеются в основном окне среды Cisco Packet Tracer?
4. Какие виды устройств позволяет использовать Cisco Packet Tracer?
5. Каким образом можно производить конфигурирование устройств в Cisco Packet Tracer?
6. Какие режимы работы предусмотрены в Cisco Packet Tracer? В чем их отличие?

## Практическое занятие № 5. Расчет IP сетей

Целью работы является практических навыков в работе по определению и расчету диапазона IP-адресов, необходимого для построения сети заданной конфигурации. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть приведены результаты расчетов подсетей.

[http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/VMSS\\_CNast%40m\\_2/lab\\_4.htm](http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/VMSS_CNast%40m_2/lab_4.htm)

Необходимо подчеркнуть, что стилистика и понятность программ тесно связана и с размером и со сложностью программ. Поэтому не следует забывать о некоторой условности группировки метрик программ.

### Контрольные вопросы

1. Для чего рассчитываются метрики стилистики?
2. Какие метрики стилистики существуют?
3. Как рассчитывается оценка уровня комментированности программы?
4. Какой уровень комментированности считается нормальным?

## **Практическое занятие № 6. Преобразование адресов**

Целью работы является изучение метрик стилистики компьютерных программ. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть приведены метрические параметры стилистики.

Необходимо подчеркнуть, что стилистика и понятность программ тесно связана и с размером и со сложностью программ. Поэтому не следует забывать о некоторой условности группировки метрик программ.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего рассчитываются метрики стилистики?
2. Какие метрики стилистики существуют?
3. Как рассчитывается оценка уровня комментированности программы?
4. Какой уровень комментированности считается нормальным?

## Практическое занятие № 7. Маршрутизация в сетях TCP/IP

Целью работы является изучение процесса передачи пакетов между различными IP сетями. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть приведены примеры успешного прохождения пакетов через несколько смежных IP-сетей в сетевом эмуляторе Cisco Packet Tracer.

Для выполнения практической работы № 7 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

### Маршрутизация

Маршрутизация – задача передачи пакетов информации из одной сети в другую. Как правило, компьютеры, относящиеся к одной сети, подключены к одному коммутатору или к совокупности нескольких коммутаторов. Пример.

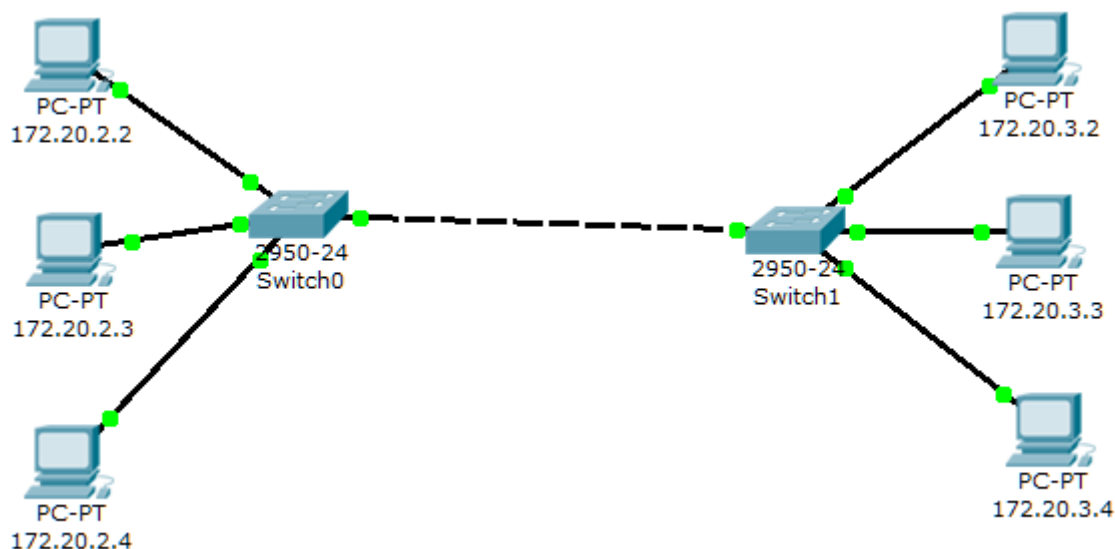


Рис. 1. Пример сети без маршрутизатора

На рис. 1 виден пример топологии локальной сети с двумя подсетями 172.20.2.0 и 172.20.3.0. Между компьютерами одной подсети пакеты передаются при помощи коммутаторов. Между отдельными подсетями пакеты не передаются вообще. Для передачи пакетов между отдельными подсетями необходимо использовать оборудование третьего уровня – роутер. Пример сети с роутером приведен на рис. 2.

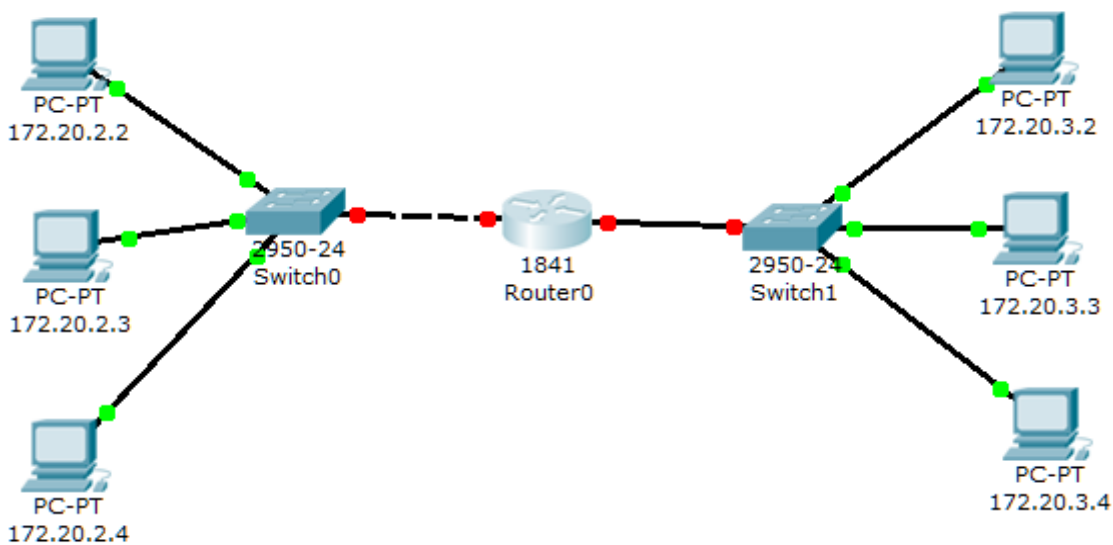


Рис. 2. Пример сети с роутером

Просто поместить роутер между двумя коммутаторами недостаточно для того, чтобы сеть заработала в полном объеме. Необходимо настроить роутер на передачу данных между отдельными подсетями. Существует два способа настройки роутеров.

1. Статический.
2. Динамический.

В обоих случаях в роутере настраивается таблица маршрутизации. Каждая запись в этой таблице показывает, через какой роутер необходимо направлять пакеты в заданные подсети.

### Этапы настройки маршрутизации

1. Для каждого порта роутера необходимо задать IP адрес. Этот адрес должен принадлежать той же подсети, к которой он подключается этим портом. В рассматриваемом примере «левый» порт должен иметь адрес из подсети 172.20.2.0, «правый» – из подсети 172.20.3.0. Как правило, IP адрес порта роутера, предназначенного для подключения к существующей подсети, выбирают равным 1 или 254. (172.20.2.1 или 172.20.2.254). Эта рекомендация нужна для того, чтобы в дальнейшей при развитии каждой подсети у администратора не возникало проблем при выборе новых IP адресов компьютеров – он будет знать, что роутер в этой сети имеет адрес 1, и все адреса, что больше единицы, свободны для назначения их новым компьютерам. Если роутеры соединяются между собой непо-

средственно или через коммутаторы, то порты роутеров, предназначенных для соединения с другими роутерами должны иметь адреса из одной подсети.

2. Настроить таблицу маршрутизации, в которой будет указано, в какой роутер нужно направить пакет, чтобы он добрался до заданной сети.

После настройки роутеров в сети необходимо настроить компьютеры. В настройках компьютеров необходимо указать адрес шлюза (Gateway). Адрес должен совпадать с адресом порта роутера, обращенного к подсети, включающей настраиваемый компьютер.

Пример настройки портов роутеров приведен на рис. 3.

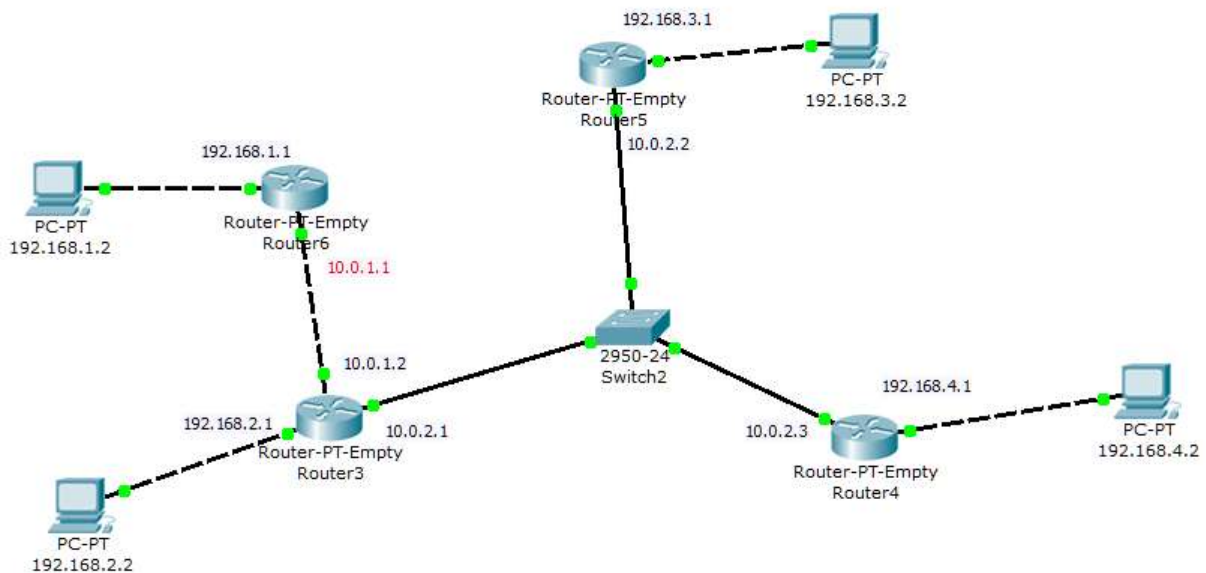


Рис. 3. Сложная сеть

Обратите внимание на адреса портов роутеров, предназначенных для соединения с другими роутерами. Связь между роутерами **Router3** и **Router6** осуществляется через подсеть **10.0.1.0**, а между **Router3**, **Router5**, **Router4** – через подсеть **10.0.2.0**.

### Таблица маршрутизации Router3:

Network Address
192.168.4.0/24 via 10.0.2.3
192.168.1.0/24 via 10.0.1.1
192.168.3.0/24 via 10.0.2.2

Для каждой сети необходим маршрут через отдельный роутер.

### Контрольные вопросы

1. Что такое маршрутизация?
2. Что такое маршрутизатор?
3. Что такое маска подсети?
4. Что такое маршрут (роут) и таблица маршрутизации?
5. Как просмотреть или очистить таблицу маршрутов, добавить новый маршрут?
6. Что такое шлюз по умолчанию?
7. Что такое трассировка маршрута? Как она выполняется?

## **Практическое занятие № 8. Протоколы динамической маршрутизации**

Целью работы является исследование возможностей формирования таблиц маршрутизации в автоматическом режиме. Результатом практической работы является отчет, в котором должны быть приведены таблицы маршрутизации, сформированные маршрутизаторами без участия администратора.

Для выполнения практической работы № 8 студент должен изучить приведенный ниже теоретический материал. Отчет сдается в распечатанном и электронном (файл Word) видах.

### **Протокол RIP**

Для настройки маршрутизации в маленькой сети допустима ручная настройка таблицы маршрутизации. В этом случае таблица будет статической.

В случае развитой сети, содержащей большое количество роутеров, подсетей, ручная настройка становится затруднительной – на каждом роутере нужно указывать маршруты до всех сетей, при этом количество записей в таблице маршрутизации может достигать нескольких десятков. Для упрощения создания таблиц маршрутизации автоматически существует несколько протоколов динамической маршрутизации. Самым простым из них является протокол **RIP (Route Internet Protocol)**

Пример топологии сети показан на рис. 1.

Для задания настройки протокола RIP необходимо лишь указать, адреса подсетей, к которым подключен роутер. То есть для роутера Router6 нужно указать сети 192.168.1.0 и 172.17.0.0. Для Router3 – 192.168.2.0, 172.17.0.0, 172.16.0.0. и т. д. Когда на всех роутерах в сети будут настроены подсети, они обмениваются нужными данными. В результате этого обмена на всех роутерах в таблице маршрутизации появляются данные обо всех подсетях, доступных в существующей сети.



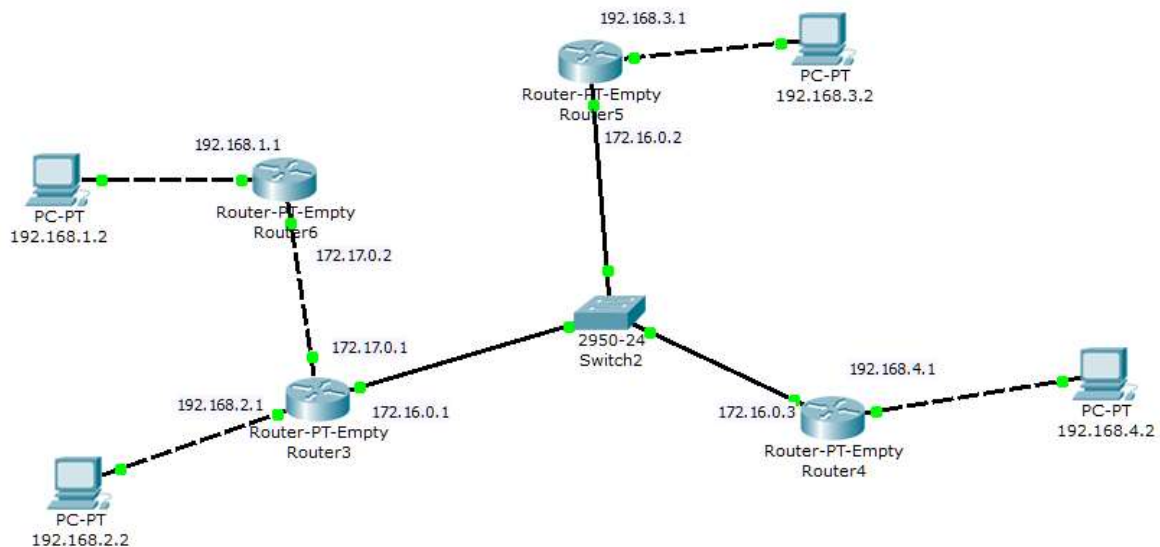


Рис. 4. Топология сети

## Протокол OSPF

Для настройки маршрутизации между отдельными сетями можно пользоваться разными методами. Самый простой и в то же время самый трудоемкий – ручная настройка таблиц маршрутизации на каждом роутере. Для упрощения конфигурирования оборудования изобретены специальные протоколы, позволяющие строить таблицы маршрутизации автоматически. Одним из первых таких протоколов был RIP. Главный его недостаток – маршрут оценивается лишь по числу переходов между отдельными роутерами. Качество линий связи, надежность каналов не учитывается. Для устранения этих недостатков были изобретены протоколы маршрутизации, основанные на технологии отслеживания состояния канала. Это позволяет динамически перенастраивать маршруты в случае повышения загрузки отдельных каналов или ухудшения их характеристик. Одним из таких протоколов является OSPF (Open Shortest Path First).

### Описание работы протокола

1. Маршрутизаторы обмениваются hello-пакетами через все интерфейсы, на которых активирован OSPF. Маршрутизаторы, совместно использующие общий канал передачи данных, становятся

соседями, когда они приходят к договоренности об определенных параметрах, указанных в их hello-пакетах.

2. На следующем этапе работы протокола маршрутизаторы будут пытаться перейти в состояние смежности со своими соседями. Переход в состояние смежности определяется типом маршрутизаторов, обменивающихся hello-пакетами, и типом сети, по которой передаются hello-пакеты. OSPF определяет несколько типов сетей и несколько типов маршрутизаторов. Пара маршрутизаторов, находящихся в состоянии смежности, синхронизирует между собой базу данных состояния каналов.

3. Каждый маршрутизатор посылает объявление о состоянии канала маршрутизаторам, с которыми он находится в состоянии смежности.

4. Каждый маршрутизатор, получивший объявление от соседа, записывает информацию, передаваемую в нем, в базу данных состояния каналов маршрутизатора и рассылает копию объявления всем другим своим соседям.

5. Рассылая объявления через зону, все маршрутизаторы строят идентичную базу данных состояния каналов маршрутизатора.

6. Когда база данных построена, каждый маршрутизатор использует алгоритм «кратчайший путь первым» (shortest path first) для вычисления графа без петель, который будет описывать кратчайший путь к каждому известному пункту назначения с собой в качестве корня. Этот граф – дерево кратчайшего пути.

7. Каждый маршрутизатор строит таблицу маршрутизации, основываясь на своем дереве кратчайшего пути.

### **Основы настройки протокола**

Данный протокол поддерживает несколько зон, между которыми может настраиваться маршрутизация. В данной работе будет использоваться только одна зона, назначим ей номер 0 (ноль). Данная зона в протоколе OSPF носит специальное название магистральной (backbone), к ней присоединяются остальные зоны (не путать с подсетями! в одну зону может входить несколько подсетей). Взаимодействие между различными зона происходит чаще всего именно через магистральную.

Включить OSPF на интерфейсах в соответствующих сетях:

```
dyn3(config)# router ospf <process-id>
```

**dyn3(config-router)# network <network> <wildcard mask> area <area-id>**

Комментарии:

1. Поскольку Cisco – сложное устройство, на котором установлена операционная система IOS, то большинство действий с точки зрения самой ОС – это запуск отдельных процессов. Настройка маршрутизации по алгоритму OSPF так же приводит к запуску отдельного процесса. Номер процесса задается не автоматически, а вручную. В команде запуска это параметр **<process-id>**. Для простоты работы можно назначить один и тот же номер процесса на всех роутерах, например, 1111.

2. Настройка сетей, к которым подключен роутер, проводится командой **network**. Её параметры – номер сети, сетевая маска, и номер зоны. Маска указывает с помощью 0 какая часть из указанной сети должна совпадать, а с помощью 1 какая часть сети может быть произвольной – т. е. при добавлении подсети в протокол OSPF маске надо указать **инвертированной** относительно её обычного представления. Например, для отдельного узла маска **255.255.255.255**, соответственно, в протокол OSPF нужно указать маску **0.0.0.0**. Для сети класса C (**192.168.1.0**) стандартная маска **255.255.255.0**, следовательно, в настройке протокола OSPF нужно будет указать **0.0.0.255**. В лабораторной работе рекомендуется использовать маску **0.0.0.255**.

Каждому интерфейсу назначается условная стоимость, характеризующая качество передачи данных через этот интерфейс, например, полоса пропускания линии связи. Протокол назначает стоимость автоматически, однако ее можно задать и вручную. Делается это командой

**Router(config-if)# ip ospf cost <1 - 65535>**

При этом необходимо перейти в режим настройки нужного интерфейса командой

**Router(config)#interface <имя интерфейса>**

Для просмотра параметров протокола OSPF используется несколько специальных команд:

Параметры, статистика протоколов маршрутизации запущенных на маршрутизаторе:

**dyn3# show ip protocols**

Информация о Router ID, таймерах и статистика:

**dyn3# show ip ospf**

Маршруты полученные по протоколу OSPF:

**dyn3# show ip route ospf**

Информация о настройках OSPF на интерфейсах:

**dyn3# show ip ospf interface**

Краткий вывод информации об интерфейсах:

**dyn2#sh ip ospf interface brief**

База данных состояния каналов (link state database):

**dyn3# show ip ospf database**

Перезапуск процесса OSPF выполняется командой

**dyn3# clear ip ospf process**

### Контрольные вопросы

1. Что такое динамическая маршрутизация?
2. Чем отличаются векторные алгоритмы маршрутизации от алгоритмов на основе состояний каналов связей?
3. Что такое метрика маршрута? Зачем она используется?
4. Может ли в таблице маршрутизации быть несколько строк, описывающих путь до одной и той же сети?
5. Зачем в протоколе RIP используются триггерные обновления?
6. В каких состояниях может находиться связь между соседями по OSPF протоколу?
7. За счет чего сокращается объем передаваемой по сети служебной информации при использовании протокола OSPF?

## СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель самостоятельной работы обучающихся – получить новые знания по дисциплине «Компьютерные сети».

Самостоятельная работа необходима для формирования у обучающихся способности самостоятельно решать задачи профессиональной деятельности, формирования умения и навыков планирования времени, формирования стремления развиваться и совершенствоваться.

Виды самостоятельной работы обучающихся указаны в табл. 1.

Таблица 1

### Виды самостоятельной работы

№ п/п	Вид СРС
1	Требования, предъявляемые к современным вычислительным сетям
2	Оформление отчетов по практическим работам
3	Структура стандартов IEEE
4	Стандарты в сфере структурированных кабельных систем
5	Система DNS
6	Классовая и бесклассовая IP-адресация
7	Протоколы внешней маршрутизации
8	Автономные системы

Обучающиеся должны изучить интернет-ресурсы и литературу по вопросам, представленным ниже

### Учебно-методические материалы по дисциплине

#### Основная литература

1. Компьютерные сети [Электронный ресурс] : учебник для среднего профессионального образования по специальностям 09.02.06 Сетевое и системное администрирование, 09.02.07 Информационные системы и программирование / В. В. Баринов [и др.]. – Москва : Академия, 2018. – 192 с. – Режим доступа: <http://academia-moscow.ru/catalogue/4831/345920/>. – Загл. с экрана.

## Дополнительная литература

1. Максимов, Н. , В. Компьютерные сети. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2018. – 464 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=792686>. – Загл. с экрана.

## Программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева. Режим доступа: [www.kuzstu.ru](http://www.kuzstu.ru)

2. Электронные библиотечные системы:

- Университетская библиотека онлайн. Режим доступа: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

- Лань. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

- Электронно-библиотечная система Znanium.com

- Электронная библиотека издательства Юрайт <https://biblio-online.ru/catalog/spo>

3. Информатика и информационные технологии: конспект лекций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fictionbook.ru>

4. Современные тенденции развития компьютерных и информационных технологий: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.do.sibsutis.ru>

5. Единая коллекция Цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

6. Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

7. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	2
Практическое занятие № 1. Монтаж кабельных сред .....	3
Практическое занятие № 2. Инструменты диагностики кабельной инфраструктуры .....	7
Практическое занятие № 3. Установка и настройка сетевых адаптеров .....	10
Практическое занятие № 4. Построение схемы сети .....	13
Практическое занятие № 5. Расчет IP сетей .....	17
Практическое занятие № 6. Преобразование адресов .....	18
Практическое занятие № 7. Маршрутизация в сетях TCP/IP .....	19
Практическое занятие № 8. Протоколы динамической маршрутизации .....	23
СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	28
Учебно-методические материалы по дисциплине.....	28