МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии»

для студентов направления подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность (профиль) «Интеллектуальная обработка данных в инфокоммуникационных системах и сетях»

Ставрополь, 2026

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов составлено в соответствии с требованиями программы дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии» для бакалавров направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Учебно-методическое пособие посвящено планируемой учебной работе студентов, выполняемой во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при частичном, непосредственном участии преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов универсальных и профессиональных компетенций, основанных на освоении особенностей построения процесса обучения по направлению «Информатика и вычислительная техника», понимании истории, состояния, применения и перспектив развития инфокоммуникационных технологий.

Задачи освоения дисциплины:

1. Формирование представления об образовательной деятельности в вузе, основных нормативных документах, регламентирующих образовательную деятельность студента, этическом кодексе студента СКФУ, принципах и формах образования, а также методах обучения.
2. Приобретение, усвоение и передача знаний. Организация и планирование самостоятельной работы студентом.
3. Изучение пакетов прикладных программ, необходимых для образовательной деятельности студентов данного направления.
4. Изучение объектов и характеристики профессиональной деятельности бакалавров по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».
5. Знакомство студентов с основами теории передачи информации, современными системами связи, историей и перспективами их развития.
6. Формирование современных представлений о компьютерной технике и Интернете, истории развития компьютеров, Неймановской архитектуре ЭВМ и различных поколений ЭВМ.
7. Знакомство с историей развития электроники и радиоэлектроники.
8. Формирование представления о пассивных радиоэлектронных компонентах: резисторах, конденсаторах, катушках индуктивности; активных радиоэлектронных компонентах: электронных лампах, транзисторах; основах микроэлектроники, функциональной электроники и наноэлектроники.
9. Формирования представления об основах робототехники

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Информационно-коммуникационные технологии» относится к дисциплинам обязательной части дисциплин.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную

информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лабораторных занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. По данной дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии» предусмотрены следующие:

Использование материала учебно-методического комплекса дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по изучаемой дисциплине. Далее необходимо изучить рабочую программу дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с лабораторных занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности, представленные в учебной программе по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии».

Работа с литературой

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации, которые представлены в учебной программе.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию

самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и Зачет с оценкойам.

3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателя по данной дисциплине являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные

образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- подготовка к практическим работам, их оформление.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- прием и защита практических работ (во время проведения).

При этом, критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если студент продемонстрировал точное выполнение заданий практической работы, правильно выполнил отчет, активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, отвечая на задаваемые вопросы, творчески подходит к решению представленных индивидуальных заданий, показвает самостоятельность мышления.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал точное выполнение заданий практической работы, правильно выполнил отчет, активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, отвечая на задаваемые вопросы, творчески подходит к решению представленных индивидуальных заданий, показвает самостоятельность мышления., при этом допустил не более одной ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент продемонстрировал точное выполнение заданий практической работы, правильно выполнил отчет, активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, отвечая на задаваемые вопросы, творчески подходит к решению представленных индивидуальных заданий, показвает самостоятельность мышления, при этом допускает более двух ошибок при ответе на поставленные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не продемонстрировал точное выполнение заданий практической работы, неправильно выполнил отчет, не участвует в работе, не владеет материалом, не умеет логично и четко излагать мысли, отвечая на задаваемые вопросы, не справляется с индивидуальными заданиями, демонстрирует отсутствие самостоятельности мышления и допускает серьезные ошибки при ответах на поставленные вопросы.

Оценочный лист

Ф.И.О. студента	Оценка за ответы на контрольные вопросы	Оценка за задание по практической работе	Общая оценка

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии», объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

– подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);

– основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);

– заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

–освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с образовательными стандартами высшего образования;

–планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем;

–самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя;

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого программой по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

– предлагать темы и вопросы для самостоятельной проработки;

– в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

– предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

– использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

– использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего бакалавра, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на лабораторных занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы зияний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение – это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;

- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;

- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;

- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;

- привычная последовательность и систематичность деятельности;

- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов),* причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это

является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этом пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной

подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т. е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебе с будущей профессиональной деятельности

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности.

Работа с литературой

При работе с литературой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - эти внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятного олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют ***четыре основные установки в чтении научного текста***:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких ***видов чтения***:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять

изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью выполнения заданий практической работы, поставленных задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном выполнении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что выполнение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие,

и по возможности с выводом. Выполнение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих заданий на лабораторных занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных материалов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при выполнении заданий у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к зачету с оценкой по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии»

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается Зачетом с оценкой. Подготовка к Зачету с оценкой способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к Зачету с оценкой, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время сессии для систематизации знаний.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах: собеседование

при выполнении практической работы с предоставлением письменного отчета. Основанием для снижения оценки являются:

- не качественно выполненная работа на персональном компьютере,
- письменный отчет выполнен в небрежной форме и с ошибками,
- студент не дает исчерпывающий ответ на вопрос преподавателя,
- путается или затрудняется в демонстрации работы на компьютере.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случае небрежного его выполнение и с ошибками.

Критерии оценивания собеседования приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

-Научная электронная библиотека e-Library – https://elibrary.ru/

-Электронная-библиотечная система IPRbooks – http://iprbooks.ru

-Электронная-библиотечная система Лань – https://e.lanbook.com/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На занятиях студенты выполняют практические работы, предоставляя отчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. Электронная-библиотечная система IPRbooks – http://iprbooks.ru
2. Электронная-библиотечная система Лань – https://e.lanbook.com/
3. Научная электронная библиотека e-Library – https://elibrary.ru/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Информационно-коммуникационные технологии»
для студентов направления подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность (профиль)
«Интеллектуальная обработка данных в инфокоммуникационных системах и сетях»

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1.

Создание прямых и перекрещенных кабелей «неэкранированная витая пара»

Учебные вопросы:

1. Создание и тестирование прямого соединительного кабеля Ethernet.
2. Создание и тестирование перекрещенного кабеля Ethernet.
3. Тестирование и определение характера неисправности кабелей Ethernet.

Цели

Создать и протестировать прямой и перекрещенный неэкранированный кабель «неэкранированная витая пара» для сети Ethernet.

Общие положения

На этом лабораторном занятии требуется сделать прямые соединительные кабели и перекрещенные кабели для Ethernet. В прямом кабеле цвет провода контакта 1 на одном конце совпадает с цветом провода контакта 1 на другом конце кабеля. Для остальных семи контактов ситуация аналогична.

Кабель будет создан на основе стандарта TIA/EIA T568A или T568B для Ethernet, который определяет цвета проводов для каждого контакта. Прямые соединительные кабели обычно используются для прямого подключения узла к концентратору или компьютеру, либо к настенному креплению в офисе.

В перекрещенном кабеле вторая и третья пары на разъеме RJ-45 на одном конце кабеля перекрещены по отношению к другому концу. Выводы данного кабеля соответствуют стандарту T568A на одном конце и стандарту T568B на другом. Перекрещенные кабели обычно используются для подключения к концентраторам и коммутаторам или прямого соединения двух узлов для создания простой сети.

Потребуются следующие ресурсы: два куска кабеля длиной 0,6 – 0,9 м (2 – 3 фута) категории 5 или 5e; не менее четырех разъемов RJ-45 (может потребоваться больше при неправильном соединении проводов); обжимные клещи RJ-45; тестер кабелей Ethernet; кусачки.

Таблица 1. Стандарт T568A

Стандарт T568A			
№ контакта	**№ пары**	**Цвет провода**	**Функция**
1	2	Белый/зеленый	Передача
2	2	Зеленый	Передача
3	3	Белый/оранжевый	Прием
4	1	Синий	Не используется
5	1	Белый/синий	Не используется
6	3	Оранжевый	Прием
7	4	Белый/коричневый	Не используется
8	4	Коричневый	Не используется

Таблица 2. Стандарт T568B

Стандарт T568B			
№ контакта	**№ пары**	**Цвет провода**	**Функция**
1	2	Белый/оранжевый	Передача
2	2	Оранжевый	Передача
3	3	Белый/зеленый	Прием
4	1	Синий	Не используется
5	1	Белый/синий	Не используется
6	3	Зеленый	Прием
7	4	Белый/коричневый	Не используется
8	4	Коричневый	Не используется

1. Создание и тестирование прямого соединительного кабеля Ethernet

Шаг 1: получение и подготовка кабеля

а. Определите требуемую длину кабеля. Это может быть расстояние от устройства, такого как компьютер, до устройства, к которому он подключается (например, концентратор или коммутатор), или между устройством и штепсельным разъемом RJ-45. Добавьте к этому расстоянию не менее 30,48 см (1 фут). Согласно стандарту TIA/EIA максимальная длина кабеля равна 5 м (16,4 фута). Стандартные длины кабелей Ethernet: 6 м (20 футов), 1,83 м (6 футов)

или 3,05 м (10 футов).

б. Отрежьте кусок кабеля требуемой длины. Для соединительных кабелей (кабели между конечными сетевыми устройствами, такими как ПК, и разъемом RJ-45) обычно используется скрученный кабель «неэкранированная витая пара», так как такие кабели дольше служат при многократном сгибании. Они называются скрученными, так как каждый из проводов в кабеле сделан из нескольких жил из чистой меди, а не из одного одножильного провода. Одножильный провод используется для трасс кабелей между разъемом RJ-45 и монтажным блоком.

в. С помощью инструмента для снятия изоляции очистите от оболочки оба конца кабеля на 5,08 см.

Шаг 2: подготовка и вставка проводов

а. Определите, какой стандарт будет использоваться.

[T568A | T568B]

б. Определите правильную таблицу на основе используемого стандарта соединений проводов.

в. Разверните пары кабелей и упорядочите их примерно в требуемом порядке на основе выбранного стандарта.

г. Расплетите короткий участок пар и упорядочите их в порядке, точно соответствующем стандарту.

Очень важно расплетать как можно меньший участок. Скручивание очень важно, так как оно обеспечивает подавление помех.

д. Выпрямите и разгладьте провода между своими большим и указательным пальцами.

е. Убедитесь, что порядок проводов кабеля все еще соответствует стандарту.

ж. Обрежьте прямой участок кабеля на расстоянии 1,25 – 1,9 см (1/2 – 3/4") от края кабельной оболочки. Если оставить более длинный участок, кабель будет восприимчив к перекрестным помехам (помехам, создаваемым соседними проводами).

з. При вставке проводов выступ (штырь, торчащий из разъема RJ-45) должен находиться с обратной стороны и быть направленным вниз. Вставьте провода в разъем RJ-45 до упора, все провода должны заходить в разъем на максимальную длину.

Шаг 3: осмотр, сгибание и повторный осмотр кабеля

а. Осмотрите кабель и проверьте правильность цветового кода при подключении проводов к правильным номерам контактов.

б. Осмотрите конец разъема. Восемь проводов должны быть плотно сжаты на конце разъема RJ-45. Некоторая часть оболочки кабеля должна заходить в разъем. Это ослабляет напряжение кабеля. Если оболочка заходит в разъем недостаточно глубоко, то в конечном итоге это может привести к повреждению кабеля.

в. Если все правильно выровнено и вставлено, вставьте разъем RJ-45 и кабель в обжимные клещи. Обжимные клещи обожмут разъем RJ-45 двумя поршнями.

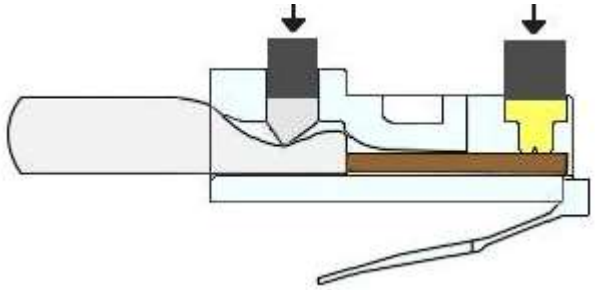


Рисунок 1.Разъем RJ-45 и кабель в обжимных клещах

г. Повторно осмотрите разъем. В случае неправильной установки обрежьте конец и повторите процесс.

Шаг 4: обработка другого конца кабеля

а. Выполните ранее описанные действия, чтобы установить разъем RJ-45 на другом конце кабеля.

б. Повторно осмотрите разъем. В случае неправильной установки обрежьте конец и повторите процесс.

Шаг 5: тестирование кабеля

а. С помощью кабельного тестера проверьте работоспособность прямого кабеля. Если кабель не прошел тест, заново выполните данную лабораторную работу.

2. Создание и тестирование перекрещенного кабеля Ethernet

Шаг 1: получение и подготовка кабеля

а. Определите требуемую длину кабеля. Это может быть расстояние между концентраторами, от концентратора до коммутатора, между коммутаторами, от компьютера до маршрутизатора или между компьютерами. Добавьте к этому расстоянию не менее 30,48 см (1 фут).

б. Отрежьте кусок кабеля требуемой длины и с помощью инструмента для снятия изоляции очистите от оболочки оба конца кабеля на 5,08 см.

Шаг 2: подготовка и вставка поводов в соответствии со стандартом T568A

а. Обратитесь к таблице T568A.

б. Разверните пары кабелей и упорядочите их примерно в требуемом порядке на основе стандарта T568A.

в. Расплетите короткий участок пар и упорядочите их в порядке, точно соответствующем стандарту. Очень важно расплетать как можно меньший участок. Скручивание очень важно, так как оно обеспечивает подавление помех.

г. Выпрямите и разгладьте провода между своими большим и указательным пальцами.

д. Убедитесь, что порядок проводов кабеля соответствует стандарту.

е. Обрежьте прямой участок кабеля на расстоянии 1,25 – 1,9 см от края кабельной оболочки. Если оставить более длинный участок, кабель будет восприимчив к перекрестным помехам (помехам, создаваемым соседними проводами).

ж. При вставке проводов выступ (штырь, торчащий из разъема RJ-45) должен находиться с обратной стороны и быть направленным вниз. Вставьте провода в разъем RJ-45 до упора, все провода должны заходить в разъем на максимальную длину.

Шаг 3: осмотр, сгибание и повторный осмотр кабеля

а. Осмотрите кабель и проверьте правильность цветового кода при подключении проводов к правильным номерам контактов.

б. Осмотрите конец разъема. Восемь проводов должны быть плотно сжаты на конце разъема RJ-45. Некоторая часть оболочки кабеля должна заходить в разъем. Это ослабляет напряжение кабеля, которое в конечном итоге может привести к повреждению кабеля.

в. Если все правильно выровнено и вставлено, вставьте разъем RJ-45 и кабель в обжимные клещи. Обжимные клещи обожмут разъем RJ-45 двумя поршнями.

Шаг 4: обработка другого конца кабеля в соответствии со стандартом T568B

а. Выполните ранее описанные действия (но используя таблицу и стандарт T568B), чтобы установить разъем RJ-45 на другом конце кабеля.

б. Повторно осмотрите разъем. В случае неправильной установки обрежьте конец и повторите процесс.

Шаг 5: тестирование кабеля

а. С помощью кабельного тестера проверьте работоспособность перекрещенного кабеля. Если кабель не прошел тест, заново выполните данную лабораторную работу.

3. **Тестирование и определение характера неисправности кабелей Ethernet.**

Определить характер неисправности предлагаемого для исследования кабелей. Описать характер неисправностей.

Вопросы:

1. Какой стандарт [T568A | T568B] лучше использовать дома, если есть домашняя сеть или требуется ее создать?

2. Какая часть процесса создания таких кабелей оказалась наиболее трудной? Сравните свое мнение с мнением сокурсников.

3. Какая длина кабеля выбрана и почему?

4. Все ли четыре пары кабелей скручены одинаково? Обсудите причины в каждом случае.

5. Многие технические специалисты включают перекрещенный кабель в свой инструментарий. Как вы думаете, когда следует использовать перекрещенный кабель и в каких ситуациях такой кабель используется сетевым техником?

Лабораторная работа № 2

Изучение программного симулятора работы сети Cisco Packet Tracer

Учебные вопросы:

1. Изучение возможностей Packet Tracer.
2. Работа с файлами в симуляторе.

Теоретическая часть

Программные продукты Packet Tracer дают возможность создавать сетевые топологии из широкого спектра маршрутизаторов и коммутаторов компании Cisco, рабочих станций и сетевых соединений типа Ethernet, Serial, ISDN, Frame Relay. Эта функция может быть выполнена как для обучения, так и для работы, например, чтобы сделать настройку сети ещё на этапе планирования или чтобы создать копию рабочей сети с целью устранения неисправности.

Для запуска Cisco Packet Tracer необходимо вызвать исполняемый файл, PacketTracer5.exe. Общий вид программы представлен на рис. 1.1.

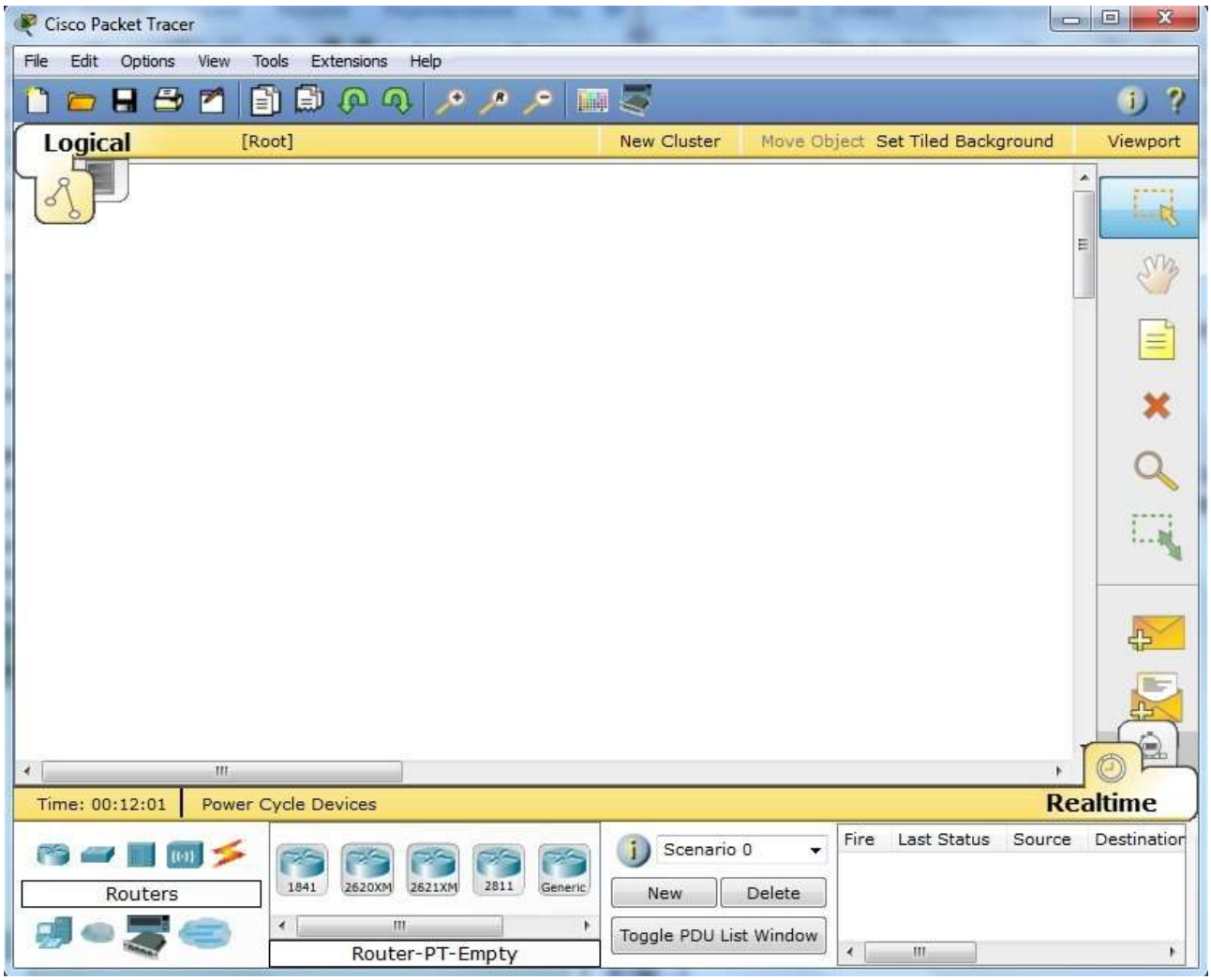


Рисунок 1.1. Общий вид программы Packet Tracer

Рабочая область окна программы состоит из следующих элементов:

1 **Menu Bar** – панель, которая содержит меню File, Edit, Options, View, Tools, Extensions, Help.

2 **Main Tool Bar** – содержит графические изображения ярлыков для доступа к командам меню File, Edit, View и Tools, а также кнопку Network Information.

3 **Common Tools Bar** – панель, обеспечивающая доступ к наиболее используемым инструментам программы: Select, Move Layout, Place Note, Delete, Inspect, Add Simple PDU и Add Complex PDU.

4 **Logical/Physical Workspace and Navigation Bar** – панель, которая дает возможность переключать рабочую область: физическую или логическую, а также позволяет перемещаться между уровнями кластера.

5 **Workspace** – область, в которой происходит создание сети, проводятся наблюдения за симуляцией и просматривается разная информация и статистика.

6 **Realtime/Simulation Bar** – с помощью закладок этой панели можно переключаться между режимом Real time и режимом Simulation. Она также содержит кнопки, относящиеся к Power Cycle Devices, кнопки Play Control и переключатель Event List в режиме Simulation.

7 **Network Component Box** – это область, в которой выбираются устройства и связи для размещения их на рабочем пространстве. Она содержит области Device-Type Selection и Device-Specific Selection.

8 **Device-Type Selection Box** – область содержит доступные типы устройств и связей в Packet Tracer. Область Device-Specific Selection изменяется в зависимости от выбранного устройства.

9 **Device-Specific Selection Box** – область используется для выбора конкретных устройств и соединений, необходимых для постройки в рабочем пространстве сети.

10 **User Created Packet Window** – это окно управляет пакетами, которые были созданы в сети во время симуляции сценария.

Для создания топологии необходимо выбрать устройство из панели Network Component, а затем из панели Device-Type Selection выбрать тип устройства. После этого нужно нажать левую кнопку мыши в поле рабочей области программы (Workspace). Также можно переместить устройство прямо из области Device-Type Selection, но при этом будет выбрана модель устройства по умолчанию.

Для быстрого создания нескольких экземпляров одного и того же устройства нужно, удерживая кнопку Ctrl, нажать на устройство в области Device-Specific Selection и отпустить кнопку Ctrl. После этого нужно несколько раз кликнуть мышью в рабочей области для добавления копий устройства.

В Packet Tracer представлены следующие типы устройств:

- маршрутизаторы;
- коммутаторы (в том числе и мосты);
- хабы и повторители;
- конечные устройства – ПК, серверы, принтеры, IP-телефоны;
- беспроводные устройства: точки доступа и беспроводный маршрутизатор;
- устройства – облако, DSL-модем и кабельный модем.

Добавим необходимые элементы в рабочую область программы так, как показано на рис.1.2.

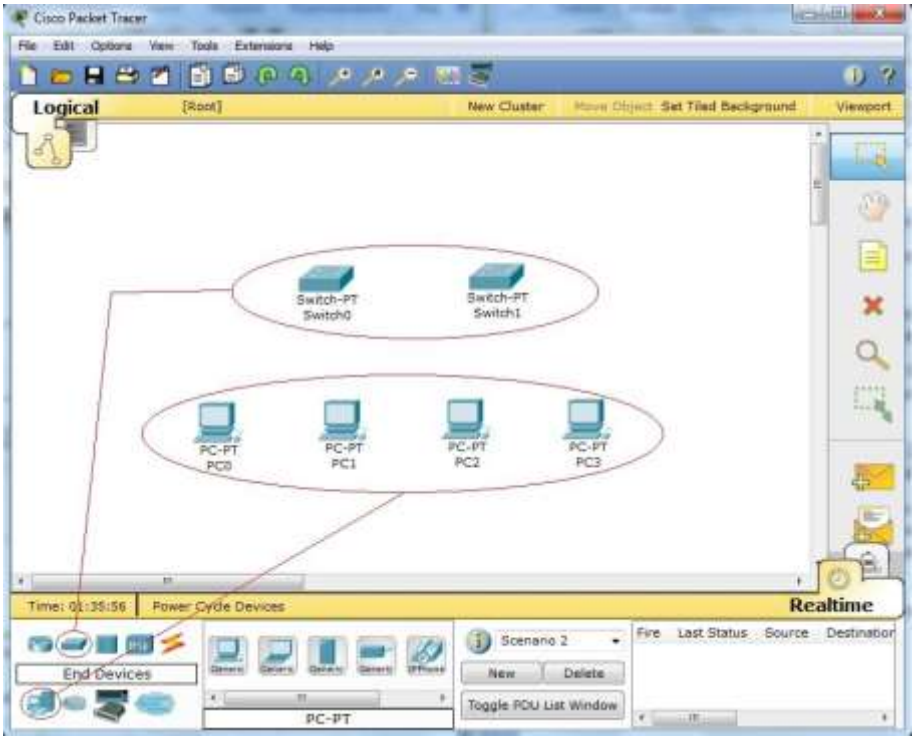


Рисунок 1.2. Добавление элементов сети

При добавлении каждого элемента пользователь имеет возможность дать ему имя и установить необходимые параметры. Для этого необходимо нажать на нужный элемент левой кнопкой мыши (ЛКМ) и в диалоговом окне устройства перейти к вкладке **Config**.

Диалоговое окно свойств каждого элемента имеет две вкладки:

- Physical – содержит графический интерфейс устройства и позволяет симулировать работу с ним на физическом уровне.
- Config – содержит все необходимые параметры для настройки устрой-

ства и имеет удобный для этого интерфейс.

Также в зависимости от устройства, свойства могут иметь дополнительную вкладку для управления работой выбранного элемента: Desktop (если выбрано конечное устройство) или CLI (если выбран маршрутизатор) и т.д.

Для удаления ненужных устройств с рабочей области программы используется кнопка Delete (Del).

Добавленные элементы свяжем с помощью соединительных связей. Для этого необходимо выбрать вкладку **Connections** из панели Network Component Box. Мы увидим все возможные типы соединений между устройствами. Выберем подходящий тип кабеля. Указание мыши изменится на курсор “connection” (имеет вид разъема). Кликнем мышью на первом устройстве и выберем соответствующий интерфейс, к которому нужно выполнить соединение, затем кликнем мышью на втором устройстве, выполнив ту же операцию. Можно также соединить элементы сети с помощью **Automatically Choose Connection Type** (автоматически соединяет элементы в сети). Выберем и нажмем на каждом из устройств, которые нужно соединить. Между устройствами появится кабельное соединение, а индикаторы на каждом конце покажут статус соединения (для интерфейсов, которые имеют индикатор).

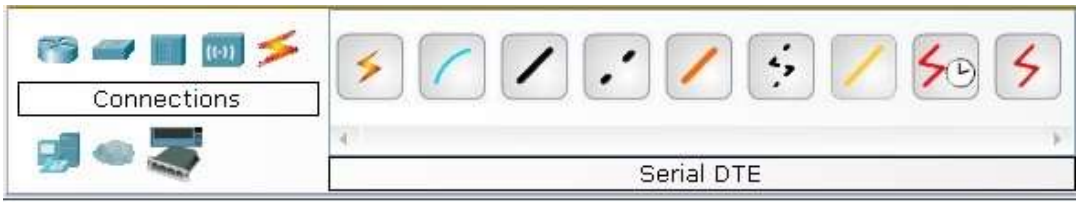


Рисунок 1.3. Поддерживаемые в Packet Tracer типы кабелей

Packet Tracer поддерживает широкий диапазон сетевых соединений (см. табл. 1). Каждый тип кабеля может быть соединен лишь с определенными типами интерфейсов.

Таблица 1. Типы соединений в Packet Tracer

Тип кабеля	Описание
Console 	Консольное соединение может быть выполнено между ПК и маршрутизаторами или коммутаторами. Должны быть выполнены некоторые требования для работы консольного сеанса с ПК: скорость соединения с обеих сторон должна быть одинаковая, должно быть 7 бит данных (или 8 бит) для обеих сторон, контроль четности должен быть одинаковый, должно быть 1 или 2 стоповых бита для обеих сторон.
Copper Straight- through 	Этот тип кабеля является стандартной средой передачи Ethernet для соединения устройств, который функционирует на разных уровнях OSI. Он должен быть соединен со следующими типами портов: медный 10 Мбит/с (Ethernet), медный 100 Мбит/с (Fast Ethernet) и медный 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet).
Copper Cross- over 	Этот тип кабеля является средой передачи Ethernet для соединения устройств, которые функционируют на одинаковых уровнях OSI. Он может быть соединен со следующими типами портов: медный 10 Мбит/с (Ethernet), медный 100 Мбит/с (Fast Ethernet) и медный 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet).
Fiber 	Оптоволоконная среда используется для соединения между оптическими портами (100 Мбит/с или 1000 Мбит/с).
Phone 	Соединение через телефонную линию может быть осуществлено только между устройствами, имеющими модемные порты. Стандартное представление модемного соединения - это конечное устройство (например, ПК), дозванивающееся в сетевое облако.
Coaxial 	Коаксиальная среда используется для соединения между коаксиальными портами, такие как кабельный модем, соединенный с облаком Packet Tracer.
Serial DCE and DTE 	Соединения через последовательные порты, часто используются для связей WAN. Для настройки таких соединений необходимо установить синхронизацию на стороне DCE-устройства. Синхронизация DTE выполняется по выбору. Сторону DCE можно определить по маленькой иконке “часов” рядом с портом. При выборе типа соединения Serial DCE, первое устройство, к которому применяется соединение, становиться DCE-устройством, а второе - автоматически станет стороной DTE. Возможно и обратное расположение сторон, если выбран тип соединения Serial DTE.

После создания сети ее нужно сохранить, выбрав пункт меню File -> Save или иконку Save на панели **Main Tool Bar**. Файл сохраненной топологии имеет расширение *.pkt.

Packet Tracer дает возможность симулировать работу с интерфейсом командной строки (ИКС) операционной системы IOS, установленной на всех коммутаторах и маршрутизаторах компании Cisco.

Подключившись к устройству, мы можем работать с ним так, как за консолью реального устройства. Симулятор обеспечивает поддержку практически всех команд, доступных на реальных устройствах.

Подключение к ИКС коммутаторов или маршрутизаторов можно произвести, нажав на необходимое устройство и перейдя в окне свойств к вкладке CLI.

Для симуляции работы командной строки на оконечном устройстве (компьютере) необходимо в свойствах выбрать вкладку Desktop, а затем нажать на ярлык Command Prompt.

Работа с файлами в симуляторе

Packet Tracer дает возможность пользователю хранить конфигурацию некоторых устройств, таких как маршрутизаторы или свитчи, в текстовых файлах. Для этого необходимо перейти к свойствам необходимого устройства и во вкладке Config нажать на кнопку “Export…” для экспорта конфигурации Startup Config или Running Config. Таким образом, получим диалоговое окно для сохранения необходимой конфигурации в файл, который будет иметь расширение *.txt. Текст файла с конфигурацией устройства running-config.txt (имя по умолчанию) представляется аналогичным к тексту информации, полученному при использовании команды show running-config в IOS устройствах.

Необходимо отметить, что конфигурация каждого устройства сохраняется в отдельном текстовом файле. Пользователь также имеет возможность изменять конфигурацию в сохраненном файле вручную с помощью произвольного текстового редактора. Для предоставления устройству сохраненных или

отредактированных настроек, нужно во вкладке Config нажать кнопку “Load...” для загрузки необходимой конфигурации Stàrtup Config или кнопку “Merge…” для загрузки конфигурации Running Config.

Практическая часть

1. Добавим в рабочую область программы 2 коммутатора Switch-PT. По умолчанию они имеют имена – Switch0 и Switch1.

2. Добавим в рабочее поле четыре компьютера с именами по умолчанию PC0, PC1, PC2, PC3.

3. Соединим устройства в сеть Ethernet, как показано на рис.1.4.

4. Сохраним созданную топологию, нажав кнопку Save (в меню File -> Save).

5. Откроем свойства устройства PC0 кликнув мышью по его изображению. Перейдем к вкладке Desktop и симулируем работу run нажав Command Prompt.

6. Список команд получим, если введем команду **?** и нажмем Enter. Для конфигурирования компьютера воспользуемся командой ipconfig из командной строки, например, для компьютера PC0:

ipconfig 192.168.1.2 255.255.255.0

IP адрес и маску сети также можно вводить в удобном графическом интерфейсе устройства (см. рис.1.4, и рис.1.5). В поле DEFAULT GATEWAY вводится адрес шлюза, в данном случае эта информация не важна, так как создаваемая сеть не требует маршрутизации.

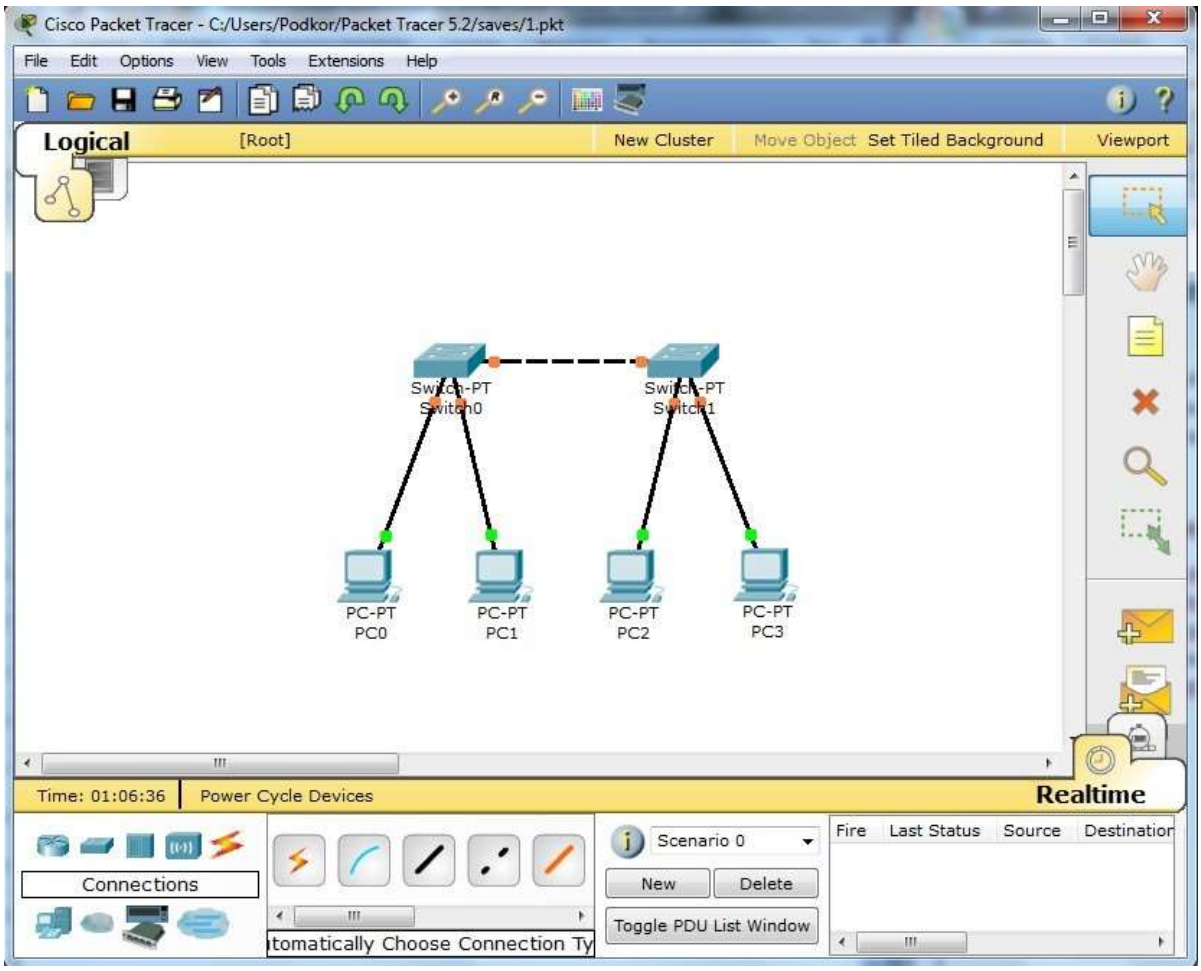


Рисунок 1.4. Созданный фрагмент сети

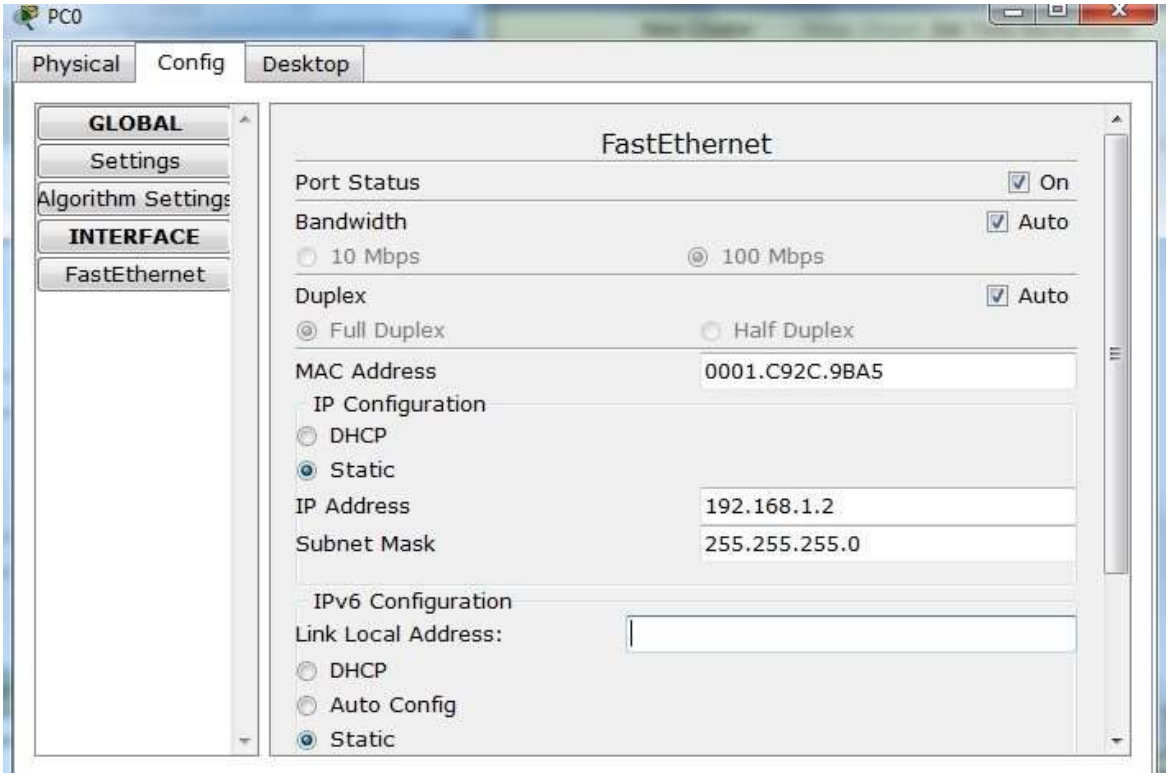


Рисунок 1.5. Настройка PC0

Таким же путем настроим каждый компьютер рис. 1.4.

Таблица 2. IP-адреса и маски компьютеров

Устройство	IP ADRESS	SUBNET MASK
PC0	192.168.1.2	255.255.255.0
PC1	192.168.1.3	255.255.255.0
PC2	192.168.1.4	255.255.255.0
PC3	192.168.1.5	255.255.255.0

7. На каждом компьютере просмотрим назначенные адреса командой ipconfig без параметров. Если все сделано правильно, мы сможем проверить соединение компьютеров с использованием команды ping. Например, зайдем на компьютер PC3 и пропингуем его с компьютером PC0. Мы должны увидеть отчет о пинге, подобный рис. 1.6.

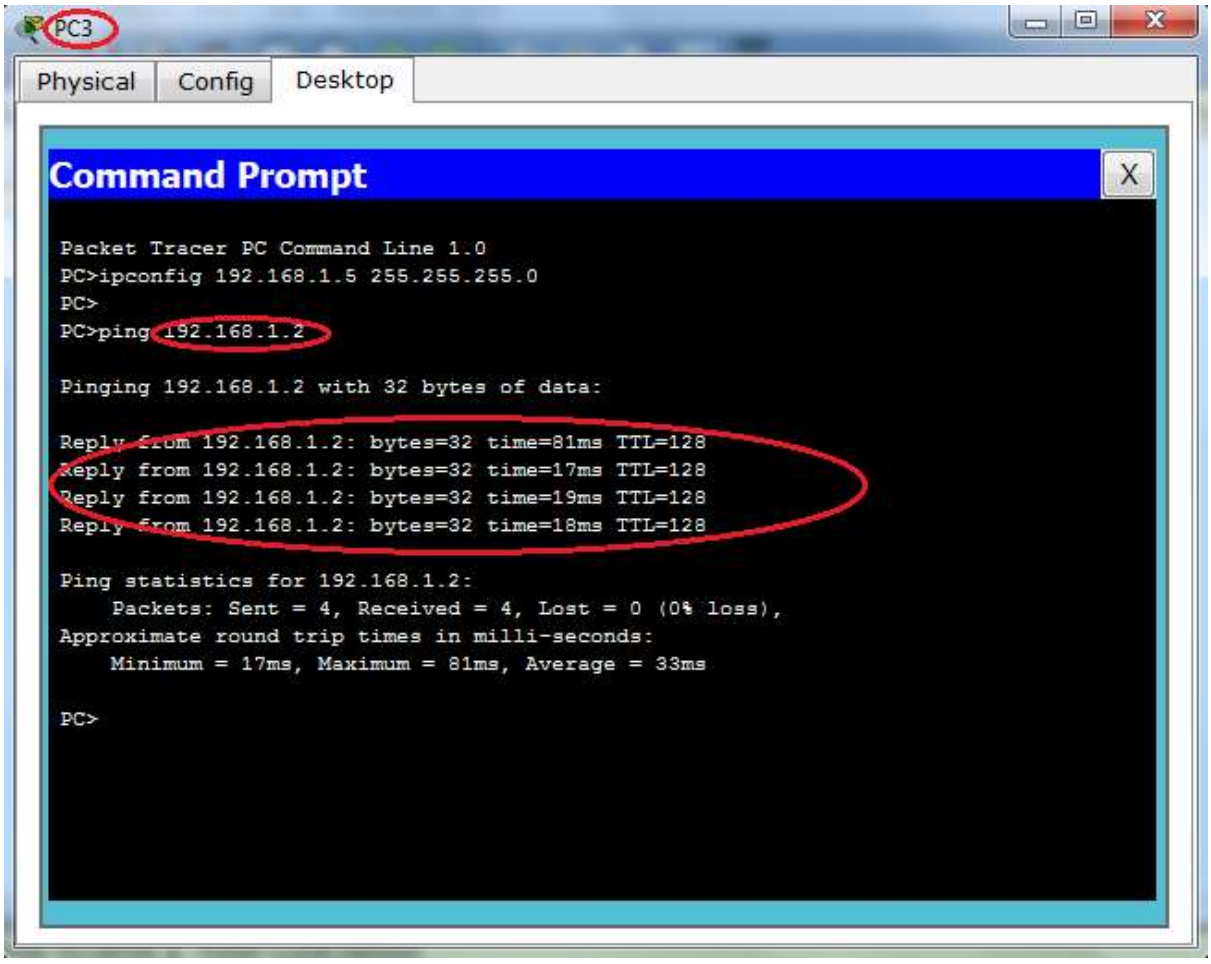


Рисунок 1.6. Отчет о пинге PC3

Задание для самостоятельной работы

1. Создайте топологию

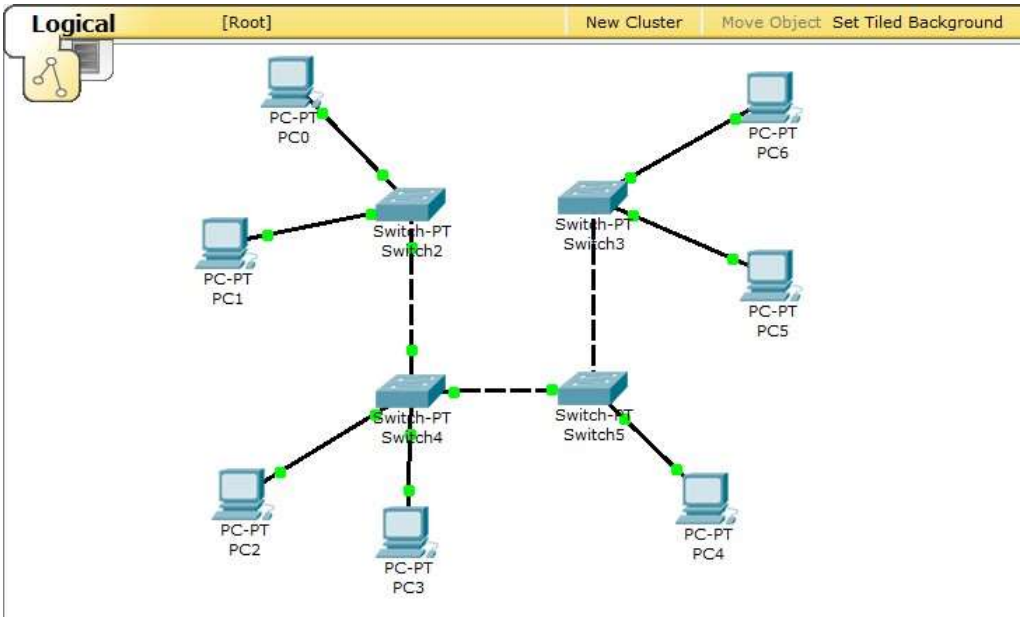


Рис 1.7.

2. Назначьте компьютерам адреса, согласно своему варианту

Таблица 3. IP адреса и маски компьютеров

Устройство	IP ADDRESS	SUBNET MASK
PC1	192.168.1.1	255.255.255.0
PC2	192.168.1.2	255.255.255.0
PC3	192.168.1.3	255.255.255.0
PC4	192.168.1.4	255.255.255.0
PC5	192.168.1.5	255.255.255.0
PC6	192.168.1.6	255.255.255.0
PC0	192.168.1.7	255.255.255.0

3. Назначьте компьютерам разные имена в командной строке.

4. Если сделано всё правильно, Вы сможете пропинговать любой компьютер из любого другого компьютера.

Таблица 4. Варианты заданий

Вариант №	Пинг из	Пинг в	Вариант №	Пинг из	Пинг в
1	PC1	PC6	7	PC0	PC5
2	PC2	PC0	8	PC1	PC6
3	PC3	PC1	9	PC2	PC7
4	PC4	PC2	10	PC3	PC1
5	PC5	PC3	11	PC4	PC2
6	PC6	PC4	12	PC5	PC3

Предполагается, создание реального фрагмента сети рис. 1.7 и демонстра-

ция команды пинг преподавателю согласно своему варианту.

Порядок выполнения и сдачи лабораторной работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть лабораторной работы.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в Packet Tracer практическую часть лабораторной работы согласно своему варианту.
4. Предъявите преподавателю результат выполнения задания согласно своему варианту. Продемонстрируйте, что любой компьютер пингуется из любого компьютера.
5. Оформите и защитите отчет.
6. Отчёт должен содержать скриншоты созданной топологии, а также выполнение команды пинг, согласно своему варианту.

Контрольные вопросы:

1. Какое максимальное количество устройств в сети поддерживает Packet Tracer?
2. Какие типы сетевых устройств и соединений можно использовать в Packet Tracer?
3. Каким способом можно перейти к интерфейсу командной строки устройства.
4. Как конфигурировать устройства из другого компьютера?
5. Как добавить в топологию и настроить новое устройство?
6. Как сохранить конфигурацию устройства в .txt файл?

Лабораторная работа 3. Определение параметров сетевого адаптера и настроек протокола IP

Цель работы: Получение навыков в настройке сетевых подключений в MS Windows XP и в работе с консолью.

Задание

1. Определите параметры сетевого адаптера ПК
2. Определить настройки протокола IP своего ПК.
3. Определение расширенных свойств сетевых подключений своего ПК и других ПК подсети.

Краткие теоретические сведения

IP-адрес (айпи-адрес, сокращение от англ. Internet Protocol Address) — уникальный сетевой адрес узла в компьютерной сети, построенной по протоколу IP. При связи через сеть Интернет требуется глобальная уникальность адреса, в случае работы в локальной сети требуется уникальность адреса в пределах сети. Имеет длину 4 байта. Обычно первый и второй байты определяют адрес сети, третий байт определяет адрес подсети, а четвертый - адрес компьютера в подсети

IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера узла. В случае изолированной сети её адрес может быть выбран администратором из специально зарезервированных для таких сетей блоков адресов (192.168.0.0/16, 172.16.0.0/12 или 10.0.0.0/8). Если же сеть должна работать как составная часть Интернета, то адрес сети выдаётся провайдером.

Номер узла в протоколе IP назначается независимо от локального адреса узла. Маршрутизатор по определению входит сразу в несколько сетей. Поэтому каждый порт маршрутизатора имеет собственный IP-адрес. Конечный узел также может входить в несколько IP-сетей. В этом случае компьютер должен иметь несколько IP-адресов, по числу сетевых связей.

Таким образом, IP-адрес характеризует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно сетевое соединение.

IP-адрес называют статическим (постоянным, неизменяемым), если он прописывается в настройках устройства пользователем, либо если назначается автоматически при подключении устройства к сети, но используется в течение неограниченного промежутка времени и не может быть присвоен другому устройству.

IP-адрес называют динамическим (непостоянным, изменяемым), если он назначается автоматически при подключении устройства к сети и используется в течение ограниченного промежутка времени, как правило, до завершения сеанса подключения.

Динамические IP-адреса также бывают виртуальными, обслуживание виртуального IP-адреса производится по технологии NAT: пользователям предоставляется возможность беспрепятственно получать информацию из сети Интернет, при этом теряется всякая возможность иного доступа к компьютеру из сети, так, например, компьютер с таким ip не может использоваться в качестве веб-сервера.

Не виртуальные ip называют реальными, прямыми, внешними, общественными или публичными, «белыми», все таковые ip являются статическими.

MAC-адрес (от англ. Media Access Control — управление доступом к среде, также Hardware Address) — это уникальный идентификатор, присваиваемый каждой единице оборудования компьютерных сетей. Большинство сетевых протоколов канального уровня используют одно из трёх пространств MAC-адресов, управляемых IEEE: MAC-48, EUI-48 и EUI-64. Адреса в каждом из пространств теоретически должны быть глобально уникальными. Не все протоколы используют MAC-адреса, и не все протоколы, использующие MAC-адреса, нуждаются в подобной уникальности этих адресов.

В широковещательных сетях (таких, как сети на основе Ethernet) MAC-адрес позволяет уникально идентифицировать каждый узел сети и доставлять данные только

этому узлу. Таким образом, MAC-адреса формируют основу сетей на канальном уровне, которую используют протоколы более высокого (сетевого) уровня. Для преобразования MAC-адресов в адреса сетевого уровня и обратно применяются специальные протоколы (например, ARP и RARP в сетях TCP/IP).

Адреса типа MAC-48 наиболее распространены; они используются в таких технологиях, как Ethernet, Token ring, FDDI, WiMAX и др. Они состоят из 48 бит, таким образом, адресное пространство MAC-48 насчитывает 248 (или 281 474 976 710 656) адресов.

ARP (англ. Address Resolution Protocol — протокол определения адреса) — использующийся в компьютерных сетях протокол низкого уровня, предназначенный для определения адреса канального уровня по известному адресу сетевого уровня. Наибольшее распространение этот протокол получил благодаря повсеместности сетей IP, построенных поверх Ethernet, поскольку практически в 100 % случаев при таком сочетании используется ARP.

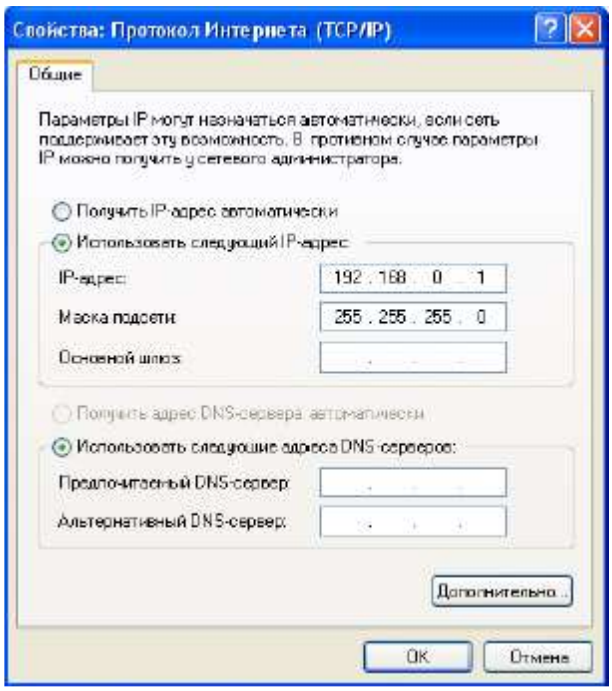
Существуют следующие типы сообщений ARP: запрос ARP (ARP request) и ответ ARP (ARP reply). Система-отправитель при помощи запроса ARP запрашивает физический адрес системы-получателя. Ответ (физический адрес узла-получателя) приходит в виде ответа ARP. Перед тем как передать пакет сетевого уровня через сегмент Ethernet, сетевой стек проверяет кэш ARP, чтобы выяснить, не зарегистрирована ли в нём уже нужная информация об узле-получателе. Если такой записи в кэше ARP нет, то выполняется широковещательный запрос ARP. Этот запрос для устройств в сети имеет следующий смысл: «Кто-нибудь знает физический адрес устройства, обладающего следующим IP-адресом?» Когда получатель с этим IP-адресом примет этот пакет, то должен будет ответить: «Да, это мой IP-адрес. Мой физический адрес следующий: …» После этого отправитель обновит свой кэш ARP и будет способен передать информацию получателю. Записи в кэше ARP могут быть статическими и динамическими. Пример, данный выше, описывает динамическую запись кэша. Можно также создавать статические записи в таблице ARP. Это можно сделать при помощи команды:

arp -s <IP-адрес> <MAC-адрес>

Записи в таблице ARP, созданные динамически, остаются в кэше в течение 2-х минут. Если в течение этих двух минут произошла повторная передача данных по этому адресу, то время хранения записи в кэше продлевается ещё на 2 минуты. Эта процедура может повторяться до тех пор, пока запись в кэше просуществует до 10 минут. После этого запись будет удалена из кэша, и будет отправлен повторный запрос ARP.

Указания к выполнению работы

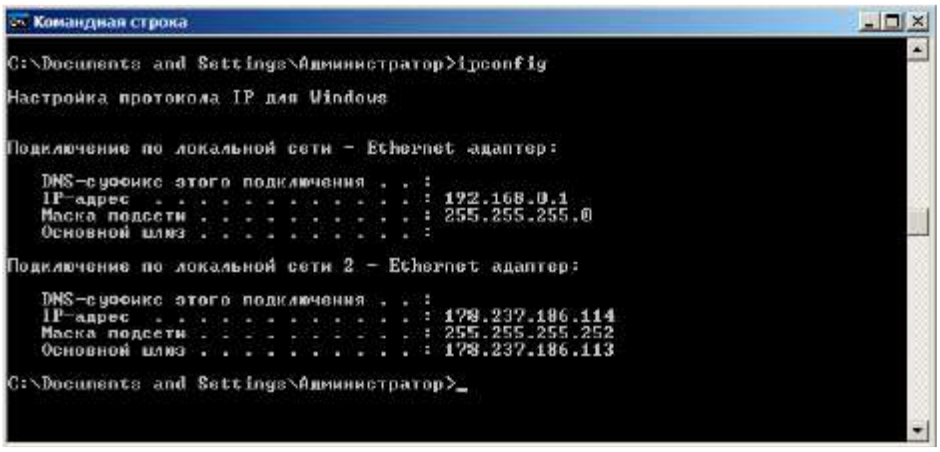
Задание 1. Определите параметры сетевого адаптера ПК, для чего командой Пуск-Настройки-Панель управления откройте окно Панель управления, затем щелкните на ярлыке Сетевые подключения. В окне Сетевые подключения выберите сетевое подключение и, щелкнув правой кнопкой мыши, выберите в контекстном меню команду Свойства.



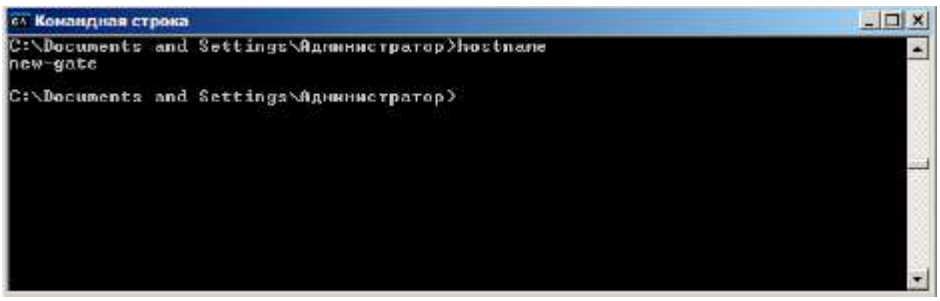
В окне Подключение по локальной сети - свойства укажите в списке компонент Протокол Интернета TCP/IP и щелкните на кнопке «Свойства». После этого откроется окно Свойства: Протокол Интернета (TCP/IP). Запишите IP-адрес ПК в отчет.

Задание 2. Определите настройки протокола IP вашего компьютера.

Для этого запустите программу ipconfig. Чтобы получить доступ к командной строке, выберите в меню Пуск команду Программы-Стандартные-Командная строка. В окне Командная строка введите команду ipconfig.



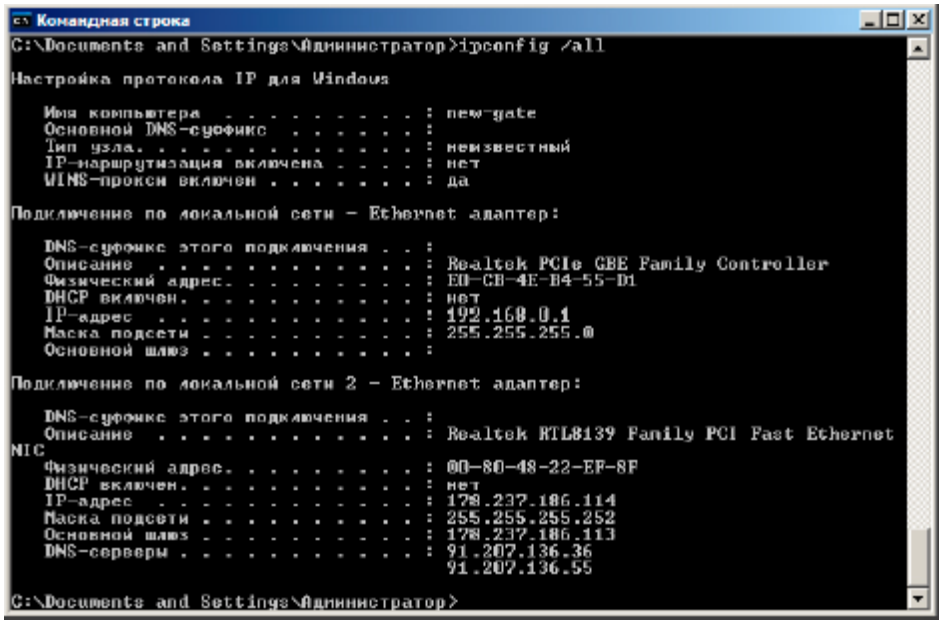
Для того чтобы определить имя локального компьютера, задайте команду Hostname.



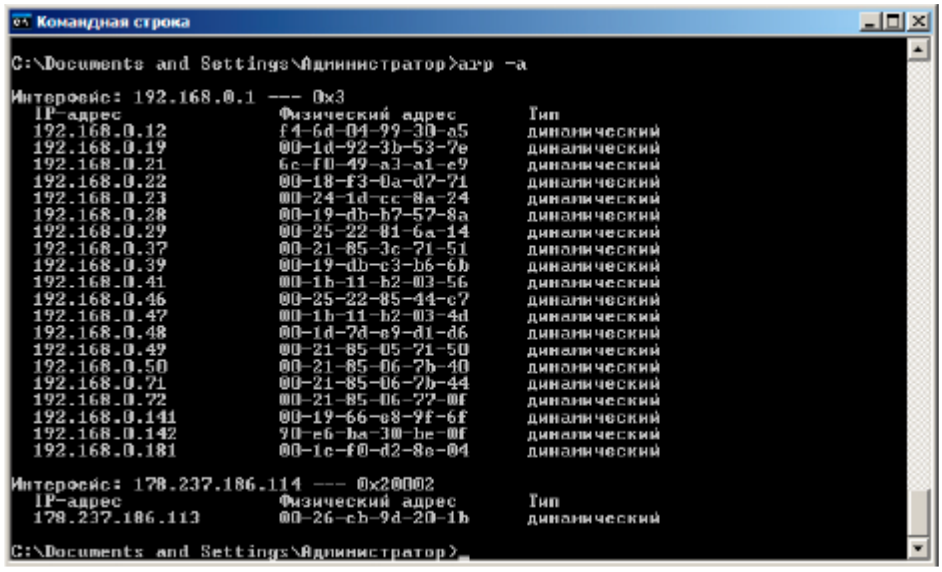
Занесите в отчет сведения об адресации всех сетевых интерфейсов ПК, а также его символьное имя.

Задание 3. Получение расширенных свойств сетевых подключений ПК.

В окне командной строки наберите команду ipconfig /all. Результатом ее выполнения является таблица расширенных свойств всех сетевых адаптеров ПК, включая их MAC-адреса. Данные адреса необходимо отразить в отчетах.



Для определения MAC и IP-адресов ПК, находящихся в одной подсети с исследуемым ПК, необходимо выполнить последовательно две консольных команды: ping [IP] и arp -a. Результатом выполнения должна стать таблица с данными об IP и MAC-адресах



Занесите сведения об адресации других ПК подсети в отчеты.

Контрольные вопросы

1. Из каких частей состоит IP-адрес компьютера (IPv4)?
2. Что такое MAC-адрес ПК?.
3. Перечислите основные способы определения IP и MAC адресов сетевых интерфейсов.

4. Охарактеризуйте типы сообщений протокола ARP.

Лабораторная работа №4. Планирование подсетей

Цель и содержание:

Цель

Изучить методы определения хостов и выделения подсетей

Содержание

1. Понятие IP-адресации.
2. Выделение подсетей.
3. Маски подсетей.
4. Использование калькулятора Windows для решения сетевых задач.

Теоретическое обоснование:

Что такое IP-адресация?

Одной из наиболее важных тем при обсуждении TCP/IP является IP-адресация. *IP-адрес* представляет собой числовой идентификатор, присваиваемый каждому компьютеру сети IP. Он отражает расположение устройства в сети. IP-адрес является программным, а не аппаратным адресом – последний «зашит» в компьютере или плате сетевого интерфейса.

Иерархическая схема IP-адресации

IP-адрес содержит 32 бита информации, которые разделяются на четыре однобайтовые (восьмибитовые) секции, иначе называемые октетами. Существуют три способа представления IP-адресов:

- представление десятичными числами, разделенными точками, например, 130.57.30.56;
- двоичное представление, например, 10000010.00111001.00011110.00111000;
- шестнадцатеричное представление, например, 82 39 1E 38.

Здесь показаны три формы представления одного и того же IP-адреса. 32-битовый IP-адрес имеет иерархическую, а не плоскую (неиерархическую) структуру. Можно пользоваться любой схемой адресации, но иерархическая – более привлекательна.

Хороший пример неиерархической схемы адресации – нумерация карточек социального страхования. В этих номерах нет какого-либо разделения на секции, содержимое которых отражало бы местожительство или иные характеристики обладателя карточки. Достоинством плоской схемы является большое число возможных адресов, например, пространство 32-битовых адресов, в каждой позиции которых может быть 0 или 1, содержит 2 или 4.2 миллиарда адресов. Неудобство такой схемы состоит в невозможности осуществления маршрутизации, именно по этой причине плоская схема не используется для IP-адресации. Если все адреса различны, маршрутизаторам Интернета придется запоминать адреса всех машин, подключенных к Интернету, что не позволит добиться эффективной маршрутизации, даже при использовании лишь части адресного пространства.

Поэтому для адресации выбрана иерархическая схема с тремя уровнями иерархии: сеть, подсеть и хост. Для примера рассмотрим структуру телефонного номера. Первая его часть (код региона) описывает обширную географическую область. Вторая часть (префикс) сужает эту область до зоны действия локальной телефонной станции. Последний сегмент (собственно номер телефона) определяет конкретное соединение. При IP-адресации также используется схема с тремя уровнями. Вместо того чтобы рассматривать 32-битовую комбинацию как единый идентификатор, в адресе выделяются части для адреса сети и для адреса узла.

Адрес сети однозначно определяет сеть. В IP-адресах всех машин, подключен или к одной сети, указывается один и тот же адрес сети. Например, в IP-адресе 172.16.30.56 адресом сети может быть 172.16.

Адрес узла присваивается каждой машине сети. В отличие от адреса сети, описывающего группу устройств, адрес узла уникален и однозначно определяет конкретную машину сети. Адрес узла называют также адресом хоста. В приведенном примере адрес узла имеет вид 30.56.

Разработчики Интернета решили создать классы сетей, причем сеть относится к тому или иному классу в зависимости от своего размера. Для небольшого количества сетей со значительным числом узлов создан *класс A. Класс C* зарезервирован для многочисленных сетей с малым количеством узлов. К сетям *класса B* относятся сети промежуточного размера. Способ разделения IP-адреса на поля адресов сети и узла определяется принадлежностью сети к тому или иному классу. В таблице 1.1 приведены сведения о трех классах сетей.

Таблица 1.1 – Характеристика классов сетей

Класс	Формат	Начальная битовая комбинация	Диапазон десятичных значений первого байта адреса сети	Максимальное число сетей	Максимальное число узлов в сети
A	Сеть.Узел.Узел.Узел	0	1-127	127	16 777 214
B	Сеть.Сеть.Узел.Узел	10	128-191	16384	65 534
C	Сеть.Сеть.Сеть.Узел	110	192-223	2097152	254

Для эффективной маршрутизации разработчики Интернета определяют обязательную начальную часть адреса для каждого из классов. Например, зная, что адрес сети класса A всегда начинается с 0, маршрутизатор может ускорить передачу пакета по нужному маршруту после распознавания содержимого первого бита адреса. На рисунке 1.1 показано соответствие между классом сети и содержимым начальных битов адреса.

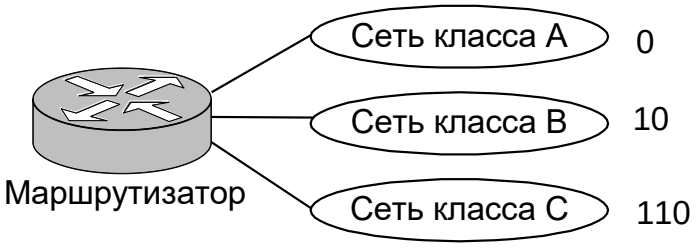


Рисунок 1.1 – Начальные битовые комбинации сети

Некоторые IP-адреса зарезервированы для специального применения, и администратор сети не вправе приписывать их узлам сети. Зарезервированные адреса перечислены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Зарезервированные IP-адреса

Адрес	Назначение
Адрес сети, состоящий из нулей	Интерпретируется как «текущая сеть» или «текущий сегмент»
Адрес сети, состоящий из единиц	Интерпретируется как «все сети».
Сеть 127	Зарезервировано для кольцевых тестов. Обозначает локальный узел и используется, когда узел посылает тестовый пакет самому себе без создания дополнительного трафика
Адрес узла, состоящий из нулей	Интерпретируется как «текущий узел»
Адрес узла, состоящий из единиц	Интерпретируется как «все узлы» определенной сети; например, адрес 128.2.255.255 описывает все узлы сети 128.2 (адрес класса B).
Нулевой IP-адрес	Используется маршрутизаторами Cisco для обозначения маршрута, выбранного по умолчанию.
IP-адрес, состоящий из единиц (или 255.255.255.255)	Широковещательный адрес (адрес сообщений, направляемых всем узлам текущей сети)

Сети класса A

В IP-адресе сетей класса A первый байт занимает адрес сети, а в трех последующих байтах размещается адрес узла. Формат IP-адреса сети класса A:

Сеть.Узел.Узел.Узел.

Например, в IP-адресе 49.22.102.70 адрес сети равен 49, а адрес узла – 22.102.70. Каждая машина этой сети должна иметь адрес сети, равный 49.

Адрес сети класса А имеет длину 1 байт, причем его первый бит зарезервирован (см. таблицу 1.1). Это означает, что можно создать не более 128 сетей класса А. Так как каждый из семи оставшихся битов может принимать значение 0 или 1, т. е. существует 2 или 128 различных комбинаций. Было решено, что нулевой адрес сети (0000 0000) резервируется для обозначения маршрута, выбранного по умолчанию (см. таблицу 1.2). Поэтому фактическое число используемых адресов сетей класса А составляет 128 – 1=127.

Вы можете определить это число самостоятельно. Начните со строки с двоичным нулем и спускайтесь по строкам вниз, обращая внимание на значение первого самого левого) бита. Десятичное число в строке, где этот бит впервые становится 1, равно 127. Иначе говоря, номера сетей класса А выбираются из диапазона от 0 до 127. Так как нулевой адрес зарезервирован, диапазон становится уже: от 1 до 127. В таблице 1.2 указано, что сеть с номером 127 также является особой. Таким образом, точное число сетей класса А равно 126.

Под адрес узла в IP-адресе сетей класса А отведено *3* байт (24 бит). В них можно разместить 2^{24} или 16 777 216 различных двоичных комбинаций или адресов узлов. Поскольку адреса, состоящие только из нулей и только из единиц, зарезервированы, точное число узлов в сети класса А составляет 16 777 214.

Сети класса В

В IP-адресе сетей класса В первые два байта занимает адрес сети, а в двух последующих байтах размещается адрес узла. Формат IP-адреса сети класса В:

Сеть.Сеть.Узел.Узел

Например, в IP-адресе 172.16.30.56 адрес сети равен 172.16, а адрес узла – 30.56.

Для адреса сети, состоящего из 16 бит, имеется 2^{16} возможных комбинаций. Разработчики Интернета решили, что адрес сети класса В

должен начинаться с комбинации 10. Поэтому свободными для формирования адреса остаются лишь 14 бит; это означает, что может существовать 2 или 16 384 сетей класса B.

Под адрес узла в IP-адресе сетей класса B отведено 2 байта. Поскольку адреса, состоящие только из нулей и только из единиц, зарезервированы, точное число сетей класса B равно $2^{16} – 2 = 65\ 534$.

Сети класса C

Первые три байта в IP-адресе сетей класса C занимает адрес сети, и всего байт остается для адреса узла. Формат IP-адреса сети класса C:

Сеть.Сеть.Сеть.Узел

Например, в IP-адресе 192.168.100.102 адрес сети равен 192.168.100, а адрес Узла – 102.

Первые три бита адреса сети класса C занимает комбинация 110. Поэтому для формирования адреса остается лишь 24 – 3 = 21 бит. Таким образом, может существовать 2^{21} или 2 097 152 сетей класса C.

Дополнительные классы сетей

Еще одним классом сетей является класс D. Диапазон адресов этого класса (от 224.0.0.0 до 239.255.255.255) используется для групповой рассылки пакетов.

Существует также класс сетей E с диапазоном адресов от 240.0.0.0 до 255.255.255.255. Эти адреса зарезервированы для использования в будущем.

Если вы не хотите усложнять себе жизнь, не присваивайте узлам своей сети адреса из классов D и E.

Подсети

Если в организации много компьютеров или они далеко стоят друг от друга, имеет смысл разбить большую сеть на несколько более мелких и соединить их через маршрутизаторы. К достоинствам такого подхода относятся:

- сокращенный сетевой трафик. Все ощутят снижение трафика любого типа. При этом сети остаются однотипными. Без маршрутизаторов

трафик грозит почти полностью затормозить, работу сети. А при их использовании большая часть трафика остается в локальной сети; через маршрутизатор будут передаваться лишь пакеты, предназначенные потребителям из других сетей;

- оптимизация производительности сети. Это премия за сокращение сетевого трафика;
- упрощенное управление. В группе небольших сетей, связанных друг с другом, гораздо легче выявить и решить возникающие проблемы, чем в одной большой сети;
- упрощенный охват больших географических пространств. Связи глобальных сетей намного медленнее и более дорогостоящие по сравнению со связями локальных сетей. Объединение многочисленных мелких сетей делает всю систему более эффективной.

Если организация с многочисленными сетями получает в Сетевом информационном центре только один сетевой адрес, возникают различные проблемы. Первые разработчики протокола IP брали в расчет значительно меньшую по объему Интернет, состоящую из десятка сетей и сотен хостов. В их схеме адресации для каждой физической сети предусматривался отдельный адрес.

Такой подход привел к появлению некоторых проблем. Вот первая: один и тот же адрес присваивается нескольким физическим сетям. Однако организация может потребовать отдельный адрес для каждой физической сети. Если бы все подобные запросы удовлетворялись, проблема адресации была бы решена.

Следующая проблема относится к применению маршрутизаторов. Если бы каждый маршрутизатор в Интернете должен был знать о каждой существующей физической сети, таблицы маршрутизации невероятно разрослись бы. Для поддержки таких таблиц потребовались бы дополнительные расходы на администрирование и увеличение физических

затрат на маршрутизаторы (время цикла процессора, память, дисковое пространство и т. д.).

Нежелательным последствием явился бы огромный рост сетевого трафика, поскольку маршрутизаторы обмениваются друг с другом информацией о маршрутизации.

Как же организовать подсети? Чтобы в единой сети IP выделить несколько более мелких логических подсетей, можно воспользоваться особенностью программной реализации TCP/IP. Особенность состоит в том, что часть битов из адреса хоста в IP-адресе отводится под так называемый адрес подсети.

Методика и порядок выполнения работы:

Методика

Выделение подсетей

Выделение подсетей реализуется за счет присвоения некоторого адреса подсети каждой машине заданной физической сети. Например, на рисунке 1.2 каждая машина подсети 4 имеет адрес подсети, равный 4.

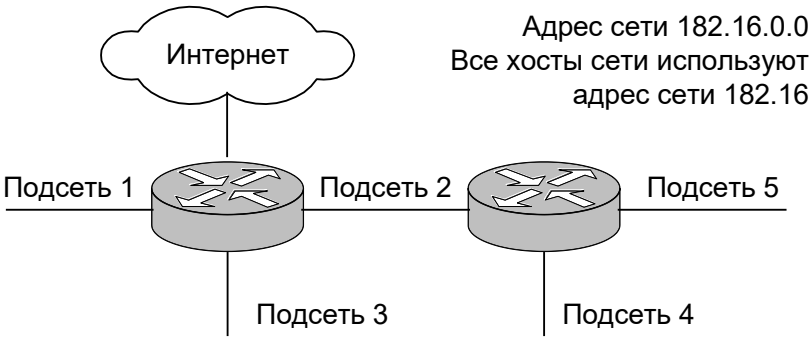


Рисунок 1.2 – Использование подсетей

Рассмотрим порядок размещения адреса подсети в IP-адресе. Часть IP-адреса, содержащую адрес сети, изменять нельзя, поскольку все машины сети используют его совместно. Например, все машины сети Acme имеют адрес сети, равный 182.16. Поэтому изменять можно только вторую часть IP-адреса. В схеме станции с подсетями часть адреса хоста рассматривается

как адрес подсети. На рисунке 1.3 показано, как в IP-адрес может быть встроен адрес подсети.

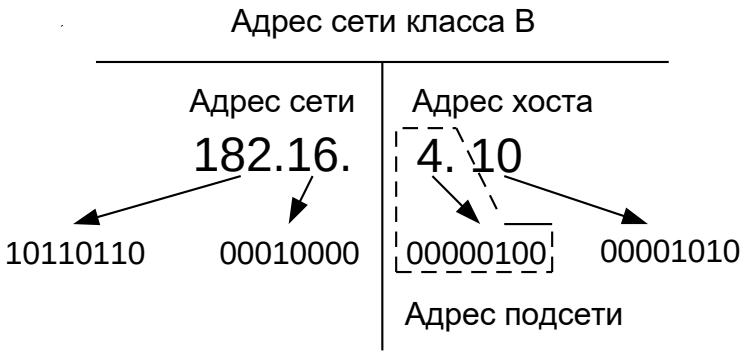


Рисунок 1.3 – Адрес подсети может быть встроен в IP-адрес только в части, относящейся к адресу хоста

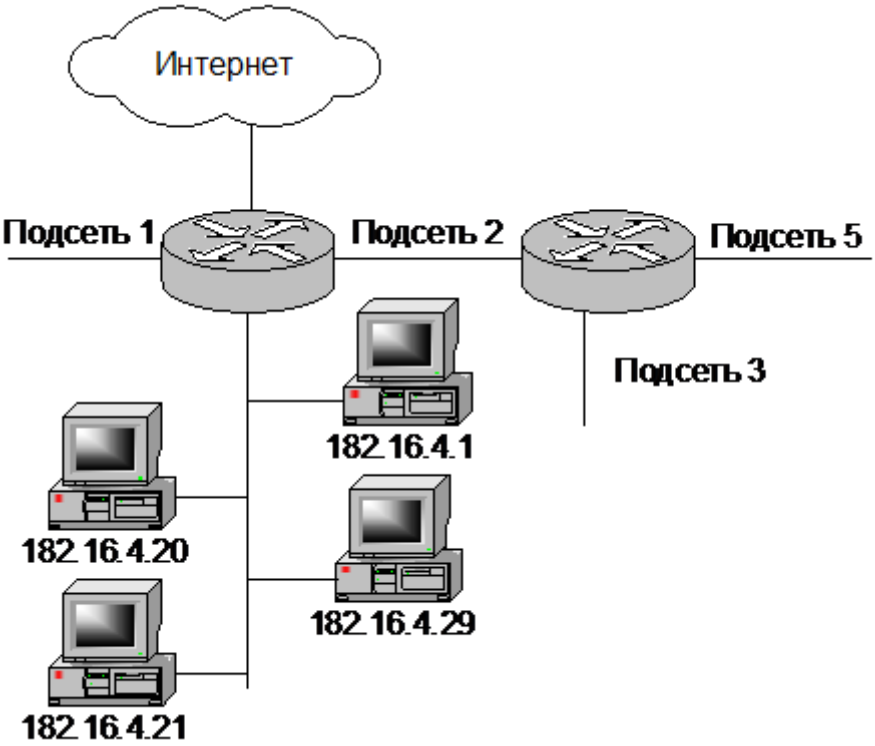


Рисунок 1.4 – Адрес сети и адрес подсети

Поскольку сеть Acme относится к классу B, в первых двух байтах IP-адреса содержится адрес сети, совместно используемый всеми машинами сети, независимо от того, к каким подсетям они принадлежат. Адрес каждой машины подсети 4 должен иметь в третьем байте число 0000 0100. Четвертый байт (адрес хоста) содержит уникальное число, идентифицирующее конкретный хост. Таким образом, в состав IP-адреса входят три поля: адрес сети, адрес подсети и адрес хоста.

На рисунке 1.4 показано, как используются адреса сети и подсети. Этот подход применим к любой подсети, выделенной в составе сети.

Маски подсетей

При применении схемы адресации с подсетями каждая машина сети должна знать, какая часть адреса хоста занята адресом подсети. Для этого на каждой машине создается маска подсети.

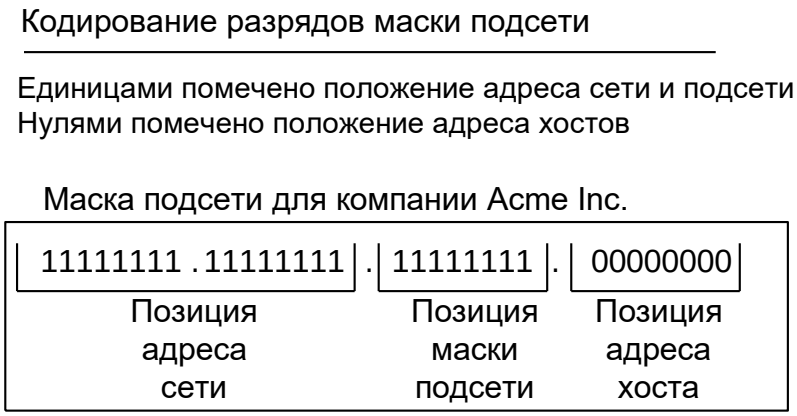


Рисунок 1.5 – Маска подсети

Администратор сети создает 32-битовую маску подсети, состоящую из 0 и 1. Единицы в маске подсети помечают позиции, относящиеся к адресам сети и подсети. Нули заносятся в позиции, отведенные под адрес хоста. Эта идея проиллюстрирована на рисунке 1.5.

В примере первые два байта маски подсети заполнены единицами, поскольку сети Acme относится к классу B (формат Сеть.Сеть.Узел.Узел). Третий байт, обычно относящийся к адресу хоста, представляет собой адрес подсети. Поэтому все его биты заполнены единицами. И только в четвертом байте хранится уникальный адрес хоста.

Маска подсети может быть также представлена в десятичном формате. Двоичная комбинация 1111 1111 соответствует десятичному числу 255. Таким образом, маску подсети нашего примера можно отобразить двумя способами. Эта идея проиллюстрирована на рисунке 1.6

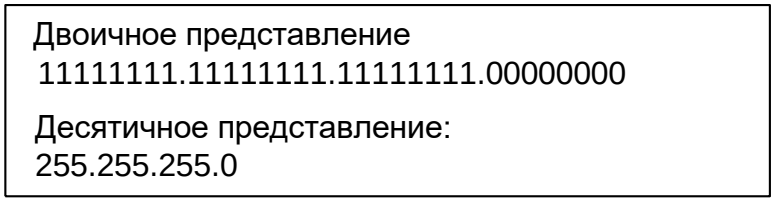


Рисунок 1.6 – Просмотр IP-адреса с помощью маски подсети

Совсем необязательно, чтобы в состав сети входили подсети, т. е. маска подсети может и не использоваться. В подобных случаях говорят, что существует маска подсети, принятая по умолчанию. Маски, принятые по умолчанию для различных классов сетей (см. таблицу 1.3), изменять нельзя. Иначе говоря, применять в качестве маски подсети маску 255.0.0.0 не разрешается. Хост, которому вы попытаетесь присвоить такую маску, посчитает ее некорректной и не позволит завершить данную операцию. Для сетей класса А нельзя изменять первый байт маски подсети, поэтому она должна начинаться с числа 255. Кроме того, недопустима маска 255.255.255.255, поскольку эта конфигурация обозначает широковещательный адрес. Маска подсети для сетей класса В должна начинаться 255.255, а для сетей класса С – с 255.255.255.

Таблица 1.3 – Маски подсетей, принятые по умолчанию

Класс сети	Формат адреса	Маска подсети
A	Сеть.Узел.Узел.Узел	255.0.0.0
B	Сеть.Сеть.Узел.Узел	255.255.0.0
C	Сеть.Сеть.Сеть.Узел	255.255.255.0

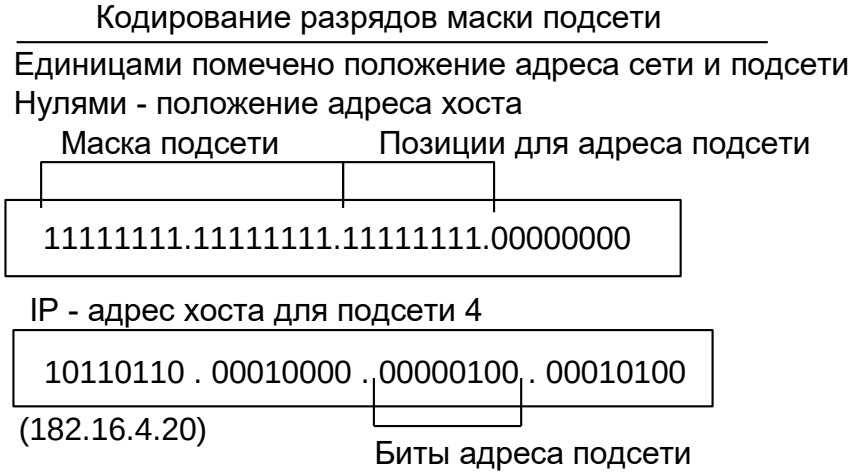


Рисунок 1.7 – Просмотр IP-адреса с помощью маски подсети

После того как администратор сети создаст маску подсети для каждой машины, программное обеспечение протокола IP будет просматривать IP-

адреса, используя маску подсети для определения адреса подсети, Соответствующая операция представлена на рисунке 1.7.

В этом примере по маске подсети программно определяется, что третий байт IP-адреса больше не относится к адресу хоста, а занят адресом подсети, равным 0000 0100.

Если для размещения адреса подсети использовать третий байт IP-адреса класса B, то задание и определение адреса подсети облегчается. Например, если в сети Acme Inc. необходимо определить подсеть 12, в третий байт адресов всех машин этой подсети следует вставить 0000 1100.

При использовании всего третьего байта IP-адреса класса B для адреса подсети можно создать довольно много подсетей. Действительно, так как байт состоит из восьми битов, можно определить $2^8 = 256$ различных адресов. Поскольку адрес не может состоять только из единиц или нулей, число возможных подсетей уменьшается до 254. Таким образом, в сети Acme Inc. можно выделить до 254 подсетей, каждая из которых будет содержать до 254 хостов.

Хотя в официальной спецификации протокола IP применение нулевого адреса подсети ограничено, в некоторых программных продуктах такой адрес все же используется. Например, добавление специальных команд для маршрутизатора Cisco позволяет вводить подсети с нулевым адресом, увеличивая число возможных подсетей до 255. Однако по умолчанию такое изменение невозможно.

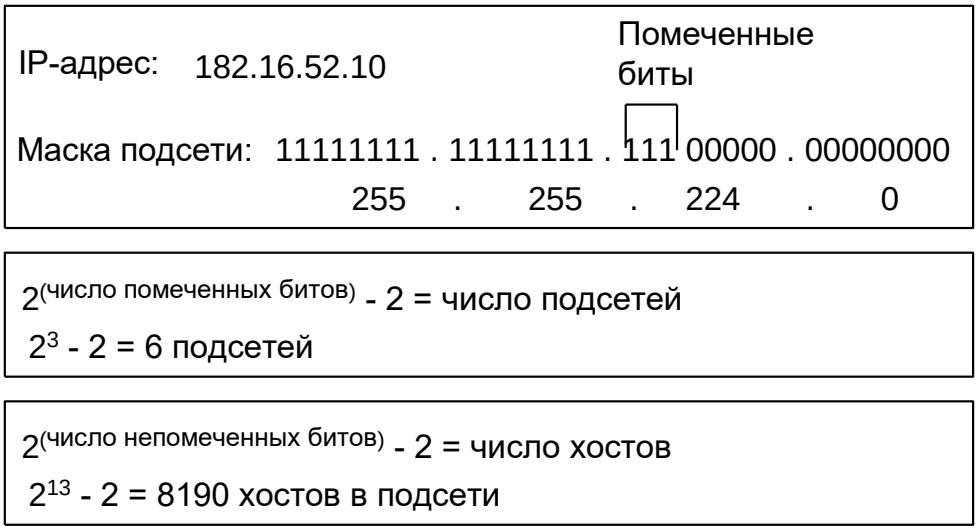


Рисунок 1.8 – Формулы для подсчета числа подсетей и хостов

Приведем формулы для подсчета максимального числа подсетей и хостов в подсети:

$2^{(\text{число помеченных битов в маске подсети})} - 2$ = максимальное число подсетей;

$2^{(\text{число непомеченных битов в маске подсети})} - 2$ = максимальное число хостов в подсети.

Помеченными считаются биты с единичным значением, а *непомеченными* – нулевые биты. На рисунке 1.8 приведен пример применения этих формул.

Таким образом, если число помеченных битов равно 3, согласно приведенным формулам можно создать до шести подсетей. Для адресации хостов остается 5 бит в третьем байте и 8 бит в четвертом. При 13-битовых адресах к подсети можно подключить до $2^{13} - 2 = 8190$ хостов.

При возврате к применению полного байта адреса узла в качестве адреса подсети (маска 255.255.255.0) возможное количество узлов в каждой подсети сократится. Без выделения подсетей адрес класса B может иметь 65 534 различных значений, которые разрешается использовать в качестве адреса узлов.

Если адрес подсети занимает полный байт адреса узла, остается только один байт для адресов хостов, т. е. в подсети можно разместить до 254 хостов. Когда в какой-нибудь подсети потребуется увеличить это число,

возникают затруднения. Для их разрешения необходимо либо укоротить поле адреса подсети в маске и тем самым увеличить длину адреса хоста, либо добавить вторичный IP-адрес к интерфейсу маршрутизатора, что также позволит увеличить число хостов в подсети. Однако побочным эффектом такого решения будет уменьшение количества образуемых подсетей.

Использование калькулятора Windows для решения сетевых задач

Сетевые техники работают на компьютерах и сетевых устройствах с двоичными, десятичными и шестнадцатеричными числами. Требуется:

с помощью калькулятора Windows преобразовывать числа в двоичную, десятичную и шестнадцатеричную системы счисления;

с помощью степенной функции определять число узлов, которым можно назначить адреса, на основе доступного числа разрядов.

Шаг 1: включение калькулятора Windows и определение его режима работы

а. В меню «Пуск» выберите «**Все программы > Стандартные**», а затем – «**Калькулятор**» рис 1.9.

Рисунок 1.9 – Внешний вид калькулятора

Альтернативный метод запуска приложения «Калькулятор» – открыть меню «**Пуск**», выбрать команду «**Выполнить**», ввести **calc** и нажать клавишу «**Enter**». Попробуйте оба метода.

б. После запуска приложения «Калькулятор» откройте меню «**Вид**».

в. Определите, какой режим [Обычный | Инженерный] является активным в данный момент?

г. Выберите режим «Стандартный». Это основной режим для простых вычислений. Посмотрите, сколько математических функций доступно в этом режиме? (Восемь)

д. В меню «Вид» выберите пункт режим «Инженерный».

Шаг 2: переход между системами счисления

а. Перейдите в режим «**Инженерный**». Обратите внимание на доступные режимы систем счисления – Hex (шестнадцатеричная), Dec (десятичная), Oct (восьмеричная) и Bin (двоичная).

б. Посмотрите, какая система счисления используется в данный

момент? (Dec)

в. Уясните, что цифры (0 – 9) на цифровой клавиатуре активны в десятичном режиме.

г. Установите переключатель **Bin** (двоичная). Какие цифры на цифровой клавиатуре активны в данный момент? (0 и 1)

д. Почему другие цифры недоступны?

е. Установите переключатель **Hex** (шестнадцатеричная).

ж. Убедитесь, что символы 0 – 9, а также A, B, C, D, E и F на цифровой клавиатуре активны в данный момент. В шестнадцатеричной системе счисления (основание 16) используется 16 цифр.

з. Установите переключатель **Dec**. С помощью кнопки мыши щелкните цифру **1**, а затем – цифру **5** на цифровой клавиатуре. В поле введено десятичное число 15. Установите переключатель **Bin**.

и. Что стало с числом 15 в текстовом поле наверху окна?

к. Переключая режимы, числа преобразуются из одной системы счисления в другую. Снова перейдите в режим **Dec**. Число в окне вернется к десятичному виду. Выберите режим **Hex**.

л. Какая шестнадцатеричная цифра (0 – 9 или A – F) соответствует десятичному числу 15?

м. Очистите окно от числа 15. Снова перейдите в режим **Dec**. Для ввода цифр можно использовать не только мышь, но и вспомогательную цифровую клавиатуру и клавиши с цифрами. С помощью вспомогательной цифровой клавиатуры, расположенной справа от клавиши **Enter**, введите число **22**. Если число не появляется в поле калькулятора, нажмите клавишу «**Num Lock**», чтобы включить вспомогательную цифровую клавиатуру. После появления числа 22 в текстовом поле калькулятора с помощью клавиш с цифрами наверху клавиатуры добавьте **0** к числу 22 (после чего в поле должно отображаться 220). Установите переключатель **Bin**.

н. Какое двоичное число соответствует десятичному числу 220?

о. Очистите окно от числа 220. В режиме двоичной системы счисления

введите следующее двоичное число: **11001100**. Установите переключатель **Dec**.

п. Определите, какое десятичное число соответствует двоичному числу 11011100?

р. Преобразуйте следующие десятичные числа в двоичные. Убедитесь, что полученные результаты соответствуют приведенным ниже числам

Десятичное число	Двоичное число
86	1010110
175	10101111
204	11001100
19	10011

с. Преобразуйте следующие двоичные числа в десятичные. Проверьте полученный результат.

Двоичное число	Десятичное число
11000011	195
101010	42
111000	56
10010011	147

Шаг 3: преобразование IP-адресов узлов

а. У сетевых компьютеров обычно есть два адреса: IP-адрес и MAC-адрес Ethernet. Для удобства пользователей IP-адрес обычно представляется в виде группы десятичных чисел, разделенных десятичной точкой, например, 135.15.227.68. Каждый десятичный октет в адресе или маске можно преобразовать в 8 двоичных разрядов. Помните, что компьютер понимает только двоичные разряды. Если все 4 октета преобразовать в двоичную форму, сколько разрядов получится? (IP-адрес является 32-разрядным, 4x8).

б. IP-адреса обычно представляются в виде четырех десятичных чисел, которые принимают значения в пределах от 0 до 255 и разделены точкой. Преобразуйте 4 части IP-адреса 192.168.10.2 к двоичному виду.

Десятичное число	Двоичное число
192	11000000
168	10101000
10	1010
2	10

в. В предыдущей задаче обратите внимание на то, что число 10

преобразуется только в четыре цифры, а 2 – в две цифры. Так как в каждой позиции IP-адреса может быть указано любое число от 0 до 255, то для предоставления каждого такого числа обычно используется восемь цифр. В предыдущем примере для представления чисел 192 и 168 в двоичной форме требовалось восемь цифр, однако для представления чисел 10 и 2 столько цифр не требуется. Обычно к каждому преобразованному к двоичной форме числу IP-адреса слева добавляются нули (0), чтобы получить восемь двоичных цифр. Число 10 должно быть представлено в виде 00001010. Перед четырьмя значащими двоичными цифрами добавлено четыре нуля.

г. В текстовом поле калькулятора в двоичном режиме введите цифры **00001010** и установите переключатель **Dec**.

д. Какому десятичному числу соответствует 00001010?

е. Влияют ли «лидирующие» нули на число?

ж. Как должно быть представлено число 2 (в предыдущем примере) восемью цифрами?

Шаг 4: преобразование масок IP-подсетей узлов

а. Маски подсетей, такие как 255.255.255.0, также представлены в виде десятичных чисел с разделительными точками. Маска подсети всегда состоит из четырех 8-разрядных октетов, каждый из которых представляется десятичным числом. За исключением десятичного числа 0 (все 8 двоичных разрядов – нули) и десятичного числа 255 (все 8 двоичных разрядов – единицы), у каждого октета будет некоторое количество единиц слева и некоторое число нулей справа. Преобразуйте 8 возможных десятичных значений октетов маски подсети в двоичную форму.

Десятичное число	Двоичное число
0	00000000
128	10000000
192	11000000
224	11100000
240	11110000
248	11111000
252	11111100
254	11111110

255	11111111

б. Преобразуйте четыре компонента маски подсети 255.255.255.0 к двоичному виду.

Десятичное число	Двоичное число
255	11111111
255	11111111
255	11111111
0	0 (8 нулей)

Шаг 5: преобразование широковещательных адресов

а. Сетевые компьютеры и устройства используют широковещательные адреса для отправки сообщений целым группам узлов. Преобразуйте следующие широковещательные адреса.

Адрес	Двоичное число
Широковещательный IP-адрес 255.255.255.255	11111111 11111111 11111111 11111111
Широковещательный MAC-адрес FF:FF:FF:FF:FF:FF	11111111 11111111 11111111 11111111 11111111 11111111

Шаг 6: определение числа узлов сети с помощью степеней числа 2

а. Для представления двоичных чисел используются две цифры, 0 и 1. При вычислении количества возможных узлов в подсети используются степени числа 2 из-за двоичного представления. В качестве примера рассмотрим маску подсети, в которой остается шесть разрядов в части IP-адреса, соответствующей узлу. В этом случае число узлов в сети равно 2 в 6-ой степени минус 2 (так как одно число требуется для представления сети, другое – для достижения всех узлов сети, т.е. для широковещательного адреса). Всегда используется число 2, так как работа ведется в двоичной системе счисления. Число 6 определяет количество разрядов, соответствующих узлам.

б. В поле калькулятора в режиме **Dec** введите число **2**. Нажмите кнопку «**x^y**», которая соответствует возведению числа в некоторую степень. Введите число **6**. Нажмите кнопку «=», а затем – клавишу «**Enter**» или «=» на клавиатуре – это эквивалентные способы получения конечного результата. В результате появится число 64. Чтобы вычесть два, нажмите кнопку с

минусом (-), затем – кнопку **2**, а в конце – кнопку «=». В результате появится число 62.

Это означает, что может использоваться 62 узла.

в. С помощью описанного выше процесса определите число узлов, если для представления узлов используется следующее число разрядов.

№ разрядов для узлов	Число узлов
5	30
14	16382
24	16777214
10	1022

г. С помощью освоенного метода определите, чему равняется 10 в 4-ой степени.

д. Закройте калькулятор Windows.

Шаг 7: определение номера сети и числа узлов на основе маски подсети

а. Задан сетевой IP-адрес 172.16.203.56 и маска подсети 255.255.248.0. Определите сетевую часть адреса и, на основе оставшегося для узлов числа разрядов, вычислите, сколько можно создать узлов.

б. Начните с преобразования 4 октетов десятичного IP-адреса в двоичную форму, а затем преобразуйте к двоичному виду десятичную маску подсети. При преобразовании к двоичной форме не забудьте добавить лидирующие нули, чтобы получить 8 разрядов для каждого октета.

IP-адрес и маска подсети в десятичной форме	IP-адрес и маска подсети в двоичной форме
172.16.203.56	10101100. 00010000. 11001011. 00111000
255.255.248.0	11111111. 11111111. 11111000. 00000000

в. Выровняйте 32 разряда маски подсети с 32 разрядами IP-адреса и сравните их. Разряды IP-адреса, соответствующие разрядам с единицами в маске подсети, представляют номер сети. Каков двоичный и десятичный номер сети для данного IP-адреса? Сначала определите двоичный адрес (включите все 32 разряда), а затем преобразуйте его к десятичному виду.

Сетевой адрес в двоичной форме: 10101100. 00010000. 11001000. 00000000

Сетевой адрес в десятичной форме: 172.16.200.0

г. Сколько разрядов с единицами в данной маске подсети?
_____ 21

д. Сколько разрядов осталось для создания узлов?
_____ 11

е. Сколько узлов можно создать с оставшимся числом разрядов?
_____

2^11 = 2 048–2 = 2 046

Порядок выполнения работы:

1) изучение теоретического материала лабораторной работы;
2) разбор исходных примеров, приведенных в данной работе;
3) выполнение заданий, предлагаемых в работе.

Задания

1. В сети 172.16.0.0 необходимо выделить подсети так, чтобы к каждой подсети можно было подключить до 600 хостов. Какую маску подсети следует выбрать, чтобы допустить рост числа подсетей в будущем?
2. Сеть 172.16.0.0 содержит 8 подсетей. Вам необходимо подключить к подсети максимально возможное число хостов. Какую маску подсети следует выбрать?
3. В сети 192.168.55.0 необходимо выделить максимальное число подсетей так, чтобы к каждой подсети можно было подключить 25 хостов. Какую маску подсети следует выбрать?
4. Ваша сеть класса А содержит 60 подсетей. В следующие два года вам необходимо организовать еще 40 подсетей, причем так, чтобы к каждой из них можно было подключить максимальное число хостов. Какую маску подсети следует выбрать?
5. У вас имеется сеть класса С с адресом 192.168.19.0, содержащая четыре подсети. Вам необходимо установить максимально возможное числохостов на сегменте. Какую маску подсети следует выбрать?

6. У вас есть сеть класса B, разделенная на 30 подсетей. Вы хотите добавить 25 новых подсетей в ближайшие два года. При этом вам потребуется подключить к каждому сегменту до 600 хостов. Какую Маску подсети следует выбрать?

7. Сеть 192.168.1.0 требуется разделить на 9 подсетей. При этом необходимо подключить к каждому сегменту максимально возможное число хостов. Какую маску подсети следует выбрать?

8. У вас имеется сеть класса C с тремя подсетями. Вам необходимо добавить 2 новые подсети в ближайшие два года. Каждая сеть должна содержать 25 хостов. Какую маску подсети следует выбрать?

9. В имеющемся у вас сетевом адресе класса C 192.168.88.0 необходимо выделить максимально возможное число подсетей, в каждой из которых должно быть до 12 хостов. Какую маску подсети следует выбрать?

10. Вы выбрали маску подсети 255.255.255.248. Сколько подсетей и хостов вы получите?

11. У вас есть IP-адрес 172.16.13.5 и маска подсети 255.255.255.128. Укажите класс адреса, адрес подсети и широковещательный адрес.

12. У вас есть 22-битовая маска подсети. Сколько подсетей и хостов вы получите?

13. Преобразование IP- и MAC-адреса узла

а. Нажмите кнопку «**Пуск**», выберите команду «**Выполнить**», введите команду **cmd** и нажмите клавишу «**Enter**». В командной строке введите **ipconfig /all**.

б. Отметьте IP-адрес и физический адрес (также известный как MAC-адрес).

IP-адрес:

_____

MAC-адрес:

_____

в. С помощью калькулятора преобразуйте четыре числа IP адреса к двоичному виду.

Десятичное число	Двоичное число

	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера

MAC-адрес, или физический адрес, обычно представлен 12 шестнадцатеричными цифрами, сгруппированными в пары и разделенными тире (-). Физические адреса на компьютерах под управлением Windows обычно отображаются в формате xx-xx-xx-xx-xx-xx, где x – цифра 0 – 9 или латинская буква от A до F. Каждую шестнадцатеричную цифру в адресе можно преобразовать в 4-разрядное двоичное число, воспринимаемое компьютером. Если все 12 шестнадцатеричные цифры преобразовать в двоичную форму, сколько разрядов получится? (MAC-адрес является 48 разрядным, 12x4).

д. Преобразуйте каждую шестнадцатеричную пару в двоичную форму. Например, если группа чисел CC-12-DE-4A-BD-88-34 соответствует физическому адресу, приведите шестнадцатеричное число к двоичному виду (11001100). Затем преобразуйте к двоичному виду шестнадцатеричное число 12 (00010010) и так далее. Убедитесь, что добавлено необходимое число лидирующих нулей, чтобы получить 8 двоичных разрядов для каждой пары шестнадцатеричных чисел.

Шестнадцатеричное число	**Двоичное число**
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера
	Зависит от компьютера

Варианты заданий представлены в следующей таблице:

Номера вариантов	Номера заданий
1	1,3,5,13
2	2,4,6,13
3	1,7,5,13
4	3,8,9,13

5	2,10,12,13
6	4,7,11,13
7	1,6,12,13
8	8,9,10,13
9	3,6,4,13
10	2,5,10,13
11	4,8,12,13
12	1,9,11,13

Требуется решить задачи согласно Вашему варианту, причем в задачах 1-12 записать результаты решения в двоичной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления.

Содержание отчета и его форма:

Отчет должен иметь форму согласно оформлению простого реферата. Титульный лист должен включать: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя. Основная часть работы должна содержать:

а) ответы на контрольные вопросы, предложенные в лабораторной работе;

б) подробное рассмотрение предложенных примеров лабораторной работы

в) описание каждого этапа выполнения задания;

г) выводы по проделанной работе.

Задание должно быть выполнено в соответствии с приведенными примерами.

Защита работы

Защита работы заключается:

1) в выполнении задания и оформлении отчета в соответствии с подпунктом «Содержание отчета и его форма»;

2) в ответах на контрольные вопросы по лабораторной работе;

3) в ответах на дополнительные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Понятие об IP-адресе.
2. Способы представления IP-адресов.
3. Пример иерархической схемы адресации.
4. Характеристика классов сетей.
5. Классы сетей.
6. Что такое подсети? С какой целью они используются?
7. Причины появления подсетей.
8. Выделение подсетей.
9. Основное назначение маски подсети.
10. Маски подсетей, принятые по умолчанию для классов сетей.
11. Связь маски подсети с IP-адресом.
12. Формулы для подсчета числа подсетей и хостов.
13. Примеры определения хостов и подсетей.
14. Использование калькулятора Windows для решения сетевых задач.

Лабораторная работа 5

Моделирование сетей с использованием топологических структур общая шина и звезда

Цель и содержание:

Цель

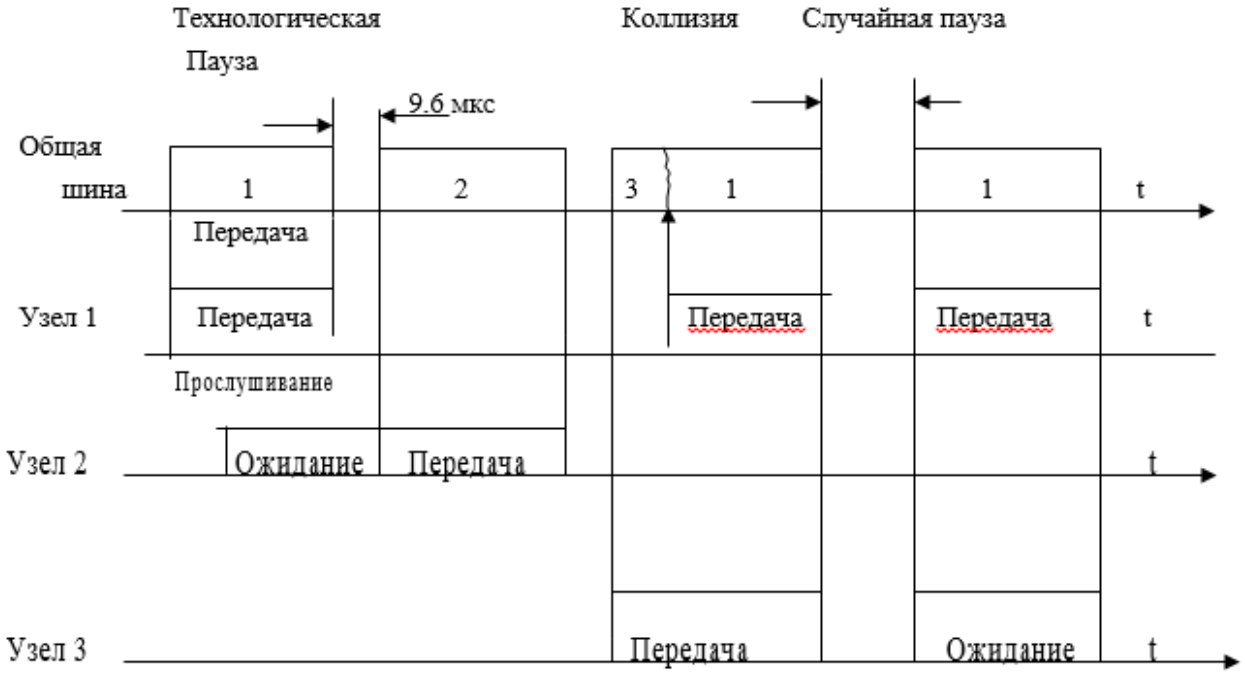
1. Построение локальной вычислительной сети с использованием топологии общая шина.
2. Построение с локальной вычислительной сети использованием топологии звезда.
3. Снятие статистических характеристик, полученных проектов локальной вычислительной сети и их исследование.

Теоретическая часть

Метод случайного доступа CSMA/CD

В сетях Ethernet используется метод доступа к среде передачи данных, называемый методом коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD).

Этот метод применяется исключительно в сетях с логической общей шиной (к которым относятся и радиосети, породившие этот метод). Все компьютеры такой сети имеют непосредственный доступ к общей шине, поэтому она может быть использована для передачи данных между любыми двумя узлами сети. Одновременно все компьютеры сети имеют возможность немедленно (с учетом задержки распространения сигнала по физической среде) получить данные, которые любой из компьютеров начал передавать на общую шину (рис. 3). Простота схемы подключения – это один из факторов, определивших успех стандарта Ethernet. Говорят, что кабель, к которому подключены все станции, работает в режиме коллективного доступа.



Этапы доступа к среде

Все данные, передаваемые по сети, помещаются в кадры определенной структуры и снабжаются уникальным адресом станции назначения.

Чтобы получить возможность передавать кадр, станция должна убедиться, что разделяемая среда свободна. Это достигается прослушиванием основной гармоники сигнала, которая также называется несущей частотой. Признаком незанятости среды является отсутствие на ней несущей частоты, которая при манчестерском способе кодирования равна 5-10 МГц, в зависимости от последовательности единиц и нулей, передаваемых в данный момент.

Если среда свободна, то узел имеет право начать передачу кадра. Этот кадр изображен на рис. 3 первым. Узел 1 обнаружил, что среда свободна, и начал передавать свой кадр. В классической сети Ethernet на коаксиальном кабеле сигналы передатчика узла 1 распространяются в обе стороны, так что все узлы сети их получают. Кадр данных всегда сопровождается *преамбулой,* которая состоит из 7 байт, состоящих из значений 10101010, и 8-го байта, равного 10101011(начальный ограничитель кадра). Преамбула нужна для вхождения приемника в побитовый и побайтовый синхронизм с передатчиком.

Все станции, подключенные к кабелю, могут распознать факт передачи кадра, и та станция, которая узнает собственный адрес в заголовках кадра, записывает его содержимое в свой внутренний буфер, обрабатывает полученные данные, передает их вверх по своему стеку, а затем посылает по кабелю кадр-ответ. Адрес станции-источника содержится в исходном кадре, поэтому станция-получатель знает, кому нужно послать ответ.

Узел 2 во время передачи кадра узлом 1 также пытался начать передачу своего кадра, однако обнаружил, что среда занята - на ней присутствует несущая частота, - поэтому узел 2 вынужден ждать, пока узел 1 не прекратит передачу кадра.

После окончания передачи кадра все узлы сети обязаны выдержать технологическую паузу в 9,6 мкс. Эта пауза, называемая межкадровым интервалом, нужна для приведения сетевых адаптеров в исходное состояние, а также для предотвращения монопольного захвата среды одной станцией. После окончания технологической паузы узлы имеют право начать передачу своего кадра, так как среда свободна. Из-за задержек распространения сигнала по кабелю не все узлы строго одновременно фиксируют факт окончания передачи кадра узлом 1.

В приведенном примере узел 2 дождался окончания передачи кадра узлом 1, сделал паузу в 9,6 мкс и начал передачу своего кадра.

Возникновение коллизии

При описанном подходе возможна ситуация, когда две станции одновременно пытаются передать кадр данных по общей среде. Механизм прослушивания среды и пауза между кадрами не гарантируют от возникновения такой ситуации, когда две или более станции одновременно решают, что среда свободна, и начинают передавать свои кадры. Говорят, что при этом происходит **коллизия,** так как содержимое обоих кадров сталкивается на общем кабеле и происходит искажение информации - методы кодирования, используемые в Ethernet, не позволяют выделять сигналы каждой станции из общего сигнала.

Коллизия - это нормальная ситуация в работе сетей Ethernet . В примере, изображенном на рис. 3, коллизию породила одновременная передача данных узлами 3 и 1. Для возникновения коллизии не обязательно, чтобы несколько станций начали передачу абсолютно одновременно, такая ситуация маловероятна. Гораздо вероятней, что коллизия возникает из-за того, что один узел начинает передачу раньше другого, но до второго узла сигналы первого просто не успевают дойти к тому времени, когда второй узел решает начать передачу своего кадра. То есть коллизии - это следствие распределенного характера сети.

Чтобы корректно обработать коллизию, все станции одновременно наблюдают за возникающими на кабеле сигналами. Если передаваемые и наблюдаемые сигналы отличаются, то фиксируется **обнаружение коллизии**. Для увеличения вероятности скорейшего обнаружения

коллизии всеми станциями сети, станция, которая обнаружила коллизию, прерывает передачу своего кадра (в произвольном месте, возможно, и не на границе байта) и усиливает ситуацию коллизии посылкой в сеть специальной последовательности из 32 бит, называемой **jam-последовательностью**.

После этого обнаружившая коллизию передающая станция обязана прекратить передачу и сделать паузу в течение короткого случайного интервала времени. Затем она может снова предпринять попытку захвата среды и передачи кадра. Случайная пауза выбирается по следующему алгоритму:

Пауза = L* (интервал отсрочки),

где интервал отсрочки равен 512 битовым интервалам (в технологии Ethernet принято все интервалы измерять в битовых интервалах; битовый интервал обозначается как bt и соответствует времени между появлением двух последовательных бит данных на кабеле; для скорости 10 Мбит/с величина битового интервала равна 0,1 мкс или 100 нс);

L представляет собой целое число, выбранное с равной вероятностью из диапазона $[0, 2^N]$, где N — номер повторной попытки передачи данного кадра: 1,2,..., 10.

После 10-й попытки интервал, из которого выбирается пауза, не увеличивается. Таким образом, случайная пауза может принимать значения от 0 до 52,4 мс.

Если 16 последовательных попыток передачи кадра вызывают коллизию, то передатчик должен прекратить попытки и отбросить этот кадр.

Из описания метода доступа видно, что он носит вероятностный характер, и вероятность успешного получения в свое распоряжение общей среды зависит от загруженности сети, то есть от интенсивности возникновения в станциях потребности в передаче кадров. При разработке этого метода в конце 70-х годов предполагалось, что скорость передачи данных в 10 Мбит/с очень высокая, по сравнению с потребностями компьютеров во взаимном обмене данными, поэтому загрузка сети будет всегда небольшой. Это предположение остается иногда справедливым и по сей день, однако уже появились приложения, работающие в реальном масштабе времени с мультимедийной информацией, которые очень загружают сегменты Ethernet. При этом коллизии возникают гораздо чаще. При значительной интенсивности коллизий полезная пропускная способность сети Ethernet резко падает, так как сеть почти постоянно занята повторными попытками передачи кадров. Для уменьшения интенсивности возникновения коллизий нужно либо уменьшить трафик, сократив, например, количество узлов в сегменте или заменив приложения, либо повысить скорость протокола, например, перейти на Fast Ethernet. Следует отметить, что метод доступа CSMA/CD вообще не гарантирует станции, что она когда-либо сможет получить доступ к среде. При небольшой нагрузке сети вероятность такого события невелика, но при коэффициенте использования сети, приближающемся к 1, такое событие становится очень вероятным. Этот недостаток метода случайного доступа - плата за его чрезвычайную простоту, которая сделала технологию Ethernet самой недорогой. Другие методы доступа - маркерный доступ сетей Token Ring и FDDI, метод Demand Priority сетей 100VG-AnyLAN свободны от этого недостатка.

Время двойного оборота и распознавание коллизий

Четкое распознавание коллизий всеми станциями сети является необходимым условием корректной работы сети Ethernet. Если какая-либо передающая станция не опознает коллизию и решит, что кадр данных ею передан верно, то этот кадр данных будет утерян. Из-за наложения сигналов при коллизии информация кадра исказится, и он будет отбракован принимающей станцией (возможно, из-за несовпадения контрольной суммы). Скорее всего, искаженная информация будет повторно передана каким-либо протоколом верхнего уровня, например, транспортным или прикладным, работающим с установлением соединения. Но повторная передача сообщения протоколами верхних уровней произойдет через значительно более длительный интервал времени (иногда даже через несколько секунд) по сравнению с микросекундными интервалами, которыми оперирует протокол Ethernet. Поэтому если коллизии

не будут надежно распознаваться узлами сети Ethernet, то это придет к заметному снижению полезной пропускной способности данной сети.

Для надежного распознавания коллизий должно выполняться следующее соотношение:

$T_{min} \geq PDU$,

Где T_{min} — время передачи кадра минимальной длины, а PDU, – время, за которое сигнал коллизии успевает распространиться до самого дальнего узла сети. Так как в худшем случае сигнал должен пройти дважды между наиболее удаленными друг от друга станциями сети (в одну сторону проходит неискаженный сигнал, а на обратном пути распространяется уже искаженный коллизией сигнал), то это время называется временем двойного оборота.

При выполнении этого условия передающая станция должна успевать обнаружить коллизию, которую вызвал переданный ее кадр, еще до того, как она закончит передачу этого кадра.

Очевидно, что выполнение этого условия зависит, с одной стороны, от длины минимального кадра и пропускной способности сети, а с другой стороны, от длины кабельной системы сети и скорости распространения сигнала в кабеле (для разных типов кабеля эта скорость несколько отличается).

Все параметры протокола Ethernet подобраны таким образом, чтобы при нормальной работе узлов сети коллизии всегда четко распознавались. При выборе параметров учитывается и приведенное выше соотношение, связывающее между собой минимальную длину кадра и максимальное расстояние между станциями в сегменте сети.

В стандарте Ethernet принято, что **минимальная длина поля данных кадра составляет 46 байт** (что вместе со служебными полями дает минимальную длину кадра 64 байт, а вместе с преамбулой - 72 байт или 576 бит). Отсюда может быть определено ограничение на расстояние между станциями.

В 10-мегабитном Ethernet время передачи кадра минимальной длины равно 575 битовых интервалов, следовательно, время двойного оборота должно быть меньше 57,5 мкс. Расстояние, которое сигнал может пройти за это время, зависит от типа кабеля. Для толстого коаксиального кабеля расстояние равно примерно 13 280 м. Учитывая, что за это время сигнал должен пройти по линии связи дважды, расстояние между двумя узлами не должно быть больше 6 635 м. В стандарте величина этого расстояния выбрана существенно меньше, с учетом других, более строгих ограничений.

Одно из таких ограничений связано с предельно допустимым затуханием сигнала. Для обеспечения необходимой мощности сигнала при его прохождении между наиболее удаленными друг от друга станциями сегмента кабеля, максимальная длина непрерывного сегмента толстого коаксиального кабеля, с учетом вносимого им затухания, выбрана в 500 м. На кабеле в 500 м, условия распознавания коллизий будут выполняться с большим запасом для кадров любой стандартной длины, в том числе и 72 байт (время двойного оборота по кабелю 500 м составляет всего 43,3 битовых интервала). Поэтому минимальная длина кадра могла бы быть установлена еще меньше. Однако разработчики технологии не стали уменьшать минимальную длину кадра, имея в виду многосегментные сети, которые строятся из нескольких сегментов, соединенных повторителями.

Повторители увеличивают мощность передаваемых с сегмента на сегмент сигналов, в результате затухание сигналов уменьшается и можно использовать сеть гораздо большей длины, состоящую из нескольких сегментов. В коаксиальных реализациях Ethernet разработчики ограничили максимальное количество сегментов в сети пятью, что в свою очередь ограничивает общую длину сети 2500 метрами. Даже в такой многосегментной сети условие обнаружения коллизий по-прежнему выполняется с большим запасом (сравним полученное из условия допустимого затухания расстояние в 2500 м с вычисленным выше максимально возможным по времени распространения сигнала расстоянием 6635 м). Однако в действительности временной запас является существенно меньше, поскольку в многосегментных сетях сами повторители вносят в распространение

сигнала дополнительную задержку в несколько десятков битовых интервалов. Небольшой запас был сделан также для компенсации отклонений параметров кабеля и повторителей.

В результате учета всех этих и некоторых других факторов было тщательно подобрано соотношение между минимальной длиной кадра и максимально возможным расстоянием между станциями сети, которое обеспечивает надежное распознавание коллизий. Это расстояние называют также максимальным диаметром сети.

С увеличение скорости передачи кадров, что имеет место в новых стандартах, максимальное расстояние между станциями сети уменьшается пропорционально увеличению скорости передачи. В стандарте Fast Ethernet оно составляет около 210 м, в стандарте Gigabit Ethernet оно было бы ограничено 25 метрами, если бы разработчики стандарта не предприняли некоторых мер по увеличению минимального размера пакета.

В табл. 1 приведены значения основных параметров процедуры передачи кадра стандарта 802.3, которые не зависят от реализации физической среды. Важно отметить, что каждый вариант физической среды технологии Ethernet добавляет к этим ограничениям свои, часто более строгие ограничения, которые также должны выполняться.

Таблица 1. Параметры уровня MAC Ethernet

Параметры	Значения
Битовая скорость	10 Мбит/с
Интервал отсрочки	512 битовых интервала
Межкадровый интервал	9,6 мкс
Максимальное число попыток передачи	16
Максимальное число возрастания диапазона паузы	10
Длина jam-последовательности	32 бита
Максимальная длина кадра (без преамбулы)	1518 байт
Минимальная длина кадра (без преамбулы)	64 байт (512 бит)
Длина преамбулы	64 бит
Минимальная длина случайной паузы после коллизии	0 битовых инт.
Максимальная длина случайной паузы после коллизии	524000 бит. инт
Максимальное расстояние между станциями сети	2500 м
Максимальное число станций в сети	1024

Методика и порядок выполнения работы

Методика

1. Построение локальной вычислительной сети с использованием топологии общая шина.

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

1. Запустите NetCracker Professional выбав Programs==> NetCracker Professional 3.2 ==> NetCracker Professional из меню «Пуск».
2. Из меню Файл выберите пункт Новый.
3. В браузере устройств найдите пункт «GenericLANs».

4. Переместите требуемые устройства в рабочую область, следуя следующим инструкциям:

a. Выберите Thin Ethernet Segment в подокне образов и переместите в рабочую область.

b. Измените размеры изображения устройства в рабочей области по вашему усмотрению.

c. Увеличьте размер шрифта подписи к устройству, выбрав из контекстного меню пункт «Свойства».

5. Добавьте четыре рабочие станции в окно рабочей области.

a. Найдите пункт «LAN workstations», затем «Workstations» и выберите папку «Generic Devices».

c. Вытащите Ethernet Workstation.

Получится следующее (рисунок 2.1):

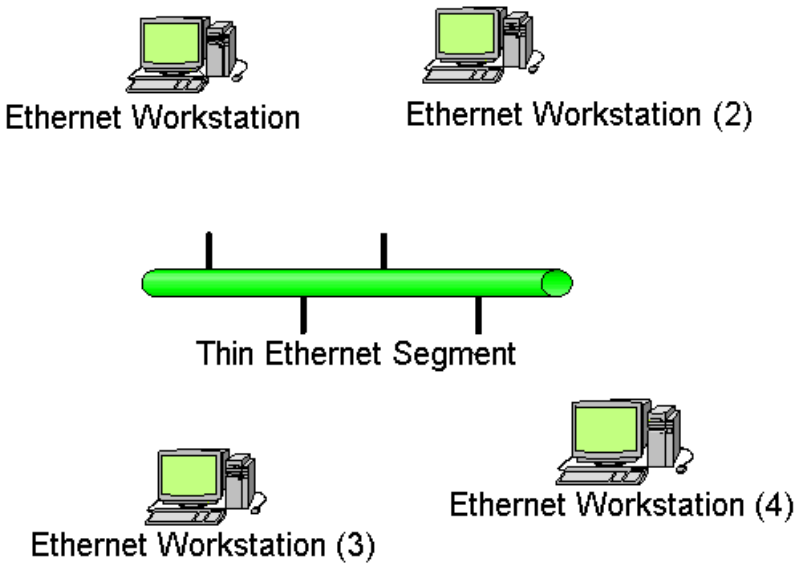


Рисунок 2.1 – Внешний вид рабочих станций

Способ определения совместимых устройств:

1. Щелкните мышью на устройстве.

2. Выберите пункт «Найти совместимые» (Find Compatible) из меню «Объекты» (Objects).

7. Соединение шины и рабочих станций.

a. В панели режимов нажмите кнопку  .

b. Нажмите левой кнопкой мыши сначала на Ethernet Workstation, а потом на Thin Ethernet Segment. Появится такой диалог (рисунок 2.2):

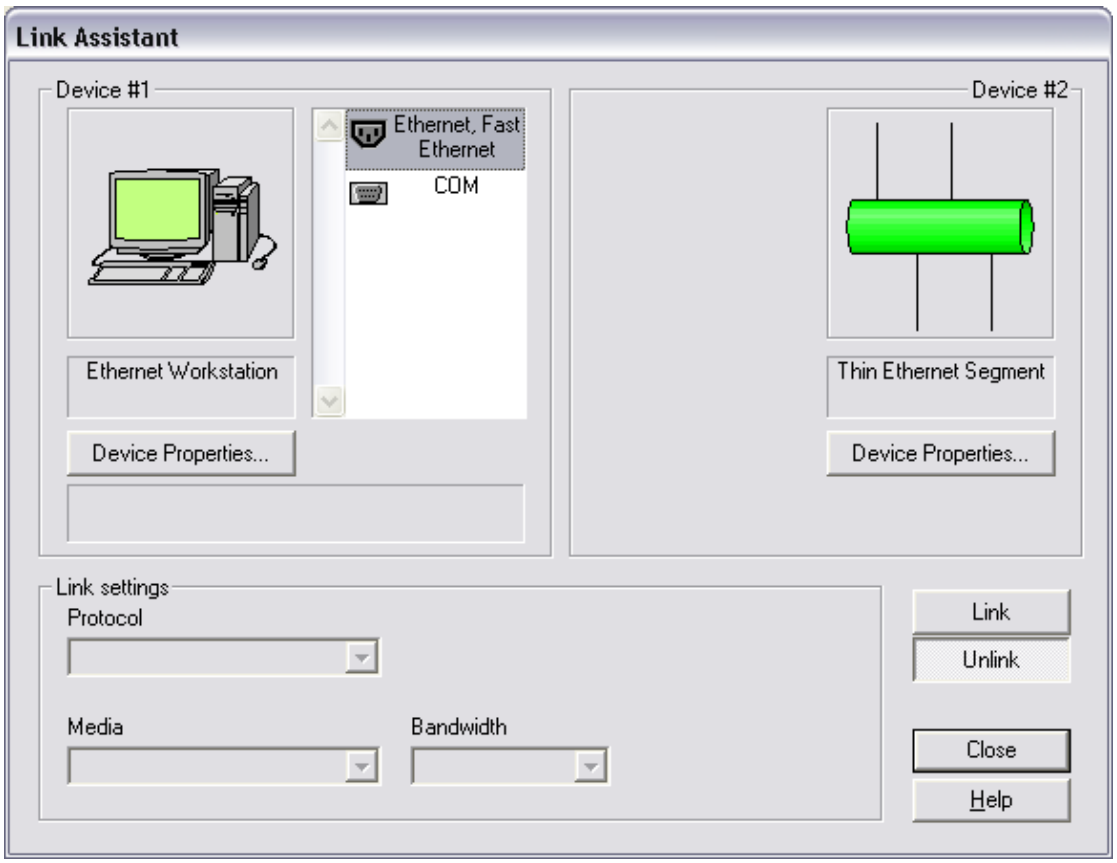


Рисунок 2.2 – Внешний вид панели Link Assistant

c. Нажмите кнопки «Link», затем «Close», чтобы установить связь и закрыть окно.

d. Для быстрой установки связи держите клавишу Shift, нажмите мышью на Ethernet Workstation, а потом на шину. Появится связь без обращения к диалоговому окну.

8. Выбор типа среды передачи.

a. Из меню «View» – «Вид» выберите пункт «Легенды».

Черный цвет связи в вашем проекте означает коаксиальную линию.

b. Закройте диалог кнопкой «Close».

9. Выбор типа трафика между рабочими станциями.

a. Нажмите кнопку «Set Traffics»  .

b. Нажмите левой кнопкой мыши на Ethernet Workstation, затем на Ethernet Workstation (4). Появится такой диалог (рисунок 2.3):

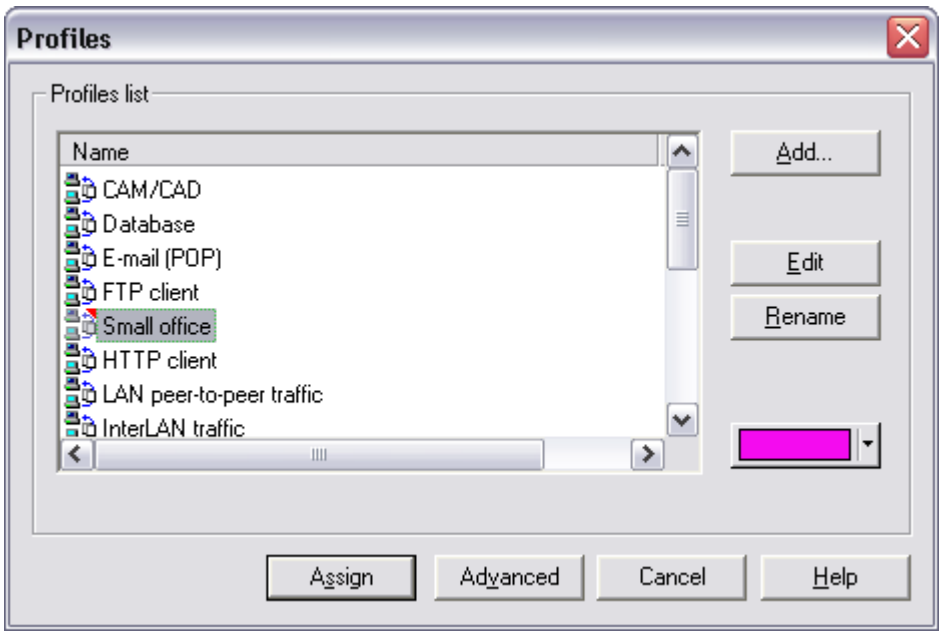


Рисунок 2.3 – Внешний вид панели Profiles

c. Выберите тип трафика «Small Office» между рабочими станциями.

d. Нажмите кнопку «Assign», чтобы установить данный тип трафика.

e. Повторите шаги 9b-d, но теперь нажмите левой клавишей мыши вначале на Ethernet Workstation (4), а затем на Ethernet Workstation.

f. Повторите шаги 9b-e для Ethernet Workstation (2) и Ethernet Workstation (3).

10. Проверка работоспособности созданного проекта сети. Нажмите на управляющей панели кнопку «Start». Через сегмент побегут пакеты между рабочими станциями.

11. Регулирование интенсивности взаимодействия информационного обмена.

a. Нажмите кнопку «Animation Setup» , и в появившемся диалоге переместите регулятор «Packet intensity».

b. Нажмите кнопку OK. Через несколько секунд интенсивность трафика должна измениться.

12. Изменение скорости перемещения пакетов.

a. Нажмите кнопку «Animation Setup» , и в появившемся диалоге переместите регулятор «Packet speed».

b. Нажмите кнопку OK. Через несколько секунд скорость пакетов должна измениться.

13. Изменение размеров изображений пакетов.

a. Нажмите кнопку «Animation Setup» , и в появившемся диалоге переместите регулятор «Packet size».

b. Нажмите кнопку OK. Размер изображений пакетов должен измениться.

14. Посмотрите на использованные Вами устройства и выберите закладку «Recently used» – «Используемые» в подокне образов.

15. Расположение карты как фона рабочего окна.

a. Из контекстного меню рабочего окна выберите «Site Setup» – «Настройки окна».

b. На закладке «Background» поставьте галочку «Map».

С помощью кнопки «Browse» выберите файл карты.

Чтобы понять, о чём речь, посмотрите на эту панель (рисунок 2.4):

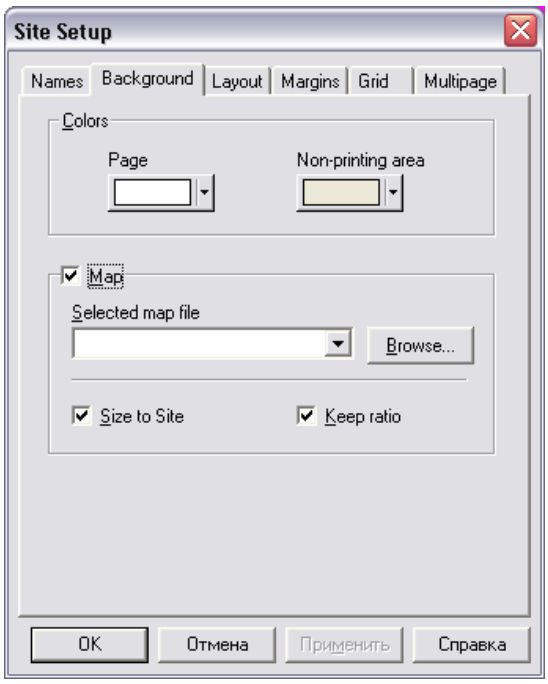


Рисунок 2.4 – Внешний вид панели Site Setup

16. Раскраска фона. Из контекстного меню рабочего окна выберите «Site Setup» – «Настройки окна».

a. На закладке «Background» снимите галочку «Map».

b. В списке «Page» выберите цвет по вкусу.

c. В списке «Non-printing» выберите другой цвет.

d. Нажмите OK.

Можно добавить цвет фона и в окно, содержащее уже изображение карты.

17. Профили трафика. Из меню «Global» – «Все», выберите пункт «Data flow» – «Потоки данных» (см. рисунок 2.5).

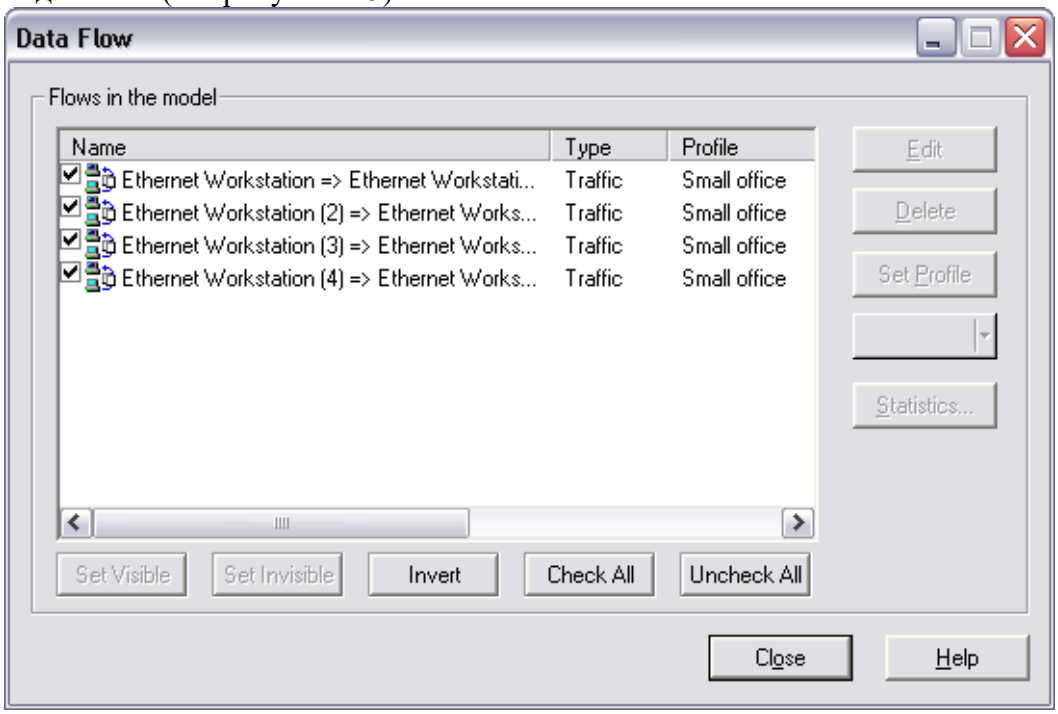


Рисунок 2.5 – Внешний вид панели Data Flow

В появившемся диалоге отобразятся профили уже выбранных Вами типов трафика.

18. Увеличение сети.

a. Добавьте в рабочее окно еще один сегмент Thin Ethernet Segment и еще несколько рабочих станций Ethernet Workstation. Соедините их в сеть повторив шаги 9b-e для новых рабочих станций.

b. Попытайтесь создать соединение между двумя сегментами Thin Ethernet Segment и Thin Ethernet Segment (2). В результате вы получите следующее сообщение (см. рисунок 2.6)

Рисунок 2.6 – Внешний вид окна при попытке соединения двух сегментов напрямую

Для соединения двух сегментов в одну сеть вам необходимо поставить между ними адаптер.

c. Выберите стандартный курсор кнопкой «Standard» в панели режимов.

d. В браузере устройств найдите список «Media adapters and converters and transceivers», затем «Generic Devices».

e. В подокне образов выберите «Ethernet Media Converter», переместите на свободное место в рабочем окне.

f. Создайте соединение между Thin Ethernet Segment и Ethernet Media Converter. Повторите процесс соединение для Ethernet Media Converter и Thin Ethernet Segment (2).

g. Теперь вы можете назначить трафик к примеру для Ethernet Workstation и Ethernet Workstation (6).

h. Запустите проект и проверьте его работоспособность.

2. Построение с локальной вычислительной сети использованием топологии звезда.

1) Из меню Файл выберите пункт Новый.

2) В браузере устройств найдите пункт «Switches». Затем разверните пункты Workgroup, Ethernet, D-Link Systems.

a) Переместите в рабочую область DES-2212 Fast Ethernet/Ethernet 12-port Switch выбрав его в подокне образов.

b) Откройте свойства данного свича, закладку Ports, на основе этого свича можно создать сеть из 8 рабочих станций с использованием сетевых карт Ethernet и 4 соединения при использовании адаптеров Fast Ethernet.

3) Добавьте несколько рабочих станции в окно рабочей области.

a. Найдите пункт «LAN workstations», затем «PCs» и выберите папку «Generic Devices».

c. Вытащите PC. Должно получиться следующее (рисунок 2.7):

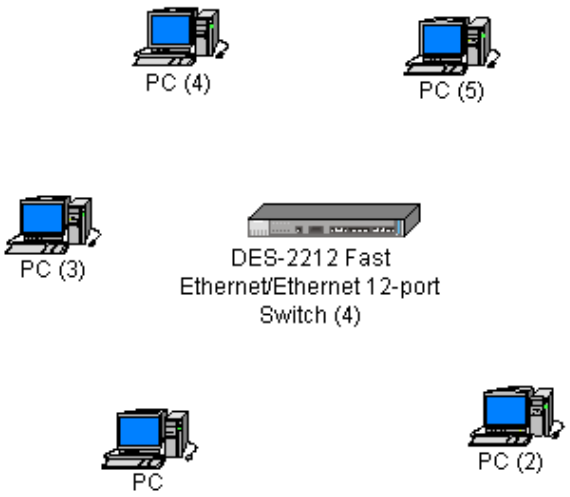


Рисунок 2.7 – Внешний вид рабочих станций

4) Добавьте сетевые адаптеры в рабочие станции.

a. Соберите пункт «LAN workstation».

b. Найдите «LAN adapters», «Ethernet», « Generic Devices».

c. Добавьте по одному Ethernet adapter в рабочие станции PC, PC(2), PC(3). И по одному Fast Ethernet adapter в PC(4), PC(5).

d. Создайте соединение между свитчем и станциями. При подключении обратите внимание на совместимость между различными портами и сетевыми картами.

e. Назначьте трафик между рабочими станциями как это было описано в вопросе 1, пункт 9.

5) Добавьте в рабочую область еще одни свитч. Выберете DES-5024 Fast Ethernet/Ethernet 24-port Modular Switch из «Switches», Workgroup, Ethernet, D-Link Systems.

a) Перенесите еще несколько рабочих станций, добавьте к ним адаптеры и назначьте трафик, повторив действия пунктов 3 и 4.

Полученная сеть будет иметь топологию звезда состоящую из двух сегментов.

3. Снятие статистических характеристик, полученных проектов локальной вычислительной сети и их исследование.

a. Правой кнопкой мыши кликните на любой из линий соединения и в контекстном меню выберите пункт Statistics. В результате чего появится окно (см. рисунок 2.8)

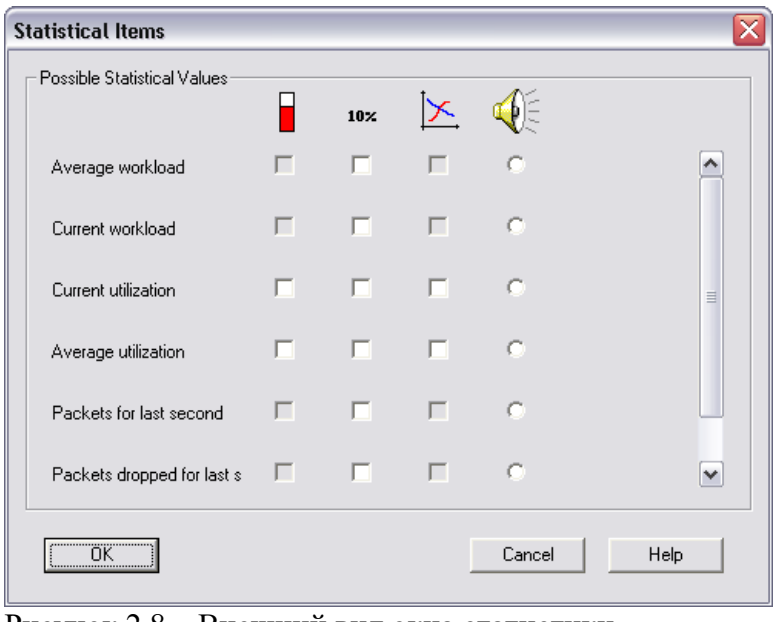


Рисунок 2.8 – Внешний вид окна статистики

b. Поставьте галочки, например, напротив Current utilization в первом столбце и напротив Average utilization во втором. Нажмите Ок.

c. Теперь вы можете увидеть статистику выбранной вами линии (см. рисунок 2.9)

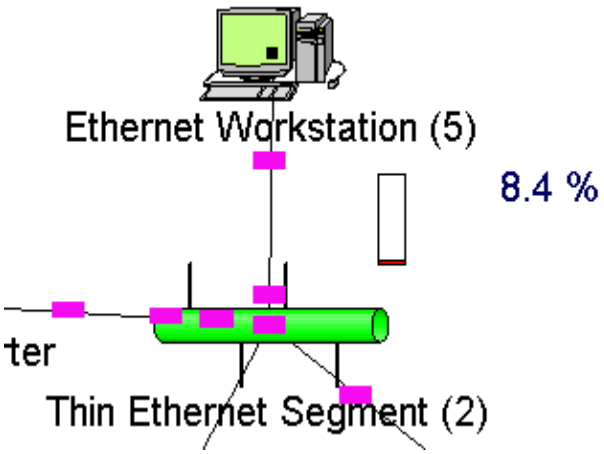


Рисунок 2.9 – Статистика

d. Попробуйте поменять интенсивность передачи пакетов и посмотреть, что получится.

В NetCracker также возможно создание графиков.

a. Правой кнопкой мыши кликните на любой из линий соединения и в контекстном меню выберите пункт Statistics.

b. Поставьте галочку, например, напротив Average utilization в третьем столбце. Нажмите Ок.

c. На экране график отражающий работу выбранной линии (см. рисунок 2.10).

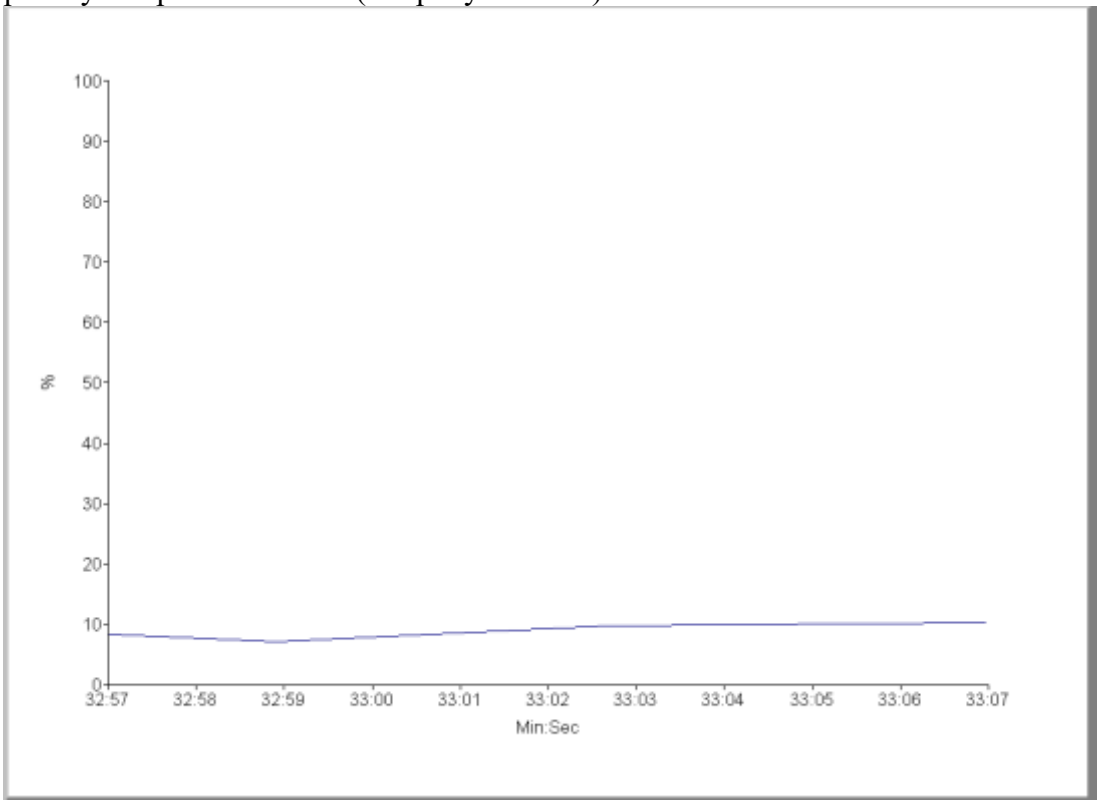


Рисунок 2.10 – График статистики

a. Из меню Файл выберите команду Сохранить.

b. По умолчанию имя файл будет Net1.net. Вы можете изменить его на такое, какое считаете необходимым. Расширение .NET добавится автоматически.

c. Закройте проект, предварительно остановив его.

d. Постройте одноуровневый сетевой проект согласно Вашему варианту задания, руководствуясь правилами, изложенными выше.

Варианты заданий:

1. Построить сетевой проект ЛВС Ethernet, имеющий топологию общая шина.
2. Построить сетевой проект ЛВС Ethernet, имеющий топологию звезда.
3. Построить сетевой проект ЛВС Ethernet, имеющий топологию иерархическая звезда.
4. Снятие статистических характеристик, полученных проектов локальной вычислительной сети и их исследование.

Порядок выполнения работы:

1) изучение теоретического материала лабораторной работы;
2) разбор исходных примеров, приведенных в данной работе;
3) выполнение задания, предлагаемого в лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. В каких топологических структурах используется метод доступа к среде передачи данных CSMA/CD?
2. Назовите этапы доступа метода CSMA/CD к среде передачи данных.
3. Назовите назначение преамбулы и ее содержание.
4. Для чего необходим межкадровый интервал и какое его значение?
5. Что такое коллизия? Охарактеризуйте ее.
6. Для чего необходима jam-последовательность?
7. Как формируется случайная пауза?
8. Как осуществляется распознавание коллизий?
9. Назовите минимальную длину поля данных.
10. Назовите параметры уровня MAC Ethernet.

Лабораторная работа 9

Исследование коммуникационного оборудования Switch 2960

Цель и содержание:

Цель

Изучить основные принципы конфигурирования коммуникационного оборудования Switch 2960.

Содержание

1. Регистрация на Switch.
2. Установка даты и времени на коммутатор
3. Установка паролей.
4. Изменение имени в устройстве Switch 2960
5. Установка IP-адреса
6. Конфигурирование портов

Теоретическое обоснование:

Switch – сетевое устройство, осуществляющее фильтрацию, распространение и создание потока кадров по результатам анализа адреса получателя. Функционирует на канальном уровне модели OSI.

Методика и порядок выполнения работы:

Методика

Регистрация на Switch

При регистрации на устройстве Switch 2960 вы видите приглашение интерпретатора Exec в пользовательском режиме, появляется информация об устройстве и управляющее меню:

Catalyst 2960 Management Console
Copyright (c) Cisco Systems, Inc. 1993-1999
All rights reserved.
Enterprise Edition Software
Ethernet Address: 00-30-80-C7-BE-C0

PCA Number: 73-3122-04
PCA Serial Number: FAB033723WJ
Model Number: WS-C1912-A
System Serial Number: FAB0338S10A
Power Supply S/N: APQ032404SA
PCB Serial Number: FAB033723WJ,73-3122-04
---
1 user(s) now active on Management Console.
User Interface Menu
[M] Menus
[K] Command Line
Enter Selection:

Menus(Меню) – этот пункт позволяет производить выбор пошаговой конфигурации. При выборе клавиши [M] появляется дополнительное меню:

Catalyst 2960 - Main Menu
[C] Console Settings

[S] System
[N] Network Management
[P] Port Configuration
[A] Port Addressing
[D] Port Statistics Detail
[M] Monitoring
[V] Virtual LAN
[R] Multicast Registration
[F] Firmware
[I] RS-232 Interface
[U] Usage Summaries
[H] Help
[K] Command Line
[X] Exit Management Console
Enter Selection: (Произведите выбор)

Рассмотрим второй пункт управляющего меню «Command Line (Командная строка)». Он позволяет производить конфигурацию устройства с помощью управляющих команд, список которых несложно получить. Для начала необходимо выбрать клавишу [K]. После выполненной операции появится приглашение интерпретатора Exec о том, что вы находитесь в пользовательском режиме (user mode).

Enter Selection:
CLI session with the switch is open.
To end the CLI session, enter [Exit].
>

Для того чтобы узнать, какие команды вы можете выполнять необходимо, произвести следующую операцию:

>?

Exec commands: Расшифровка каждой из команд представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Команды пользовательского режима

Название команды	Расшифровка команды
Enable	Turn on privileged commands (Разрешить применение команд привилегированного режима)
Exit	Exit from the EXEC (Завершить работу интерпретатора Exec)
Help	Description of the interactive help system (Описание диалоговой справочной системы)
Ping	Send echo messages (Послать эхо-сообщение)
Show	Show running system information (Вывести загрузочную информацию о системе)
Session	Tunnel to module (Модуль тунеля)
Terminal	Set terminal line parameters (Установка параметров терминала)

На данном этапе можно выполнять операции не глобального масштаба, что характеризует таблица 2.1.

Для того чтобы произвести глобальную конфигурацию необходимо выполнить команду «enable» и перейти в привилегированный режим (privilleged mode).

>enable
#

Также как и в пользовательском режиме, список допустимых команд и получения любой справочной информации, необходимо произвести ввод «?».

#?

Exec commands:
clear Reset functions
configure Enter configuration mode
copy Copy configuration or firmware
delete Reset configuration
disable Turn off privileged commands
enable Turn on privileged commands
exit Exit from the EXEC
help Description of the interactive help system
menu Enter menu interface
ping Send echo messages
reload Halt and perform warm start
session Tunnel to module
show Show running system information
terminal Set terminal line parameters
vlan-membership VLAN membership configuration

Установка даты и времени на коммутатор

Для этого в привилегированном режиме используем следующую команду:
Switch#clock set 12:29:30 20 October 2011
Для просмотра установленной даты используем команду
Switch #SH CLOCK
11:35:49.985 word ?? ??? 20 2011

Установка паролей

Для установки паролей на управляющую консоль и входа в привилегированный режим необходимо производить следующим образом:
#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
(config)#enable password level 1 kmlp
(config)#enable password level 15 mklp
(config)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
#
Для установки пароля разрешенный секрет необходимо выполнить следующие команды:
(config)#enable secret mklp9
(config)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
#disable
>en

Enter password:*****
#

Изменение имени в устройстве Switch 2960

Для изменения имени устройства необходимо выполнить в режиме конфигурации «configure terminal» команду «hostname» и ввести другое имя:
#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
(config)#hostname Switch_My
Switch_My(config)#^Z
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch_My#

Замечание: при выполнении какой-либо операции все изменения в устройстве сохраняются автоматически.

Установка IP-адреса

Для установки IP-адреса и шлюза в режиме конфигурации выполняем следующую команду:

```
#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
(config)#hostname MySwitch_1
MySwitch_1(config)#ip host 172.16.10.16 255.255.255.0
MySwitch_1(config)#ip default-gateway 172.16.10.1
MySwitch_1(config)#^Z
```

Чтобы посмотреть информацию о настройках свитча используем команду show running-config:

```
 Switch_My #sh running-config
Building configuration...

Current configuration : 1108 bytes
!
version 12.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Switch_My
!
enable secret 5 $1$mERr$H7PDxl7VYMqaD3id4jJVK/
!
clock timezone word 23 23
!
ip host 172.16.10.16 255.255.255.0
!
!
interface FastEthernet0/1
!
interface FastEthernet0/2
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
ip default-gateway 172.16.10.1
!
!
line con 0
!
line vty 0 4
```

```
 password 123
 login
line vty 5 15
 login
!
!
End
```

Конфигурирование портов

Для выбора конфигурирования портов необходимо выполнить следующие команды. В режиме конфигурации производится ввод команды «interface» имя и номер интерфейса.

```
#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
(config)#hostname My_switch
My_switch(config)#interface ethernet ?
<0-0> IEEE 802.3
My_switch(config)#interface ethernet 0?
/
My_switch(config)#interface ethernet 0/?
<1-25> IEEE 802.3
My_switch(config)#interface ethernet 0/1
My_switch(config-if)#?
Interface configuration commands:
cdp Cdp interface subcommands
description Interface specific description
duplex Configure duplex operation
exit Exit from interface configuration mode
help Description of the interactive help system
no Negate a command or set its defaults
port Perform switch port configuration
shutdown Shutdown the selected interface
spantree Spanning tree subsystem
vlan-membership VLAN membership configuration
My_switch(config-if)#
My_switch(config-if)#?
Interface configuration commands:
cdp Cdp interface subcommands
description Interface specific description
duplex Configure duplex operation
exit Exit from interface configuration mode
help Description of the interactive help system
no Negate a command or set its defaults
port Perform switch port configuration
shutdown Shutdown the selected interface
spantree Spanning tree subsystem
vlan-membership VLAN membership configuration
My_switch(config-if)#
```

Конфигурирование описания интерфейсов

При установлении описаний, необходимо произвести установку в режим конфигурации, выбрать порт и выполнить команду «description» и само описание.

```
My_switch#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
My_switch(config)#interface e 0/1
My_switch(config-if)#description finance_vlan
My_switch(config-if)#int f0/26
My_switch(config-if)#description trunk_to_Building_4
My_switch(config-if)#
```

Информацию об интерфейсе можно получить с помощью следующей команды.

```
My_switch#show int e0/1
Ethernet 0/1 is Enabled
Hardware is Built-in 10Base-T
Address is 0030.80C7.0180
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbits
802.1d STP State: Forwarding Forward Transitions: 1
Port monitoring: Disabled
Unknown unicast flooding: Enabled
Unregistered multicast flooding: Enabled
Description: finance_vlan
Duplex/Flow Control setting: Half duplex
Enhanced Congestion Control: Disabled
```

Загрузочную информацию можно получить с помощью команды «show run».

```
My_switch#show run
Current configuration:
!
hostname My_switch
!
ip address 186.124.2.0 255.255.240.0!
!
interface Ethernet 0/1
description 'finance_vlan'
!
interface FastEthernet 0/26
description 'trunk_to_Building_4'
!
interface FastEthernet 0/27
line console
end
```

Применение команды «duplex»

Для конфигурации дуплекса применяется команда «duplex».

```
My_switch(config)#int f0/26
My_switch(config-if)#duplex full
My_switch(config-if)#^Z
```

Таблица 2.2 – Параметры команды duplex

Параметр	Описание параметра
Auto	Автоматическое определение режима
Full	Произвести установку в полнодуплексном режиме
Full-flow-control	Использование полнодуплексного режима на 100 Мбит/с
Half	Использование полудуплексного режима на 10 Мбит/с

Очистка памяти выполняется командой «delete»

```
My_Switch#delete nvram
```

This command resets the switch with factory defaults. All system parameters will revert to their default factory settings. All static and dynamic addresses will be removed.
Reset system with factory defaults, [Y]es or [N]o?YES

После проделанных операций выполняется очистка загрузочной информации.

Порядок выполнения работы:

1) изучение теоретического материала лабораторной работы;
2) разбор исходных примеров, приведенных в данной работе;
3) выполнение задания, предлагаемого в лабораторной работе.

Задания

Вначале необходимо очистить все информацию из Switch и выполнить указанные ниже операции.

Установить IP-адрес и шлюз для устройства, изменить имя Switch, установить разрешенный пароль на консоль и на привилегированный режим, разрешенный секрет. Порты ethernet 0/1, ethernet 0/2, ethernet 0/3 установить в полудуплексный режим, а FastEthernet 0/26 в полнодуплексный режим, FastEthernet 0/27 в полнодуплексный режим на 100 Мбит/с, а все остальные ethernet порты в автоматический режим. Проверить выполнение установленных параметров. Просмотреть информацию о Switch. Просмотрите все подпункты меню устройства.

После того как вы убедитесь, что все действия были выполнены правильно, необходимо подозвать преподавателя и представить для контроля выполненное задание.

Содержание отчета и его форма:

Отчет должен иметь форму согласно оформлению простого реферата. Титульный лист должен включать: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилию и инициалы сдающего студента, номер группы, фамилию и инициалы принимающего преподавателя. Основная часть лабораторной работы должна содержать:

а) ответы на контрольные вопросы, предложенные в лабораторной работе;

б) подробное рассмотрение предложенных примеров лабораторной работы

в) описание каждого этапа выполнения задания;

г) выводы по проделанной работе.

Задание должно быть выполнено в соответствии с примерами лабораторной работы.

Контрольные вопросы и защита работы:

Контрольные вопросы.

1. В чем заключается регистрация Switch?
2. Меню Switch.
3. Команды пользовательского режима.
4. Порты устройства Switch.
5. Установление паролей.
6. Что означает команда интерфейс?
7. Что означает команда duplex.
8. Параметры команды duplex.
9. Очистка и сохранение загрузочной информации.

Защита работы

Защита работы заключается:

1) в выполнении задания и оформлении отчета в соответствии с подпунктом «Содержание отчета и его форма»;

2) в ответах на контрольные вопросы по лабораторной работе;

в ответах на дополнительные вопросы

Лабораторная работа №2. Введение в межсетевую операционную систему IOS компании Cisco.

Теоретическая часть

При первом входе в сетевое устройство пользователь видит командную строку пользовательского режима вида:

Switch>

Команды, доступные на пользовательском уровне являются подмножеством команд, доступных в привилегированном режиме. Эти команды позволяют выводить на экран информацию без смены установок сетевого устройства.

Чтобы получить доступ к полному набору команд, необходимо сначала активизировать привилегированный режим.

Press ENTER to start.
Switch>
Switch> **enable**
Switch#
Switch# **disable**
Switch>

Здесь и далее вывод сетевого устройства будет даваться обычным шрифтом, а ввод пользователя **жирным** шрифтом.

О переходе в этот режим будет свидетельствовать появление в командной строке приглашения в виде знака **#.** Из привилегированного уровня можно получать информацию о настройках системы и получить доступ к режиму глобального конфигурирования и других специальных режимов конфигурирования, включая режимы конфигурирования интерфейса, подъинтерфейса, линии, сетевого устройства, карты маршрутов и т.п. Для выхода из системы IOS необходимо набрать на клавиатуре команду exit (выход).

Switch> **exit**

Независимо от того, как обращаются к сетевому устройству: через консоль терминальной программы, подсоединённой через ноль-модем к COM-порту сетевого устройства, либо в рамках сеанса протокола Telnet, устройство можно перевести в один из режимов. Нас интересуют следующие режимы.

Пользовательский режим — это режим просмотра, в котором пользователь может только просматривать определённую информацию о сетевом устройстве, но не может ничего менять. В этом режиме приглашение имеет вид типа Switch>.

Привилегированный режим— поддерживает команды настройки и тестирования, детальную проверку сетевого устройства, манипуляцию с конфигурационными файлами и доступ в режим конфигурирования. В этом режиме приглашение имеет вид типа Switch#.

Режим глобального конфигурирования — реализует мощные однострочные команды, которые решают задачи конфигурирования. В этом режиме приглашение имеет вид типа Switch (config) # .

Команды в любом режиме IOS распознаёт по первым уникальным символам. При нажатии табуляции IOS сам дополнит команду до полного имени.

При вводе в командной строке любого режима имени команды и знака вопроса (**?**) на экран выводятся комментарии к команде. При вводе одного знака результатом будет список всех команд режима. На экран может выводиться много экранов строк, поэтому иногда внизу экрана будет появляться подсказка - More -. Для продолжения следует нажать enter или пробел.

Команды режима глобального конфигурирования определяют поведение системы в целом. Кроме этого, команды режима глобального конфигурирования включают команды переходу в другие режимы конфигурирования, которые используются для создания конфигураций, требующих многострочных команд. Для входа в режим глобального конфигурирования используется команда привилегированного режима configure. При вводе этой команды следует указать источник команд конфигурирования: terminal (терминал), memory (энергонезависимая память или файл), network (сервер tftp (Trivial ftp -упрощённый ftp) в сети). По умолчанию команды вводятся с терминала консоли. Например

Switch# configure terminal
Switch(config)#(commands)
Switch(config)# exit
Switch#

Команды для активизации частного вида конфигурации должны предваряться командами глобального конфигурирования. Так для конфигурации интерфейса, на возможность которой указывает приглашение Switch(config-if)#, сначала вводится глобальная команда для определения типа интерфейса и номера его порта:

Switch# **conf t**
Switch(config)# **interface** ***type port***
Switch(config-if)# ***(commands)***
Switch(config-if)# **exit**
Switch(config)# **exit**

Для ограничения доступа к системе используются пароли. Команда **line console** устанавливает пароль на вход на терминал консоли:

Switch (config)# **line console 0**
Switch (config-line)# **login**
Switch (config-line)# **password Cisco**

Команда **line vty 0 4** устанавливает парольную защиту на вход по протоколу Telnet:

Switch (config)# **line vty 0 4**

Switch (config-line)# **login**

Switch (config-line)# **password cisco**

Команда **enable password** ограничивает доступ к привилегированному режиму:

Switch#conf t

Switch(config)# enable password пароль

Далее

Ctrl-Z

Switch#**ex**

…

Press RETURN to get started

Switch>**en**

Password: **пароль**

Switch#

Здесь пароль **пароль** – последовательность латинских символов.

Для установки на сетевом интерфейсе IP адреса используется команда**:**

Router(config-if)#**ip address** [ip-address] [subnet-mask],

Router(config-if)#no shut

Команда no shut (сокращение no shutdown) используется для того, чтобы бы интерфейс был активным (без этой команды возможно произвольное временное отключение интерфейса). Обратная команда – shut, выключит интерфейс.

Важно иметь возможность контроля правильности функционирования и состояния сетевого устройства в любой момент времени. Для этого служат команды:

Команда	Описание
show version	Выводит на экран данные о конфигурации аппаратной части системы, версии программного обеспечения, именах и источниках конфигурационных файлов и загруженных образах
show running-config	Показывает содержание активной конфигурации
show interfaces	Показывает данные обо всех интерфейсах на устройстве
show protocols	Выводит данные о протоколах третьего сетевого уровня.

Таблица 1. Show команди

Cisco Discovery Protocol (CDP)

CDP позволяет устройствам обмениваться основной конфигурационной информацией. CDP будет работать без настройки какого ни будь протокола. По умолчанию, CDP включен на всех интерфейсах. CDP работает на втором (канальном)

уровне модели OSI. Поэтому CDP не является маршрутизируемым протоколом и работает только с непосредственно подключенными устройствами. Протокол CDP связывает физическую среду передачи данных более низкого уровня с протоколами более высокого сетевого уровня. Поэтому устройства, поддерживающие разные протоколы третьего уровня, могут узнавать друг друга.

При запуске устройства протокол CDP запускается автоматически. Поле этого он может автоматически определить соседние устройства, на которых также выполняется протокол CDP. Среди найденных устройств будут не только те, которые работают с протоколом IP.

CDP позволяет администраторам иметь доступ к данным о другом сетевом устройстве, к которому есть непосредственное соединение.

Для вывода информации о соседних устройствах, обнаруженных по протоколу CDP, используется семейство команд **show cdp.** Оно выводит следующие данные по каждому порту и каждому подсоединённому к нему устройству: Идентификаторы устройства, список адресов, идентификатор порта, перечень функциональных возможностей, аппаратная платформа устройства.

Команды ping и traceroute

Для диагностики возможности установления связи в сетях используются протоколы тип запрос-ответ или протокол эхо-пакетов. Результаты роботы такого протокола могут помочь в оценке надёжности пути к другому устройству, величин задержек в целом и между промежуточными устройствами. Для того чтобы такая команда работала, необходимо, чтобы не только локальное сетевое устройство знало, как попасть в пункт назначения, но и чтобы устройство в пункте назначения знало, как добраться до источника.

Команда ping посылает ICMP(Internet Control Message Protocol) эхо-пакеты для верификации соединения. В приведённом ниже примере время прохождения одного эхо-пакета превысило заданное, о чём свидетельствует точка (**.**) в выведенной информации, а четыре пакета прошли успешно, о чём говорит восклицательный знак (!).

Switch> **ping 172.16.101.1**

Type escape sequence to abort.

Sending 5 100-byte ICMP echoes to 172.16.10.1 timeout is 2 seconds:

.!!!!

Success rate is 80 percent, round-trip min/avg/max = 6/6/6 ms

Символ	**Значение**
!	Успешный приём эхо-ответа
.	Превышено время ожидания
U	Пункт назначения недосягаем
C	Перегрузка сети
I	Выполнение команды прервано администратором
?	Неизвестный тип пакета

&	Пакет превысил значение параметра времени жизни TTL пакета

Таблиця 2. Результаты команды ping

Команды traceroute показывает адреса промежуточных интерфейсов (хопов) на пути пакетов в пункт назначения.

Switch> **traceroute 172.16.101.1**

Расширенная версия команды ping поддерживается только в привилегированном режиме. Для того, чтобы войти в расширенный режим, необходимо в строке подсказки Extended commands ввести букву "y"(Yes)

Команда в режиме диалога опрашивает значения параметров. Важно отметить, что эта команда позволяет, находясь на одном устройстве, проверять связь между сетевыми интерфейсами на других устройствах.

Router# **ping**
Protocol [ip]:
Target IP address: **2.2.2.2**
Repeat count [5]:
Datagram size [100]:
Timeout in seconds [2]:
Extended commands [n]: **y**
Source address:**1.1.1.1**
Type of service [0]:
Set DF bit in IP header? [no]:
Validate reply data [no]:
Data pattern [OxABCD]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose [none]:
Sweep range of sizes [n]:

Команда telnet

Протокол виртуального терминала telnet, входящий в состав протоколов TCP/IP, позволяет установить соединение между сетевым устройством telnet клиента и сетевым устройством telnet сервера, что обеспечивает возможность работы в режиме виртуального терминала. Telnet используется для удалённого управления сетевым устройством либо для проверки связи на уровне приложений. Успешное установление Telnet-соединения позволяет вам управлять удалённым устройством так, как будто вы находитесь за его консолью. Сетевые устройства Cisco способны поддерживать одновременно до пяти входных сеансов протокола Telnet.

Практическая часть

Соединение с сетевым устройством Cisco

Создайте в Packet Tracer топологию, изображённую на рисунке с использованием модели маршрутизатора по умолчанию - Generic. Назовите устройства так, как вы видите на рисунке 1: Router1, Router2 и Router4.

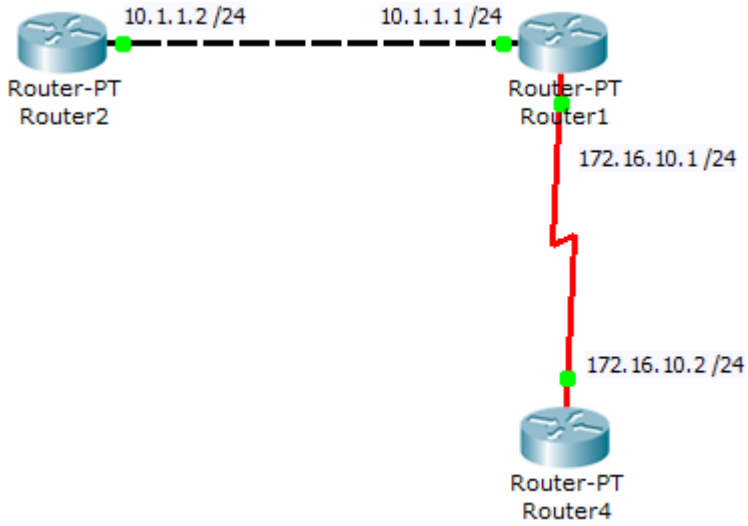


Рис.1

Черная линия означает Ethernet соединение. Красная означает последовательное соединение. Для создании последовательного соединения выбираем последовательное соединение точка-точка (serial cable). Выбираем второе устройство. Определяемся, какой маршрутизатор будет выполнять функции DCE устройства. Это устройство задаёт синхронизацию. В симуляторе для него будет необходимо определить частоту синхронизации.

Сохраните топологию.

Ознакомление с сетевым устройством Cisco.

1. Для выбора сетевого устройства Router1 нажмите в рабочей области программы на изображение нужного. Откроется окно настроек сетевого устройства. Здесь выберем вкладку CLI для управления устройством.

2. В середине экрана Сетевого устройства Router1 вы увидите

Continue with configuration dialog? [yes/no]:

Введите: “no” и нажмите клавишу <Enter>.

Вы увидите

Router>

Теперь вы подключены к сетевому устройству и находитесь в командной строке режима пользователя. Здесь "Router" – это имя Сетевого устройства, а ">" означает, что вы находитесь в режиме пользователя.

3. Тепер введите команду enable, чтобы попасть в привилегированный режим.

Router>**enable**

Router#

4. Чтобы вернуться в режим пользователя, просто напечатайте disable. Из режима пользователя введіте logout или exit, чтобы покинуть сетевое устройство.

Router#**disable**

Router>

Router>**exit**

Router con0 is now available

Press RETURN to get started

Основные команды сетевого устройства

1. Войдите сетевое устройство Router1

Router>

2. Мы хотим увидеть список всех доступных команд в этом режиме. Введите команду, которая используется для просмотра всех доступных команд:

Router>**?**

Клавишу Enter нажимать не надо.

3. Теперь войдите в привилегированный режим

Router>enable

Router#

4. Просмотрите список доступных команд в привилегированном режиме

Router#?

5. Перейдём в режим конфигурации

Router#config terminal

Router(config)#

6. *Имя хоста* сетевого устройства используется для локальной идентификации. Когда вы входите в сетевое устройство, вы видите *Имя хоста* перед символом режим**а** (">" или "#"). Это имя может быть использовано для определения места нахождения. Установите "Router1" как имя вашег сетевого устройства.

Router(config)#**hostname Router1**

Router1(config)#

7. Пароль доступа позволяет вам контролировать доступ в привилегированный режим. Это очень важный пароль, потому что в привилегированном режиме можно вносить конфигурационные изменения. Установите пароль доступу "parol".

Router1(config)#enable password parol

8. Давайте испытаем этот пароль. Выйдите из сетевого устройства и попытайтесь зайти в привилегированный режим.

Router1>en

Password:*****

Router1#

Здесь знаки: ***** - это ваш ввод пароля. Эти знаки на экране не видны.

Основные Show команды.

Перейдите в пользовательский режим командой disable. Введите команду для просмотра всех доступных show команд.

Router1>**show ?**

1. Команда show version используется для получения типа платформы сетевого устройства, версии операционной системы, имени файла образа операционной системы, время работы системы, объём памяти, количество интерфейсов и конфигурационный регистр.

2. Можно увидеть часы

Router1>**show clock**

3. Во флеш-памяти сетевого устройства сохраняется файл-образ операционной системы Cisco IOS. В отличие от оперативной памяти, в реальных устройствах флеш память сохраняет файл-образ даже при сбое питания.

Router1>**show flash**

4. ИКС сетевого устройства по умолчанию сохраняет 10 последних введенных команд

Router1>**show history**

5. Две команды позволят вам вернуться к командам, введённым ранее. Нажмите на стрелку вверх или <ctrl> P.

6. Две команды позволят вам перейти к следующей команде, сохранённой в буфере. Нажмите на стрелку вниз или <ctrl> N

7. Можно увидеть список хостов и IP-Адреса всех их интерфейсов

Router1>**show hosts**

8. Следующая команда выведет детальную информацию о каждом интерфейсе

Route1r>**show interfaces**

9. Команда

Router1>**show sessions**

выведет информацию о каждой telnet сессии.

10. Команда

Router1>**show terminal**

показывает конфигурационные параметры терминала.

11. Можно увидеть список всех пользователей, подсоединённых к устройству по терминальным линиям

Router1>**show users**

12. Команда

Router1>**show controllers**

показывает состояние контроллеров интерфейсов.

13. Перейдём в привилегированный режим.

Router1>**en**

14. Введите команду для просмотра всех доступных show команд.

Router1#**show ?**

Привилегированный режим включает в себя все show команды пользовательского

режима и ряд новых.

15. Посмотрим активную конфигурацию в памяти сетевого устройства. Необходим привилегированный режим. Активная конфигурация автоматически **не** сохраняется и будет потеряна в случае сбоя электропитания.

Router1#**show running-config**

В строке more, нажмите на клавишу пробел для просмотра следующей страницы информации.

16. Следующая команда позволит вам увидеть текущее состояние протоколов третьего уровня.

Router#**show protocols**

Введение в конфигурацию интерфейсов.

Постараемся понять, как включать (поднимать) интерфейсы сетевого устройства и что надо, чтобы перевести интерфейс в состояние UP.

1. На сетевом устройстве Router1 войдём в режим конфигурации

Router1#**conf t**

Router1(config)#

2. Теперь ми хотим настроить Ethernet интерфейс. Для этого мы должны зайти в режим конфигурации интерфейса.

Router1(config)#**interface FastEthernet0/0**

Router1(config-if)#

3. Посмотрим все доступные в этом режиме команды

Router1(config-if)#**?**

Для выхода в режим глобальной конфигурации наберите exit. Снова войдите в режим конфигурации интерфейса

Router1(config)#**int fa0/0**

Мы использовали сокращенное имя интерфейса.

4. Для каждой команды мы можем выполнить противоположную команду, поставивши перед ней слово **no**. Так команда

Router1(config-if)#**no shutdown**

включает этот интерфейс.

5. Добавим к интерфейсу описание

Router1(config-if)#**description Ethernet interface on Router 1**

Чтобы увидеть описание этого интерфейса, перейдите в привилегированный режим и выполните команду show interface .

Router1(config-if)#**end**

Router1#show interface

6. Теперь присоединитесь к сетевому устройству **Router 2** и поменяйте имя его хоста на **Router2**

Router#**conf t**

Router(config)#**hostname Router2**

Войдём на интерфейс FastEthernet 0.

Router2(config)#**interface fa0/0**

Включите интерфейс.

Router2(config-if)#**no shutdown**

Теперь, когда интерфейсы на двух концах нашего Ethernet соединения включены на экране появится сообщение о смене состояния интерфейса на активное.

7. Перейдём к конфигурации последовательных интерфейсов. Зайдём на Router1. Проверим, каким устройством выступает наш маршрутизатор для последовательной линии связи: оконечным устройством DTE (data terminal equipment) либо устройством связи DCE (data circuit)

Router1#**show controllers S2/0**

Если видим - ..... DCE cable.....- ,то наш маршрутизатор является устройством связи и он должен задавать частоту синхронизации тактовых импульсов, используемых при передаче данных. Частота берётся из определённого ряда частот.

Router1#conf t

Router1(config)#int s2/0

Router1(config-if)#clock rate ?

Выберем частоту 64000

Router1(config-if)#clock rate 64000

и подымаем интерфейс

Router1(config-if)#no shut

8. Переходим к маршрутизатору router4 и дадим одноимённое имя. Подымаем на нём интерфейс serial2/0.

Теперь, когда интерфейсы на двух концах нашего последовательного соединения включены на экране появится сообщение о смене состояния интерфейса на активное.

9. Проверим на каждом устройстве, что сконфигурированные нами интерфейсы находятся в состоянии UP.

Router1#**sh int s2/0**

Router1#**sh int e0/0**

Router2#**sh int e0/0**

Router4#**sh int s2/0**

CDP

1. На маршрутизаторе router1, введём команду для вывода состояния всех интерфейсов, на которых работает CDP.

router1#show cdp interface

Мы должны увидеть, что оба интерфейса подняты и посылают CDP пакеты.

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Sending CDP packets every 60 seconds
  Holdtime is 180 seconds
Serial2/0 is up, line protocol is up
  Sending CDP packets every 60 seconds
  Holdtime is 180 seconds
```

2. Убедившись, что сетевое устройство посылает и принимает CDP-обновления, мы можем использовать CDP для получения информации о непосредственно подключенных устройствах. Введите команду

router1#**show cdp neighbors**

```
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone
Device ID    Local Intrfce   Holdtme    Capability   Platform    Port ID
Router4      Ser 2/0          138            R       PT1000      Ser 2/0
Router2      Fas 0/0          142            R       PT1000      Fas 0/0
```

Мы сделали всё правильно. Видим, что наш маршрутизатор router1 соединён с интерфейсом Fas 0/0 **(Port ID)** маршрутизатора **(Capability)** router2 **(Device ID)** серии 1000 **(Platform)** через интерфейс Fas 0/0 **(Local Intrfce)** и с интерфейсом Ser 2/0 маршрутизатора router4 серии 1000 через интерфейс Ser 2/0.

3. На router1, введите команду для более детальной информации о соседях

router1#**show cdp neighbors detail**

Эта команда показывает по одному устройству за раз. Она используется для отображения адресной информации сетевого уровня. На данный момент этот уровень у нас не настроен поэтому поле Entry address(es) пустое. Команда также выводит информацию о версии IOS.

10. На router1, введите команду, чтобы узнать информацию об устройстве " router4"

router1#**show cdp entry Router4**

Эта команда даёт ту же информацию, как и show cdp neighbor detail, но для одного конкретного устройства. Помните, что имена хостов чувствительны к регистру.

11. На устройстве router1 введите команду, чтобы увидеть, как часто router1 посылает соседям обновления CDP и как долго у соседей они должны храниться.

router1#show cdp

```
Global CDP information:
    Sending CDP packets every 60 seconds
    Sending a holdtime value of 180 seconds
    Sending CDPv2 advertisements is enabled
```

Для экономии полосы пропускания низкоскоростных устройств CDP можно отключить

router1 (config)#**no cdp run**

и снова включить для всего устройства

router1 (config)#**cdp run**

12. Иногда необходимо отключить CDP для определённого интерфейса, например при его узкой полосе пропускания или в целях безопасности. На устройстве router1, отключите CDP на интерфейсе FastEthernet 0/0.

router1 (config)#**interface fa0/0**

router1 (config-if)#**no cdp enable**

router1 (config)#**Ctrl-Z**

router1#**show cdp interface**

В полученном выводе вы не увидите сведений об FastEthernet 0/0.

Настройка IP адресов интерфейсов

1. Подключимся к устройству **Router1** и установим IP адрес Ethernet интерфейса

Router1(config)#**interface fa0/0**

Router1(config-if)#**ip address 10.1.1.1 255.255.255.0**

2. Теперь назначим интерфейсу S0/0 IP адрес 172.16.10.1 255.255.255.0, не выходя из конфигурации интерфейса

Router1(config-if)#**in s0**

Router1(config-if)#**ip ad 172.16.10.1 255.255.255.0**

Отметим, что на последовательное соединение точка точка всегда выделяется целая подсеть.

3. Переключимся к устройству **Router2** и назначим интерфейсу FastEthernet 0/0 IP адрес 10.1.1.2 255.255.255.0

Router2(config)#**interface fa0/0**

Router2(config-if)#**ip address 10.1.1.2 255.255.255.0**

4. Подключимся к устройству **Router4** и установим IP адрес Ethernet интерфейса Serial 2/0.

Router4(config-if)#**ip address 172.16.10.2 255.255.255.0**

5. На каждом устройстве посмотрите вашу активную конфигурацию и убедитесь, что там появились назначенные IP адреса.

Router1#**show running-config**

Router2#**show running-config**

Router3#**show running-config**

6. Посмотрите детальную IP информацию о каждом интерфейсе и убедитесь, что отконфигурированные интерфейсы перешли в состояние UP

Router1#**show ip interface**

Router2#**show ip interface**

Router4#**show ip interface**

7. Краткую информацию можно получить командой show ip interface brief, например

Router1#**show ip in bri**

```
Interface              IP-Address      OK? Method Status                Protocol

FastEthernet0/0        10.1.1.1        YES manual up                    up

FastEthernet1/0        unassigned      YES manual up                    down

Serial2/0              172.16.10.1     YES manual up                    up
```

Router2#**show ip in bri**

```
Interface              IP-Address      OK? Method Status                Protocol

FastEthernet0/0        10.1.1.2        YES manual up                    up

FastEthernet1/0        unassigned      YES manual up                    down

Serial2/0              unassigned      YES manual administratively down down
```

Router4#**show ip in bri**

```
Interface              IP-Address      OK? Method Status                Protocol

FastEthernet0/0        unassigned      YES manual administratively down down

FastEthernet1/0        unassigned      YES manual administratively down down

Serial2/0              172.16.10.2     YES manual up                    up
```

8. Подключимся к устройству **Router1.** Вы должны успешно пропинговать непосредственно подсоединённый FastEthernet 0/0 интерфейс на устройстве Router2.

Router1#**ping 10.1.1.2**

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.1.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/7 ms
```

Попробуем пропинговать интерфейс Serial 2/0 на устройстве Router4

Router1#**ping 172.16.10.2**

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.10.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 6/6/7 ms
```

Успешно.

9. Вернёмся на Router2. Вы должны успешно пропинговать адрес 10.1.1.1 непосредственно подсоединённого FastEthernet 0/0 интерфейса на устройстве Router1. Вернёмся на Router4. Вы должны успешно пропінговати адрес 172.16.10.1 непосредственно подсоединённого інтерфейса Serial 2/0 на устройстве Router1. Попробуем пропинговать интерфейс FastEthernet 0/0 на устройстве Router1.

Router4#**ping 10.1.1.1**

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.1.1.1, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
```

Неудача. Попробуем пропинговать адрес 10.1.1.2 FastEthernet 0/0 интерфейса на устройстве Router2. Неудача.

10. Вернёмся на Router2. Попробуем пропинговать адрес 172.16.10.1 интерфейса

Serial 2/0 на устройстве Router1. Неудача. Попробуем пропинговать адрес 172.16.10.2 інтерфейса Serial 2/0 на устройстве Router4. Неудача.

Неудачи нас постигли потому, что мы не настроили на маршрутизаторах маршрутизацию.

11. Зайдите на устройство Router1**.** Определите пути прохождения пакетов на Router2

Router1#**traceroute 10.1.1.2**

и Router4

Router1# **traceroute 172.16.10.2**

Вы должны увидеть по одному хопу.

12. Выполните команду расширенного пинга от адреса 10.1.1.2 к адресу 172.16.10.2

Router1#**ping**

…

Target IP address: **172.16.10.2**

…

Extended commands [n]: **y**

Source address: **10.1.1.2**

…

Telnet

Будьте внимательны: симулятор имеет ограниченную поддержку telnet.

1. Войдите на устройство Router1. Нам необходимо, чтобы сетевое устройство принимало telnet-сессии и было защищено паролем. Каждая так называемая линия в сетевом устройстве потенциально представляет активную telnet-сессию, которую устройство может поддерживать. Наши сетевые устройства поддерживают до 5 линий, назначенные на виртуальные терминалы vty. Мы используем все 5 линий

Router1(config)#**line vty 0 4**

Router1(config-line)#

2. Теперь сообщим сетевому устройству, что нам понадобится пароль входу в систему.

Router1(config-line)#l**ogin**

Router1(config-line)#**password parol**

3. Войдите на устройство Router2 и установим telnet-соединение с устройством Router1. Для этого мы используем IP адресу его интерфейсу FastEthernet 0/0

Router2#**telnet 10.1.1.1**

4. Мы увидим просьбу ввести пароль. Введите пароль parol и нажмите <enter>. Заметьте, что имя сетевого устройства поменялось на “Router1”, потому, что мы установили telnet-соединение с Router1. Команда

Router1>**show user**

```
* 67 vty 0                 idle                 00:00:00 10.1.1.2
```

покажет, что соединение осуществлено от адреса 10.1.1.2 устройства router2 .

Теперь на секунду нажмите одновременно клавиши control-shift-6, потом отпустите и сразу нажмите клавишу **x.** Заметьте, что имя сетевого устройства поменялось назад на “Router2”. Теперь вы опять устройстве Router2.

Router1>**<Control> + <Shift> + <6> потом <x>**

Router2#

6. Введите команду show sessions. Это позволит вам увидеть все активные telnet-сессии. Чтобы возобновить telnet-сессию, определите номер сессии, которую вы хотите возобновить (в нашем случае есть только одна с номером 1) и введите команду resume 1.

Router2#**Show sessions**

```
Conn Host                Address             Byte  Idle Conn Name
*  1 10.1.1.1            10.1.1.1               0     1 10.1.1.1
```

Router2#**resume 1**

Router1#

7. Теперь имя хоста снова поменялось на Router1. Нажмите комбинацию control-shift-6 и клавишу x, чтобы вернуться назад на Router2.

Router1#**<Control> + <Shift> + <6> потом <x>**

Router2#

8. Закройте сессию

Router2#disconnect 1

```
Closing connection to 10.1.1.1 [confirm]
```

Сохраните проект в целом и конфигурацию каждого роутера в отдельности (в текстовый файл).

Контрольные вопросы

1. Какие есть режимы ввода команд в командной строке?
2. Как переключаться между режимами ввода команд в командной строке?
3. Какую роль играет клавиша табуляции при вводе команд?
4. Как войти в режимы глобальной конфигурации, активизировать частный вид конфигурации и выйти из этих режимов?
5. Как ориентироваться в ранее введенных командах и повторять их?
6. Что такое CDP, для чего он служит и как им пользоваться?.
7. Какую информацию возвращает команда ping?
8. Можно ли находясь на одном устройстве попарно пропинговать все устройства в сети?
9. Для чего служит команда traceroute?
10. Для чего служит команда протокол telnet?
11. Как задать имя хоста?
12. Какую информацию можно посмотреть командами show в пользовательском режиме?
13. Какую информацию можно посмотреть командами show в привилегированном режиме, но нельзя посмотреть в пользовательском режиме?
14. Каким устройством может выступать маршрутизатор для последовательной линии связи?

15. На каком устройстве при последовательном соединении можно устанавливать частоту синхронизации?
16. Как поднять интерфейс и определить его состояние?
17. Как назначить IP адрес на интерфейс и убедиться, что он назначен?
18. Почему могут не проходить пинги между устройсвами?
19. Как приостановить и возобновить telnet-сессию?
20. Как закрыть telnet соединение?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в PacketTracer практическую часть.
4. Получите вариант и выполните в PacketTracer задание для самостоятельной работы
5. Предъявите преподавателю результат выполнения задания для самостоятельной работы. Продемонстрируйте свои файлы с конфигурациями роутеров. Продемонстрируйте ему, что компьютеры пингуются согласно таблице 4.
6. Продемонстрируйте работу telnet.
7. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
8. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

1. Получите свой вариант

Вариант	i11-i31	i12-i21	i22-i32
1, 9	serial	Serial	serial
2, 10	serial	Serial	ethernet
3, 11	serial	Ethernet	serial
4, 12	serial	Ethernet	ethernet
5, 13	ethernet	Serial	serial
6, 14	ethernet	Serial	ethernet
7, 15	ethernet	Ethernet	serial
8, 16	ethernet	Ethernet	ethernet

Таблица 3.

Выберите в дизайнере подходящие устройства и создайте топологию, изображённую на рисунке 2. Сами назначте устройствам имена. Поднимите на каждом устройстве используемые интерфейсы. Проверьте их состояния. На каждом устройстве, используя команды CDP show cdp neighbors, получите информацию о соседних устройствах. Сохраните скриншоты команд CDP.

2. Назначьте интерфейсам адреса, согласно варианту (v=1-16) из таблицы 3. Все маски равны 255.255.255.0. Например, для варианта 7 (v=7) имеем

Устройство	Интерфейс	Адрес
Router1	i11	**7.1.1.2**

Router3	i31	**7.1.1.2**
Router1	i12	**7.1.2.1**
Router2	i21	**7.1.2.2**
Router2	i22	**7.1.3.1**
Router3	i32	**7.1.3.2**

Таблица 4.

Вариант	i11, i31	i12, i21	i22, i32
1	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
2	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
3	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
4	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
5	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
6	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
7	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
8	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
9	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.2.1, v.1.2.2
10	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
11	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
12	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
13	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
14	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
15	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2
16	v.1.1.1, v.1.1.2	v.1.2.1, v.1.2.2	v.1.3.1, v.1.3.2

Таблица 5.

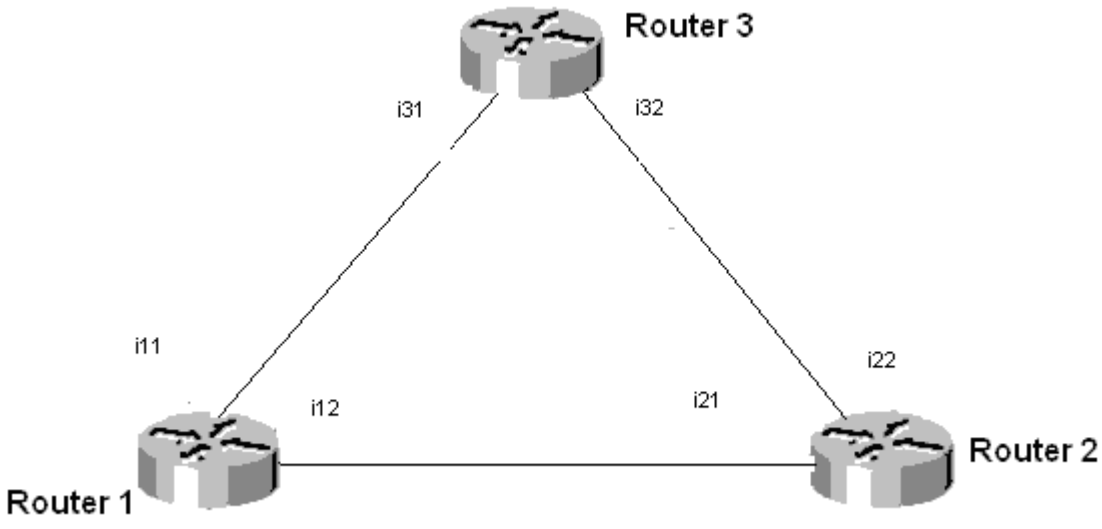


Рис 2.

3. Проверьте, что адреса назначены. На каждом устройстве выполните команду show ip interface brief . Сохраните скриншоты.

4. Если сделано всё правильно вы сможете пропинговать из любого компьютера определённые (но не все) адреса интерфейсов других компьютеров.

Из\На	I11	I12	I21	I22	I31	I32

Router1	Да	Да	Да *	Нет	Да *	Нет
Router2	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да *
Router3	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да

Таблица 6.

Сделайте это. Сохраните скриншоты для пингов соединений, отмеченных в таблице 4 знаком *.

5. Выполните на Router1 расширенный пинг. Сохраните 3 скриншота для пингов: от i12 к i21, от i11 к i31 и от i22 к i32.

6. Настройте на Router1 Telnet. Задайте пароль.

7. Перейдите на Router2. Зайдите по Telnet на Router1. Выполните команду show user. Приостановите сессию. Возобновите сессию. Убейте сессии. Сохраните скриншот консоли Router2.

8. Сохраните топологию.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншот топологии из рисунка 1

2. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении практической части.

3 Скриншот топологии из рисунка 2

4. Все скриншоты, указанные в **Задании для самостоятельной работы**

5. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов.

Лабораторная работа №3. Статическая маршрутизация

Теоретическая часть

ARP (Address Resolution Protocol)

Когда отправитель определил IP адрес приёмника, он смотрит в свою ARP таблицу чтобы узнать MAC адрес приёмника. Если источник обнаруживает, что MAC и IP адреса приёмника присутствуют в ARP таблице, он устанавливает между ними соответствие и использует его в ходе инкапсуляции IP пакетов во фреймы канального уровня. MAC адреса фреймов канального уровня берутся из ARP таблиц. После этого фрейм по физическому каналу отправляется от отправителя к адресату.

Если отправитель имеет IP пакет для получателя с IP-адресом АДР и этот адрес отсутствует в ARP таблице, то отправитель отправляет по сети широковещательный ARP запрос следующего содержания: сообщите MAC адрес сетевого интерфейса с IP-адресом АДР. Запрос принимают все сетевые устройства в сегменте сети, и только устройство, имеющее IP-адрес АДР, реагирует на него, посылая отправителю информацию о MAC адресе своего сетевого интерфейса с IP адресом АДР. Отправитель записывает пару <MAC адрес, IP-адрес АДР > в свою ARP таблицу.

Маршрутизация

Протоколы маршрутизации - это правила, по которым осуществляется обмен информации о путях передачи пакетов между маршрутизаторами. Протоколы характеризуются временем сходимости, потерями и масштабируемостью. В настоящее время используется несколько протоколов маршрутизации. Каждый протокол имеет сильные и слабые стороны.

Одна из главных задач маршрутизатора состоит в определении наилучшего пути к заданному адресату. Маршрутизатор определяет пути (маршруты) к адресатам или из статической конфигурации, введённой администратором, или динамически на основании маршрутной информации, полученной от других маршрутизаторов. Маршрутизаторы обмениваются маршрутной информацией с помощью протоколов маршрутизации. Маршрутизатор хранит таблицы маршрутов в оперативной памяти. Таблица маршрутов это список наилучших известных доступных маршрутов. Маршрутизатор использует эту таблицу для принятия решения куда направлять пакет. Для просмотра таблицы маршрутов следует использовать команду show ip route. Даже, если на некотором маршрутизаторе X не задавались никакие команды маршрутизации, тогда он всё равно строит таблицу маршрутов для непосредственно подсоединённых к нему сетей, например:

```
. . .
C192.168.4.0/24 is directly connected, Ethernet0
  10.0.0.0/16 is subnetted, 3 subnets
C10.3.0.0 is directly connected, Serial0
C10.4.0.0 is directly connected, Serial1
```

C10.5.0.0 is directly connected, Ethernet1

Маршрут на непосредственно подсоединённые сети отображается на интерфейс маршрутизатора, к которому они присоединены. Здесь /24 обозначает маску 255.255. 255.0, а /16 - 255.255.0.0.

Таблица маршрутов отображает сетевые префиксы (адреса сетей) на выходные интерфейсы. Когда X получает пакет, предназначенный для 192.168.4.46, он ищет префикс 192.168.4.0/24 в таблице маршрутов. Согласно таблице пакет будет направлен на интерфейс Ethernet0. Если X получит пакет для 10.3.21.5, он направит его на Serial0.

Эта таблица показывает четыре маршрута для непосредственно подсоединённых сетей. Они имеют метку C. Маршрутизатор X отбрасывает все пакеты, направляемые к сетям, не указанным в таблице маршрутов. Для направления пакетам к другим адресатам необходимо в таблицу включить дополнительные маршруты. Новые маршруты могут быть добавлены двумя методами:

Статическая маршрутизация – администратор вручную определяет маршруты к сетям назначения.

Динамическая маршрутизация – маршрутизаторы следуют правилам, определяемым протоколами маршрутизации для обмена информацией о маршрутах и выбора лучшего пути.

Статические маршруты не меняются самим маршрутизатором. Динамические маршруты изменяются самим маршрутизатором автоматически при получении информации о смене маршрутов от соседних маршрутизаторов. Статическая маршрутизация потребляет мало вычислительных ресурсов и полезна в сетях, которые не имеют нескольких путей к адресату назначения. Если от маршрутизатора к маршрутизатору есть только один путь, то часто используют статическую маршрутизацию.

Для конфигурации статической маршрутизации в маршрутизаторах Cisco используют две версии команды ip route

Первая версия

ip route АдресСетиНазначения МаскаСетиНазначения Интерфейс

Команда указывает маршрутизатору, что все пакеты, предназначенные для АдресСетиНазначения-МаскаСетиНазначения следует направлять на свой интерфейс Интерфейс. Если интерфейс Интерфейс - типа Ethernet, то физические (MAC) адреса исходящих пакетов будут широковещательными (почему?).

Вторая версия

ip route АдресСетиНазначения МаскаСетиНазначения Адрес

Команда указывает маршрутизатору, что все пакеты, предназначенные для АдресСетиНазначения-МаскаСетиНазначения, следует направлять на тот свой интерфейс, из которого достижим IP адрес Адрес. Как правило, Адрес это адрес следующего хопа по пути к АдресСетиНазначения. Выходной интерфейс и физические адреса исходящих пакетов определяются маршрутизатором по своим ARP таблицам на основании IP адреса Адрес. Например

ip route 10.6.0.0 255.255.0.0 Serial1 (1)

ip route 10.7.0.0 255.255.0.0 10.4.0.2 (2)

Первый пример отображает сетевой префикс 10.6.0.0/16 на локальный интерфейс маршрутизатора Serial1. Следующий пример отображает сетевой префикс 10.7.0.0/16 на IP адрес 10.4.0.2 следующего хопа по пути к 10.7.0.0/16. Обе эти команды добавят статические маршруты в таблицу маршрутизации (метка S):

S 10.6.0.0 via Serial1

S 10.7.0.0 [1/0] via 10.4.0.2

Когда интерфейс падает, все статические маршруты, отображаемые на этот интерфейс, удаляются из таблицы маршрутов. Если маршрутизатор не может больше найти адрес следующего хопа по пути к адресу, указанному в статическом маршруте, то маршрут исключается из таблицы.

Заметим, что для сетей типа Ethernet рекомендуется всегда использовать форму (2) команды ip route. Ethernet интерфейс на маршрутизаторе, как правило, соединён с несколькими Ethernet интерфейсами других устройств в сети. Указание в команде ip route IP адреса позволит маршрутизатору правильно сформировать физический адрес выходного пакета по своим ARP таблицам.

Маршрутизация по умолчанию.

Совсем не обязательно, чтобы каждый маршрутизатор обслуживал маршруты ко всем возможным сетям назначения. Вместо этого маршрутизатор хранит маршрут по умолчанию или шлюз последнего пристанища (last resort). Маршруты по умолчанию используются, когда маршрутизатор не может поставить в соответствие сети назначения строку в таблице маршрутов. Маршрутизатор должен использовать маршрут по умолчанию для отсылки пакетов другому маршрутизатору. Следующий маршрутизатор будет иметь маршрут к этой сети назначения или иметь свой маршрут по умолчанию к третьему маршрутизатору и т.д. В конечном счёте, пакет будет маршрутизирован на маршрутизатор, имеющий маршрут к сети назначения.

Маршрут по умолчанию может быть статически введен администратором или динамически получен из протокола маршрутизации.

Так как все IP адреса принадлежат сети 0.0.0.0 с маской 0.0.0.0, то в простейшем случае надо использовать команду

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [адрес следующего хопа | выходной интерфейс]

Ручное задание маршрута по умолчанию на каждом маршрутизаторе подходит для простых сетей. В сложных сетях необходимо организовать динамический обмен маршрутами по умолчанию.

Интерфейс петля

На сетевых устройствах можно создавать сетевые интерфейсы не связанные с реальными каналами для передачи данных и назначать на них IP адреса с масками. Такие интерфейсы называют петлями (loopback). Петли полезны при поэтапном проектировании

сетей. Если к какому-то реальному сетевому интерфейсу маршрутизатора в дальнейшем будет подсоединена подсеть, то в начале на маршрутизаторе создаётся loopback, настраивается в плане взаимодействия с остальными участками сети и лишь затем заменяется на реальный интерфейс. Интерфейс петля появляется после команды interface loopbackN или сокращённо int lN, где N целое неотрицательное число – номер петли. Например

Router(conf)>**int l0 1.1.1.1 255.0.0.0**

Команда trace

Команда trace является идеальным способом для выяснения того, куда отправляются данные в сети. Эта команда использует ту же технологию протокола ICMP, что и команда ping, только вместо проверки сквозной связи между отправителем и получателем, она проверяет каждый шаг на пути. Команда trace использует способность маршрутизаторов генерировать сообщения об ошибке при превышении пакетом своего установленного времени жизни (Time To Live, TTL). Эта команда посылает несколько пакетов и выводит на экран данные про время прохождения туда и назад для каждого из них. Преимущество команды trace заключается в том, что она показывает очередной достигнутый маршрутизатор на пути к пункту назначения. Это очень мощное средство для локализации отказов на пути от отправителя к получателю. Варианты ответов утилиты trace

Символ	Значение
!H	Зондирующий пакет был принят маршрутизатором, но не переадресован, что обычно бывает из-за списка доступа
P	Протокол недосягаем
N	Сеть недосягаема
U	Порт недосягаем
*	Превышение границы ожидания

Таблица 1.

Практическая часть

Загрузите топологию и конфигурацию из практической части предыдущей работы.

ARP

1. Присоединитесь к маршрутизатору Router1 с и посмотрите его ARP таблицу

Router1#**show arp**

```
Protocol  Address          Age (min)  Hardware Addr   Type   Interface
Internet  10.1.1.1               -   00D0.58B7.80A1  ARPA   FastEthernet0/0
```

Она содержит только одну строку о MAC адресе своего Ethernet интерфейса с IP адресом 10.1.1.1.

2. Присоединитесь к маршрутизатору router2 и посмотрите его ARP таблицу. Она содержит только одну строку о MAC адресе своего Ethernet интерфейса с IP адресом 10.1.1.2

```
Protocol  Address          Age (min)  Hardware Addr   Type   Interface
Internet  10.1.1.2                -   00D0.BA88.005C  ARPA   FastEthernet0/0
```

3. Пропингуйте Ethernet интерфейс маршрутизатора Router1

Router2#ping 10.1.1.1

4. Снова посмотрите вашу ARP таблицу. Она содержит уже две строки. Появилась запись о MAC адресе Ethernet интерфейса Router1 с IP адресом 10.1.1.1.

```
Protocol  Address          Age (min)  Hardware Addr   Type   Interface
Internet  10.1.1.1                0   00D0.58B7.80A1  ARPA   FastEthernet0/0
Internet  10.1.1.2                -   00D0.BA88.005C  ARPA   FastEthernet0/0
```

5. Присоединитесь к маршрутизатору router1 и посмотрите его ARP таблицу. Она содержит уже две строки

```
Protocol  Address          Age (min)  Hardware Addr   Type   Interface
Internet  10.1.1.1                -   00D0.58B7.80A1  ARPA   FastEthernet0/0
Internet  10.1.1.2                2   00D0.BA88.005C  ARPA   FastEthernet0/0
```

Появилась запись о MAC адресе Ethernet интерфейса маршрутизатора Router2 с IP адресом 10.1.1.2. Почему, ведь мы не слали от Router1 никаких IP пакетов? Потому, что Router1 для ответа на пинг от Router2 должен был знать о MAC адресе Ethernet интерфейса Router2 с IP адресом 10.1.1.2, и он сформировал ARP пакет для его получения.

Статические маршруты

В прошлой работе мы не могли из маршрутизаторов Router2 и Router4 пропинговать некоторые интерфейсы из-за отсутствия маршрутизации. Исправим положение.

1. Присоединитесь к маршрутизатору router2. Мы не могли пинговать адреса 172.16.10.1 и 172.16.10.2. Посмотрите таблицу маршрутов

Router2# **show ip route**

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Видим непосредственно присоединённые сети. Нет маршрута к сети 172.16.10.0/24. Добавим маршрут к сети 172.16.10.0/24 через адрес 10.1.1.1 ближайшего хопа на пути к этой сети:

Router2(config)#**ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 10.1.1.1**

Здесь и далее 172.16.10.0/24 – это сокращённая запись - определение подсети 172.16.10.0 с маской 255.255.255.0. В маске 255.255.255.0 содержится 24 единицы, что и обозначается /24.

2. Успешно пропингуем serial интерфейс Router1

Router2#**ping 172.16.10.1**

Снова посмотрите таблицу маршрутов

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S       172.16.10.0 [1/0] via 10.1.1.1
```

3. Но нам не удастся пропинговать serial интерфейс Router4.

Router2#**ping 172.16.10.2**

Почему? Потому, что ICMP пакеты пингов не знают, как им вернуться обратно от Router4, так как на Router4 не прописаны маршруты.

4. Присоединитесь к маршрутизатору router4. Посмотрите таблицу маршрутов

Router4# **show ip route**

```
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
```

Нет маршрута к сети 10.1.1.0/24. Добавим маршрут к сети 10.1.1.0/24 через адрес 172.16.10.1 ближайшего хопа на пути к этой сети:

Router4(config)#**ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 172.16.10.1**

Снова посмотрите таблицу маршрутов.

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S       10.1.1.0 [1/0] via 172.16.10.1
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
```

5. Теперь все сетевые интерфейсы в сети пингуются из каждого сетевого устройства. Проверьте это.

Маршрутизация по умолчанию.

Сетевые устройства Router2 и Router4 имеют только по одному выходу во внешний мир: через интерфейсы с адресами 10.1.1.1 и 172.16.10.1, соответственно. Поэтому, можно не определять на какие подсети мы маршрутизируем пакеты и использовать маршрутизацию по умолчанию.

1. Вначале удалим старые маршруты.

Router2(config)#**no ip route 172.16.10.0 255.255.255.0 10.1.1.1**

Router4(config)#**no ip route 10.1.1.0 255.255.255.0 172.16.10.1**

2. И назначим маршруты по умолчанию.

Router2(config)#**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.1.1.1**

Router4(config)#**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.10.1**

3. Посмотрите таблицу маршрутов на всех устройствах.

Router2#**sh ip route**

```
Gateway of last resort is 10.1.1.1 to network 0.0.0.0

     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 10.1.1.1
```

Router4#**sh ip route**

```
Gateway of last resort is 172.16.10.1 to network 0.0.0.0

     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 172.16.10.1
```

4. Все сетевые интерфейсы в сети пингуются из каждого сетевого устройства. Проверьте это.

Loopback

1. Определим интерфейс петлю на устройстве Router4

Router4(conf)#**int loopback 0 1.1.1.1 255.255.255.0**

2. Пропишем на устройстве Router1 маршрут на сеть петли

Router1(conf)# **ip route 1.1.1.0 255.255.255.0 172.16.10.2**

3. Присоединимся к устройству Router2 и пропингуем созданную петлю

Router2#**ping 1.1.1.1**

Сохраните проект в целом и конфигурацию каждого маршрутизатора в отдельный файл.

Контрольные вопросы

1. Как отправитель узнаёт MAC адрес получателя?
2. Как посмотреть ARP таблицу?
3. Когда в ARP таблице появляются новые строки?
4. Что такое таблица маршрутов?
5. Если администратор не настраивал никаких маршрутов, то что она будет содержать?
6. Чем статическая маршрутизация отличается от динамической?
7. Какие две формы задания статической маршрутизации вы знаете?
8. Как в команде маршрутизации определяется сеть назначения?
9. Почему для сетей типа Ethernet рекомендуется всегда использовать форму (2) команды маршрутизации?
10. Объясните значения полей в командах маршрутизации.
11. Почему в качестве поля **Адрес** рекомендуют использовать адрес следующего хопа по пути к сети назначения.
12. Когда используется маршрутизация по умолчанию?
13. Когда используют интерфейс петля?
14. Как работает команда трасировки?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в Packet Tracer практическую часть.
4. Получите вариант и выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
5. Предъявите преподавателю результат выполнения пунктов 8 и 9 задания для самостоятельной работы.
6. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
7. Защитите отчёт .

Задание для самостоятельной работы

1. Построить в Packet Tracer топологию, представленую на рисунке. Использовать необходимые маршрутизаторы.

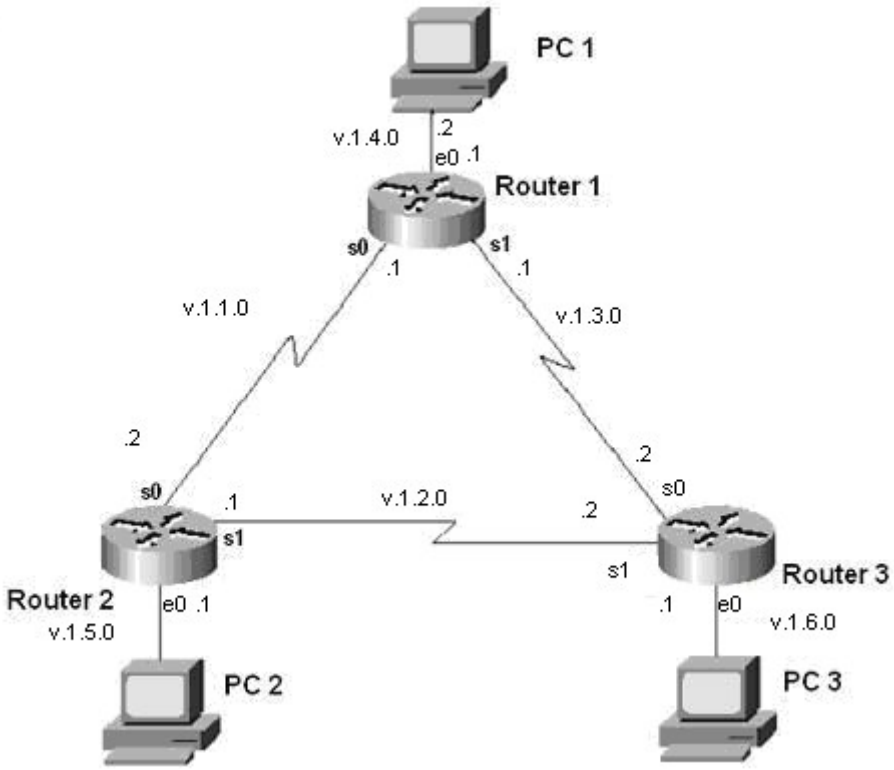


Рисунок 1

В нашей сети шесть подсетей. Вы видите, что каждый маршрутизатор подключён к трём подсетям.

2. На каждом маршрутизаторе поднять используемые интерфейсы и посмотреть соседей командой show cdp neighbors. Сделать скриншоты.

3. Назначить интерфейсам сети адреса согласно рисунку 1 и таблице 1 в которых v – это номер варианта. Все маски 255.255.255.0. Не забудьте назначить шлюзы по умолчанию для компьютеров согласнотаблице 1..

	v.1.1.0	v.1.2.0	v.1.3.0	v.1.4.0	v.1.5.0	v.1.6.0
Router1	S0:v.1.1.1		S1:v.1.3.1	E0:v.1.4.1		
Router2	S0:v.1.1.2	S1:v.1.2.1			E0:v.1.5.1	
Router3		S0:v.1.2.2	S1:v.1.3.2			E0:v.1.6.1
PC1				E0:v.1.4.2		
PC2					E0:v.1.5.2	
PC3						E0:v.1.6.2

Таблица 1

4. Проверьте факт назначения адресов путём выполнения на каждом маршрутизаторе команд show running-config и show ip interface brief. Для компьютеров используйте команду ipconfig.

5. Проверьте правильность назначения адресов путём выполнения на каждом маршрутизаторе команд ping к непосредственным соседям. Например, на маршрутизаторе Router1 выполните

Router1#ping v.1.1.2

Router1#ping v.1.3.2

Router1#ping v.1.4.2

6. Поставим перед собой задачу связать между собой компьютеры PC1, PC2 и PC3. Для этого осуществим на маршрутизаторах настройку статической маршрутизации. В каждом маршрутизаторе пропишем маршруты на удалённые Ethernet сети. Для решения поставленной задачи маршрутизировать пакеты на удалённые сети последовательных соединений не надо.

У каждого маршрутизатора есть по две на удалённые Ethernet сети. Всего надо прописать шесть статических маршрутов.

Чтобы из маршрутизатора router1 достичь удалённую Ethernet сеть v.1.5.0/24, пакеты можно направить на IP адрес 1.1.1.2 ближайшего внешнего интерфейса на пути в эту сеть. Это сделает команда

router1(config)#ip route 1.1.5.0 255.255.255.0 1.1.1.2

Задайте остальные пять команд маршрутизации.

7. На каждом маршрутизаторе посмотреть таблицу маршрутизации командой show ip route. Сделать скриншоты.

8. На каждом маршрутизаторе сделайте скриншоты расширенных пингов

а) на маршрутизаторе router1 от PC2 к PC3

б) на маршрутизаторе router2 от PC1 к PC3

в) на маршрутизаторе router3 от PC1 к PC2

Например, результат расширенного пинга на маршрутизаторе router1 от PC2 к PC3 для для варианта 1 (v=1) имеет вид

```
router1#ping
Protocol [ip]:
Target IP address: 1.1.6.2
Repeat count [5]:
Datagram size [100]:
Timeout in seconds [2]:
Extended commands [n]:y
Source address or interface:1.1.5.2
Type of service [0]:
Set DF bit in IP header? [no]:
Validate reply data? [no]:
Data pattern [0xABCD]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]:
Sweep range of sizes [n]:

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.6.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
```

9. На каждом компьютере сделайте о скриншоты выполнения команд трасировки tracert других компьютеров. Всего шесть скриншотов. Например, трасировка из PC1 на PC2 для варианта 1 (v=1)

```
PC1:#tracert 1.1.5.2


"Type escape sequence to abort."
Tracing the route to 1.1.5.2

 1 1.1.4.1 0 msec 16 msec 0 msec
 2 1.1.1.2 20 msec 16 msec 16 msec
 3 1.1.5.2 20 msec 16 msec *
```

10. Сохраните проект.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншот топологии, созданной при выполнении практической части.
2. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении практической части.
3. Скриншот топологии из рисунка 1 с адресами своего варианта
4. Таблицу 2 с адресами своего варианта
5. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении задания для самостоятельной работы.
6. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы

Лабораторная работа №4. Динамическая маршрутизация

Теоретическая часть

Статическая маршрутизация не подходит для больших, сложных сетей потому, что обычно сети включают избыточные связи, многие протоколы и смешанные топологии. Маршрутизаторы в сложных сетях должны быстро адаптироваться к изменениям топологии и выбирать лучший маршрут из многих кандидатов.

IP сети имеют иерархическую структуру. С точки зрения маршрутизации сеть рассматривается как совокупность автономных систем. В автономных подсистемах больших сетей для маршрутизации на остальные автономные системы широко используются маршруты по умолчанию.

Динамическая маршрутизация может быть осуществлена с использованием одного и более протоколов. Эти протоколы часто группируются согласно того, где они используются. Протоколы для работы внутри автономных систем называют внутренними протоколами шлюзов (interior gateway protocols (IGP)), а протоколы для работы между автономными системами называют внешними протоколами шлюзов (exterior gateway protocols (EGP)). К протоколам IGP относятся RIP, RIP v2, IGRP, EIGRP, OSPF и IS-IS. Протоколы EGP3 и BGP4 относятся к EGP. Все эти протоколы могут быть разделены на два класса: дистанционно-векторные протоколы и протоколы состояния связи.

Маршрутизаторы используют метрики для оценки или измерения маршрутов. Когда от маршрутизатора к сети назначения существует много маршрутов, и все они используют один протокол маршрутизации, то маршрут с наименьшей метрикой рассматривается как лучший. Если используются разные протоколы маршрутизации, то для выбора маршрута используется административные расстояния, которые назначаются маршрутам операционной системой маршрутизатора.

RIP использует в качестве метрики количество переходов (хопов). EIGRP использует сложную комбинацию факторов, включающую полосу пропускания канала и его надёжность.

Результаты работы маршрутизирующих протоколов заносятся в таблицу маршрутов, которая постоянно изменяется при смене ситуации в сети. Рассмотрим типичную строку в таблице маршрутов, относящуюся к динамической маршрутизации

R 192.168.14.0/24 [120/3] via 10.3.0.1 00:00:06 Serial0

Здесь R определяет протокол маршрутизации. Так R означает RIP, а O – OSPF и т.д. Запись [120/3] означает, этот маршрут имеет административное расстояние 120 и метрику 3. Эти числа маршрутизатор использует для выбора маршрута. Элемент 00:00:06 определяет время, когда обновилась данная строка. Serial0 это локальный интерфейс, через который маршрутизатор будет направлять пакеты к сети 192.168.14.0/24 через адрес 10.3.0.1.

Для того чтобы динамические протоколы маршрутизации обменивались информацией о статических маршрутах, следует осуществлять дополнительное конфигурирование.

Дистанционно-векторная маршрутизация

Эта маршрутизация базируется на алгоритме Белмана-Форда. Через определённые моменты времени маршрутизатор передаёт соседним маршрутизаторам всю свою таблицу маршрутизации. Такие простые протоколы как RIP и IGRP просто распространяют информацию о таблицах маршрутов через все интерфейсы маршрутизатора в широковещательном режиме без уточнения точного адреса конкретного соседнего маршрутизатора.

Соседний маршрутизатор, получая широковещание, сравнивает информацию со своей текущей таблицей маршрутов. В неё добавляются маршруты к новым сетям или маршруты к известным сетям с лучшей метрикой. Происходит удаление несуществующих маршрутов. Маршрутизатор добавляет свои собственные значения к метрикам полученных маршрутов. Новая таблица маршрутизации снова распространяется по соседним маршрутизаторам (см. рис.1).

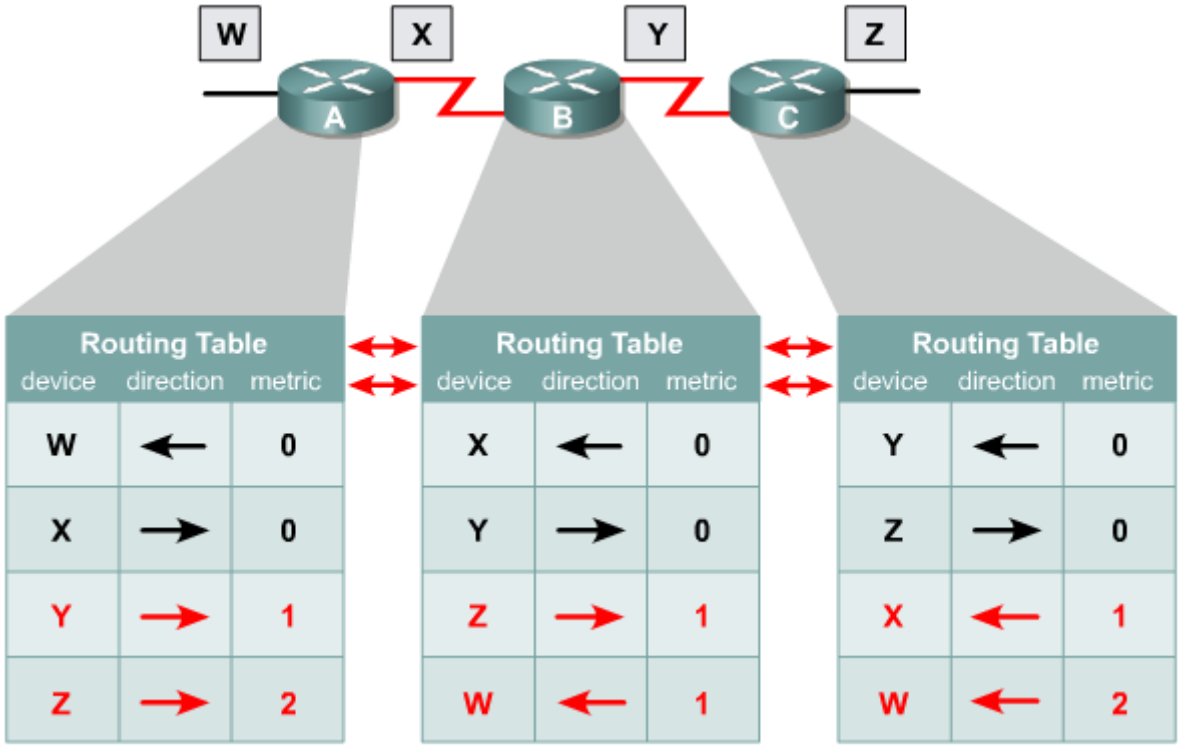


Рис.1. Дистанционно-векторная маршрутизация.

Протоколы состояния связи

Эти протоколы предлагают лучшую масштабируемость и сходимость по сравнению с дистанционно-векторными протоколами. Протокол базируется на алгоритме Дейкстры, который часто называют алгоритмом «кратчайший путь – первым» (shortest path first (SPF)). Наиболее типичным представителем является протокол OSPF (Open Shortest Path First).

Маршрутизатор берёт в рассмотрение состояние связи интерфейсов других маршрутизаторов в сети. Маршрутизатор строит полную базу данных всех состояний связи в своей области, то есть имеет достаточно информации для создания своего

отображения сети. Каждый маршрутизатор затем самостоятельно выполняет SPF-алгоритм на своём собственном отображении сети или базе данных состояний связи для определения лучшего пути, который заносится в таблицу маршрутов. Эти пути к другим сетям формируют дерево с вершиной в виде локального маршрутизатора.

Маршрутизаторы извещают о состоянии своих связей всем маршрутизаторам в области. Такое извещение называют LSA (link-state advertisements).

В отличие от дистанционно-векторных маршрутизаторов, маршрутизаторы состояния связи могут формировать специальные отношения со своими соседями.

Имеет место начальный наплыв LSA пакетов для построения базы данных состояний связи. Далее обновление маршрутов производится только при смене состояний связи или, если состояние не изменилось в течение определённого интервала времени. Если состояние связи изменилось, то частичное обновление пересылается немедленно. Оно содержит только состояния связей, которые изменились, а не всю таблицу маршрутов.

Администратор, заботящийся об использовании линий связи, находит эти частичные и редкие обновления эффективной альтернативой дистанционно-векторной маршрутизации, которая передаёт всю таблицу маршрутов через регулярные промежутки времени.

Протоколы состояния связи имеют более быструю сходимость и лучшее использование полосы пропускания по сравнению с дистанционно-векторными протоколами. Они превосходят дистанционно-векторные протоколы для сетей любых размеров, однако имеют два главных недостатка: повышенные требования к вычислительной мощности маршрутизаторов и сложное администрирование.

Сходимость.

Этот процесс одновременно и совместный, и индивидуальный. Маршрутизаторы разделяют между собой информацию, но самостоятельно пересчитывают свои таблицы маршрутизации. Для того чтобы индивидуальные таблицы маршрутизации были точными, все маршрутизаторы должны иметь одинаковое представление о топологии сети. Если маршрутизаторы договорились о топологии сети, то имеет место их сходимость. Быстрая сходимость означает быстрое восстановление после обрыва связей и других изменений в сети. О протоколах маршрутизации и о качестве проектирования сети судят главным образом по сходимости.

Когда маршрутизаторы находятся в процессе сходимости, сеть восприимчива к проблемам маршрутизации. Если некоторые маршрутизаторы определили, что некоторая связь отсутствует, то другие ошибочно считают эту связь присутствующей. Если это случится, то отдельная таблица маршрутов будет противоречива, что может привести к отбрасыванию пакетов и петлям маршрутизации.

Невозможно, чтобы все маршрутизаторы в сети одновременно обнаружили изменения в топологии. В зависимости от использованного протокола, может пройти много времени пока все процессы маршрутизации в сети сойдутся. На это влияют следующие факторы:

Расстояние в хопах до точки изменения топологии.

Число маршрутизаторов, использующих динамические протоколы.

Полоса пропускания и загрузка каналов связи.

Загрузка маршрутизаторов .

Эффект некоторых факторов может быть уменьшен при тщательном проектировании сети.

Конфигурирование динамической маршрутизации

Для конфигурирования динамической маршрутизации используются две основные команды: router i network. Команда router запускает процесс маршрутизации и имеет форму:

Router(config)# **router protocol [keyword]**

где Protocol - любой из протоколов маршрутизации: RIP, IGRP, OSPF и т.п., keyword – дополнительные параметры.

Затем необходимы команды network:

Router (config-router)# **network network-number [keyword]**

где network-number - идентифицирует непосредственно подключенную сеть, добавляемую в процесс маршрутизации, keyword –дополнительные параметры. network-number позволяет процессу маршрутизации определить интерфейсы, которые будут брать участие в отсылке и приёме пакетов актуализации маршрутной информации.

Для просмотра информации о протоколах маршрутизации используется команда show ip protocol., которая выводит значения таймеров процессов маршрутизации и сетевую информацию, имеющую отношение к маршрутизации. Эта информация может использоваться для идентификации маршрутизатора, подозреваемого в поставке плохой маршрутной информации

Содержимое таблицы IP маршрутизации выводится командой show ip route. Она содержит записи про все известные маршрутизатору сети и подсети и указывает на способ получения этой информации.

Протокол RIP

Ключевые характеристики протокола RIP:

маршрутизация на основании вектора расстояния;

метрика при выборе пути в виде количества переходов (хопов);

максимально допустимое количества хопов- 15;

по умолчанию пакеты актуализации маршрутной информации посылаются в режиме широковещания каждые 30 секунд.

Выбор протокола RIP як протокола маршрутизации осуществляется командой:

Router(config)# **router rip**

Команда network назначает IP адрес сети с которой маршрутизатор имеет непосредственное соединение.

Router(config-router)# **network network-number**

Процесс маршрутизации связывает интерфейсы с соответствующими адресами и начинает обработку пакетов в заданных сетях.

В показанном на рис.2 примере команды network 1.0.0.0 и network 2.0.0.0 задают непосредственно подключенные к маршрутизатора Cisco A сети.

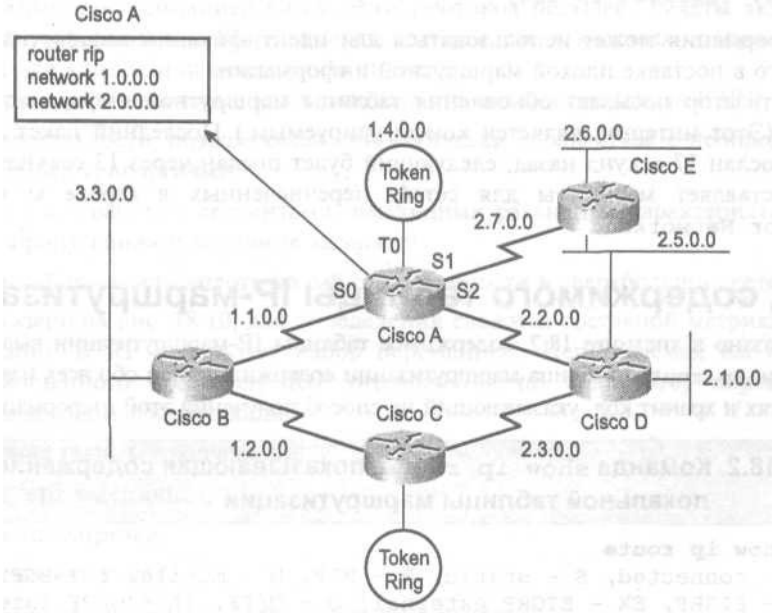


Рис.2.

Команда debug ip rip выводит содержание пакетов актуализации маршрутной информации протокола RIP в том виде, в котором эти данные посылаются и принимаются.

Протокол IGRP

IGRP представляет собою протокол маршрутизации по вектору расстояния разработанный компанией Cisco. Этот протокол посылает пакеты актуализации маршрутной информации с 90-секундным интервалом, в которых содержатся сведения о сетях для конкретной автономной системы. Этот протокол характеризует универсальность, позволяющую автоматически справляться со сложными топологиями, и гибкость в работе с сегментами, имеющими разные характеристики по полосе пропускания и величины задержки. Используемая им метрика не имеет свойственных протоколу RIP ограничений по количеству переходов. Она включает следующие составляющие: Ширина полосы пропускания; Величина задержки; Уровень загрузки; Надёжность канала; Размер максимального блока передачи в канале.

Выбор протоколу IGRP в качестве протокола маршрутизации осуществляется с помощью команды:

Router (config)# **router igrp autonomous-system**

где параметр Autonomous-system называют номером автономной системы и он идентифицирует вычислительный процесс IGRP- маршрутизации. Процессы в маршрутизаторах сети с одинаковым номером autonomous-system будут коллективно использовать маршрутную информацию.

Команда network задаёт непосредственно присоединённые сети, которые подлежат включению в данный процесс маршрутизации:

Router(config-router)#**network network-number**

В показанном примере на рис.3 на маршрутизаторе Cisco A запущен маршрутизирующий процесс, организующий IGRP маршрутизацию в автономной системе с номером 109. В маршрутизции будут участвовать сети 1.0.0.0 и 2.0.0.0.

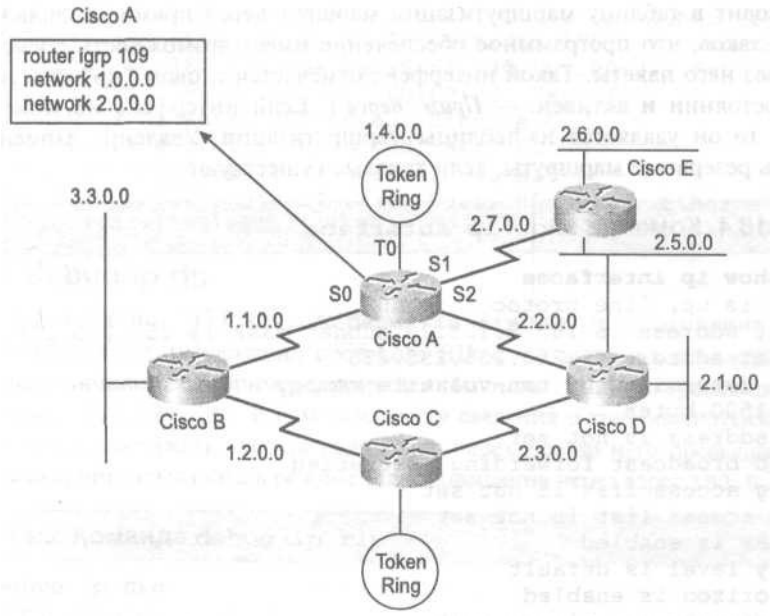


Рис.3.

Команда debug ip igrp transactions и debug ip igrp events выводят содержание пакетов актуализации маршрутной информации протокола IGRP в том виде, в котором эти данные посылаются и принимаются

Протокол OSPF

OSPF это динамический, иерархический протокол состояния связи, используемый для маршрутизации внутри автономных систем. Он базируется на открытых стандартах и был спроектирован как замена протоколу RIP. Он является развитием ранних версий протокола маршрутизации IS-IS. OSPF - устойчивый протокол, поддерживающий маршрутизацию с наименьшим весом и балансировку загрузки. Кратчайший путь в сети вычисляется по алгоритму Дейкстры. Cisco поддерживает свою версию стандарта OSPF.

Как только маршрутизатор настроен на работу с OSPF, он начинает процесс изучения окружения, проходя несколько фаз инициализации. В начале маршрутизатор использует Hello для определения своих соседей и создания отношений для обмена обновлением маршрутной информацией с ними. Затем маршрутизатор начинает фазу ExStart начального обмена между базами маршрутов. Следующей является фаза обмена, в

которой назначеный маршрутизатор отсылает маршрутную информацию и получает подтверждения от нашего нового маршрутизатора. В течение стадии загрузки, новый маршрутизатор компилирует таблицу маршрутов. По окончании вычислений маршрутизатор переходит в полное состояние, в котором он является активным членом сети.

Для запуска OSPF маршрутизации служит команда

Router(config)#**router ospf N,**

где N-номер вычислительного процесса OSPF. В отличие от IGRP он может быть различным для разных маршрутизаторов автономной системы. OSPF область Area организуется командой

Router(config-router)# **network network-number area Area**

и определяет автономную систему.

В OSPF network-number имеет особый формат. Для подключаемой в процесс маршрутизации сети используетя инверсная маска. Так, чтобы сеть 212.34.0.0 255.255.0.0 поместить в область 7 OSPF маршрутизации следует дать команду

Router(config-router)# **network 212.34.0.0 0.0.255.255 area 7**

Команда show ip ospf interface для каждого интерфейса выводит всю OSPF информацию: IP адрес, область, номер процесса, идентификатор маршрутизатора, стоимость, приоритет, тип сети, интервалы таймера.

Команда show ip ospf neighbor показывает важную информацию, касающуюся состояния соседей.

Практическая часть

1. Загрузите в симулятор топологию и конфигурацию, использованную практической части лабораторной работы №2.

2. Если сделано всё правильно вы сможете пропинговать из любого маршрутизаторы адреса непосредственно соединённых интерфейсов других маршрутизаторов. На каждом устройстве, используя команды CDP show cdp neighbors detail, получите IP адреса соседних устройств и пропингуйте их.

3. В лабораторной работе №2 мы не смогли пинговать дальние интерфейсы. Из Router2 была недоступна сеть 172.16.10.0/24, а из Router4 была недоступна сеть 10.1.1.0/24. В лабораторной работе №3 с помощью статической маршрутизации мы решили проблему. В этой работе для решения проблемы используем разные формы динамической маршрутизации.

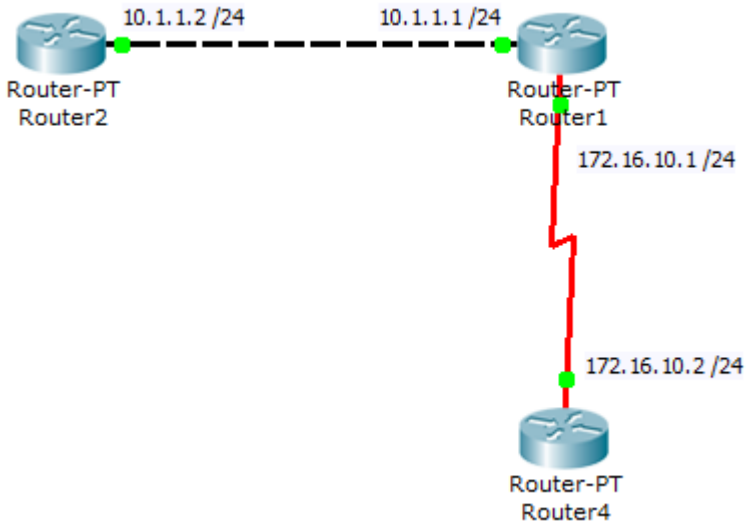


Рисунок 4.

.

4. Посмотрим таблицы маршрутов

Router2# **sh ip route**

Нет маршрута на сеть 172.16.10.0/24.

Поэтому в эту сеть из Router2 не идут пинги.

Router4# **sh ip route**

Нет маршрута на сеть 10.1.1.0/24.

Поэтому в эту сеть из Router4 не идут пинги.

RIP

1. Включим RIP на всех маршрутизаторах

Router1(config)# **router rip**

Router1(config-router)# **network 172.16.10.0**

Router1(config-router)# **network 10.1.1.0**

Router2(config)# **router rip**

Router2 (config-router)# **network 10.1.1.0**

Router4(config)# **router rip**

Router4 (config-router)# **network 172.16.10.0**

2. На каждом роутере командой show running-config посмотрим как маршрутизаторы поняли наши команды. Видим, что сеть 10.1.1.0/24 воспринята как сеть 10.0.0.0/8, а сеть 172.16.10.0/24 воспринята как сеть 172.16.0.0/16. Это связано с классами IP адресов.

3. Командой show ip protocols посмотрим с какими параметрами работает протокол RIP. Например, для Router1 имеем

```
Routing Protocol is "rip"
Sending updates every 30 seconds, next due in 6 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Redistributing: rip
Default version control: send version 1, receive any version
  Interface             Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  Serial2/0             1     2 1
  FastEthernet0/0       1     2 1
Automatic network summarization is in effect
Maximum path: 4
Routing for Networks:
        10.0.0.0
        172.16.0.0
Passive Interface(s):
Routing Information Sources:
        Gateway         Distance      Last Update
Distance: (default is 120)
```

Переведите сообщение.

4. Посмотрим таблицы маршрутов

Router2# **sh ip route**

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R    172.16.0.0/16 [120/1] via 10.1.1.1, 00:00:15, FastEthernet0/0
```

Есть маршрут на сеть 172.16.10.0/24 через интерфейс Ethernet на адрес 10.1.1.1.

Пинги в эту сеть из Router2 пойдут. Проверьте

Router2#ping 172.16.10.1

Router2# ping 172.16.10.2

5. Перейдём на другой маршрутизатор

Router4# **sh ip route**

```
R    10.0.0.0/8 [120/1] via 172.16.10.1, 00:00:22, Serial2/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
```

Есть маршрут на сеть 10.1.1.0/24 через интерфейс Serial на адрес 172.16.10.1.

Пинги в эту сеть из Router4 пойдут. Проверьте

Router4#ping 10.1.1.1

Router4# ping 10.1.1.2.

5. Командой debug ip rip посмотрим как маршрутизаторы обмениваются маршрутной информацией. Например, для Router1 имеем повторяющиеся каждые 30 секунд сообщения

6.

Router1# **debug ip rip**

```
RIP: sending update to 255.255.255.255 via Serial0 (172.16.10.1)
 subnet 10.1.1.0, metric 1

RIP: sending update to 255.255.255.255 via Ethernet0 (10.1.1.1)
 subnet 172.16.10.0, metric 1

RIP: received update from 172.16.10.2 on Serial0

RIP: received update from 10.1.1.2 on Ethernet0
```

Выключим трассировку

Router1# **no debug ip rip**

Сохраните конфигурацию.

EIGRP

Остановим на всех маршрутизаторах RIP командой

Router(config)#no router rip.

1. Включим EIGRP на всех маршрутизаторах, образуя автономную систему с номером 100

Router1(config)# **router eigrp 100**

Router1(config-router)# **network 172.16.10.0**

Router1(config-router)# **network 10.1.1.0**

Router2(config)# **router eigrp 100**

Router2 (config-router)# **network 10.1.1.0**

Router4(config)# **router eigrp 100**

Router4 (config-router)# **network 172.16.10.0**

2. На каждом маршрутизаторе командой show running-config посмотрим как маршрутизаторы поняли наши команды. Видим, что сеть 10.1.1.0/24 воспринята как сеть 10.0.0.0/8, а сеть 172.16.10.0/24 воспринята как сеть 172.16.0.0/16. Это связано с классами IP адресов.

3. Командой show ip protocols посмотрим с какими параметрами работает протокол EIGRP. Например, для Router1 имеем

```
Routing Protocol is "eigrp  100 "
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
Redistributing: eigrp 100
  Automatic network summarization is in effect
  Automatic address summarization:
    172.16.0.0/16 for FastEthernet0/0
      Summarizing with metric 20512000
    10.0.0.0/8 for Serial2/0
      Summarizing with metric 28160
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
     172.16.0.0
     10.0.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    172.16.10.2     90            8321604
    10.1.1.2        90            8350639
  Distance: internal 90 external 170
```

Переведите сообщение.

4. Посмотрим таблицы маршрутов

Router2# **sh ip route**

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
D    172.16.0.0/16 [90/20514560] via 10.1.1.1, 00:08:37, FastEthernet0/0
```

Есть маршрут на сеть 172.16.10.0/24 через интерфейс Ethernet на адрес 10.1.1.1.

Пинги в эту сеть из Router2 пойдут. Проверьте

Router2#ping 172.16.10.1

Router2# ping 172.16.10.2

5. Перейдём на другой маршрутизатор

Router4# **sh ip route**

```
D    10.0.0.0/8 [90/20514560] via 172.16.10.1, 00:12:30, Serial2/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
```

Есть маршрут на сеть 10.1.1.0/24 через интерфейс Serial на адрес 172.16.10.1.

Пинги в эту сеть из Router4 пойдут. Проверьте

Router4#ping 10.1.1.1

Router4# ping 10.1.1.2.

7. Командами debug ip eigrp transactions и debug ip eigrp events посмотрите как маршрутизаторы обмениваются маршрутной информацией.

Сохраните конфигурацию.

OSPF

Остановим на всех маршрутизаторах EIGRP командой

Router(config)#**no router eigrp 100**

1. Включим OSPF на всех маршрутизаторах. Дадим процессу OSPF номер 100. Образуем OSPF область 0

Router1(config)#**router ospf 100**
Router1(config-router)# **network 172.16.10.0 0.0.0.255 area 0**
Router1(config-router)# **network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router2(config)#**router ospf 100**
Router2(config-router)# **network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router4(config)# **router ospf 100**
Router4(config-router)# **network 172.16.10.0 0.0.0.255 area 0**

2. Команда show running-config показывает, что маршрутизаторы поняли наши команды в том же виде, как мы их и задавали.

3. Командой show ip protocols посмотрим с какими параметрами работает протокол OSPF. Например, для Router1 имеем

```
Routing Protocol is "ospf 100"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 172.16.10.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.10.0 0.0.0.255 area 0
    10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    10.1.1.2             110      00:01:40
    172.16.10.2          110      00:01:45
  Distance: (default is 110)
```

Переведите сообщение.

4. Посмотрим таблицы маршрутов

Router2# **sh ip route**

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O       172.16.10.0 [110/782] via 10.1.1.1, 00:08:26, FastEthernet0/0
```

Есть маршрут на сеть 172.16.10.0/24 через интерфейс Ethernet на адрес 10.1.1.1.

Пинги в эту сеть из Router2 пойдут. Проверьте

Router2# ping 172.16.10.1

Router2# ping 172.16.10.2

5. Перейдём на другой маршрутизатор

Router4# **sh ip route**

```
     10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O       10.1.1.0 [110/782] via 172.16.10.1, 00:03:26, Serial2/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.10.0 is directly connected, Serial2/0
```

Есть маршрут на сеть 10.1.1.0/24 через интерфейс Serial на адрес 172.16.10.1.

Пинги в эту сеть из Router4 пойдут. Проверьте

Router4# ping 10.1.1.1

Router4# ping 10.1.1.2.

8. Команды show ip ospf interface, show ip ospf database и debug ip igrp neighbor покажут вам всю информацию о параметрах протокола OSPF.

Сохраните конфигурацию.

Контрольные вопросы

1. Что такое автономная система.
2. Что такое метрика?
3. Какие существуют два класса протоколов динамической маршрутизации.
4. Объясните работу дистанционно-векторных протоколов.
5. Объясните работу протоколов состояния связи.
6. Как узнать, какие протоколы маршрутизации запущены на маршрутизаторе?
7. В чём преимущества и недостатки дистанционно-векторных протоколов и протоколов состояния связи?
8. Что такое сходимость протоколов маршрутизации?
9. Какие параметры влияют на скорость сходимости?
10. Как на маршрутизаторе запустить и настроить протокол маршрутизации RIP?
11. Как на маршрутизаторе запустить и настроить протокол маршрутизации EIGRP?
12. Как на маршрутизаторе запустить и настроить протокол маршрутизации OSPF?
13. Как посмотреть содержание пакетов актуализации маршрутной информации протокола RIP?
14. Как посмотреть содержание пакетов актуализации маршрутной информации протокола EIGRP?
15. Уточните, что в EIGRP понимается под автономной системой?
16. В чём различие в формате команды router для EIGRP и OSPF?
17. В чём различие в формате команд network для RIP, EIGRP и OSPF?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в Packet Tracer практическую часть.
4. Используя вариант из предыдущей лабораторной работы, выполните в Boson задание для самостоятельной работы.
5. Предъявите преподавателю результат выполнения пунктов 7, 10, 14 и 18 задания для самостоятельной работы.
6. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.

7. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

1. Используйте топологию своего варианта из предыдущей лабораторной работы, представленную на рисунке 5.

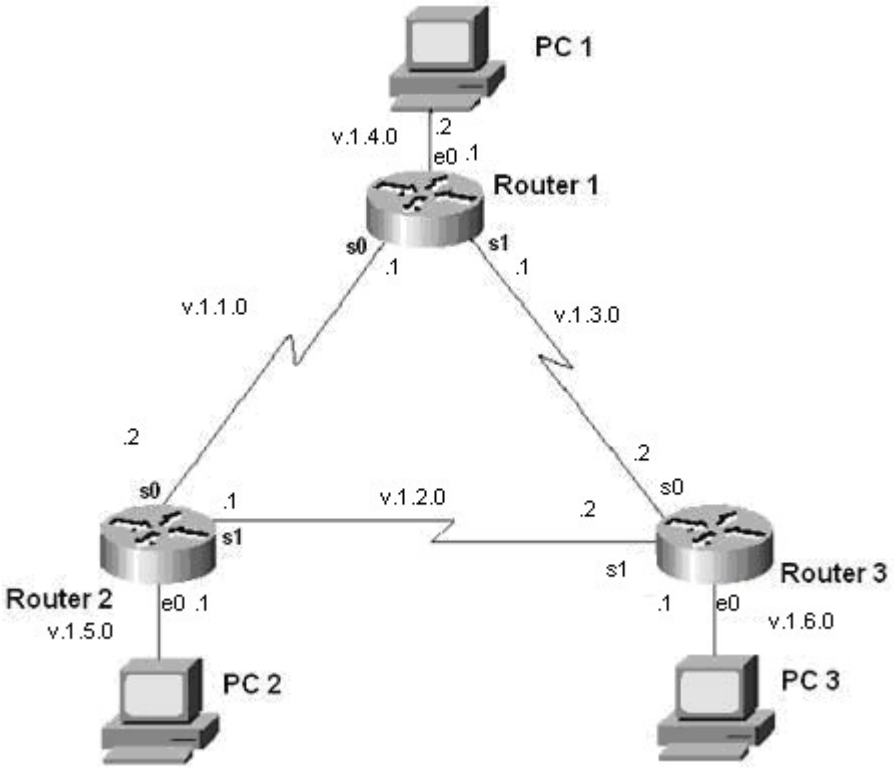


Рисунок 5.

В нашей сети шесть подсетей. Вы видите, что каждый маршрутизатор подключён к трём подсетям.

2. Отредактируйте вручную сохранённую конфигурацию предыдущей успешно выполненной лабораторной работы: уберите в rtr файлах маршрутизаторов команды статической маршрутизации.

3. Загрузите отредактированную конфигурацию в симулятор.

4. На каждом маршрутизаторе проверьте правильность загрузки конфигурации командами show cdp neighbors и show ip interface brief.

Если последовательный интерфейс не поднялся, проверьте командой **show running-config**, что на интерфейсе DCE стороны последовательной связи задана команда **clock rate!** Если не задана, то задайте её.

5. Настройте на каждом маршрутизаторе динамическую маршрутизацию по протоколу RIP.

6. На каждом маршрутизаторе посмотреть таблицу маршрутизации командой show ip route. Сделать скриншоты. Например, для маршрутизатора router1 для варианта 1 (v=1) имеем

```
C       1.1.4.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       1.1.1.0/24 is directly connected, Serial0
C       1.1.3.0/24 is directly connected, Serial1
R       1.1.6.0/24 [120/1] via 1.1.3.2, 00:01:43, Serial1
R       1.1.5.0/24 [120/1] via 1.1.1.2, 00:06:30, Serial0
R       1.1.2.0/24 [120/1] via 1.1.1.2, 00:03:35, Serial0
```

7. На каждом компьютере выполните команды трассировки tracert других компьютеров. Сделайте скриншоты. Всего шесть скриншотов. Например, трассировка из PC1 на PC2 для варианта 1 (v=1) имеет вид

```
PC1:#tracert 1.1.5.2


"Type escape sequence to abort."
Tracing the route to 1.1.5.2

 1 1.1.4.1 0 msec 16 msec 0 msec
 2 1.1.1.2 20 msec 16 msec 16 msec
 3 1.1.5.2 20 msec 16 msec *
```

Видим, что путь для пакетов из PC1 на PC2 (1.1.5.2) лежит последовательно через Router1 (Ethernet 1.1.4.1) и затем через Router2 (serial0 1.1.1.2)

8. Отключим на маршрутизаторе router1 последовательный интерфейс serial 0

Router1(config)#**interface serial 0**

Router1(config-if)#**shutdown**

9. Через пару минут, когда в сети пройдут обновления маршрутной информации, на каждом маршрутизаторе посмотреть таблицу маршрутизации командой show ip route. Сделать скриншоты. Например, для маршрутизатора router1 для варианта 1 (v=1) имеем

```
C       1.1.4.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       1.1.3.0/24 is directly connected, Serial1
R       1.1.2.0/24 [120/1] via 1.1.3.2, 00:07:26, Serial1
R       1.1.6.0/24 [120/1] via 1.1.3.2, 00:08:41, Serial1
R       1.1.5.0/24 [120/2] via 1.1.3.2, 00:07:44, Serial1
```

Видим, что таблица изменилась: пропала сеть 1.1.1.0/24 и все пакеты теперь маршрутизируются на адрес 1.1.3.2 через интерфейс Serial1.

10. На каждом компьютере выполните команды трассировки tracert других компьютеров. Сделайте скриншоты. Всего шесть скриншотов. Например, трассировка из PC1 на PC2 для варианта 1 (v=1) имеет вид

```
PC1:#tracert 1.1.5.2


"Type escape sequence to abort."
Tracing the route to 1.1.5.2

 1 1.1.4.1 0 msec 16 msec 0 msec
 2 1.1.3.2 20 msec 16 msec 16 msec
 3 1.1.2.1 20 msec 16 msec 16 msec
 4 1.1.5.2 20 msec 16 msec *
```

Видим, что теперь путь для пакетов из PC1 на PC2 (1.1.5.2) лежит последовательно через Router1 (Ethernet 1.1.4.1) , затем через Router3 (serial0 1.1.3.2) и затем через Router2 (serial1 1.1.2.1).

11. Сохраните конфигурацию.

12. Отключите RIP и настройте на каждом маршрутизаторе динамическую маршрутизацию по протоколу IGRP.

13. На каждом маршрутизаторе посмотреть таблицу маршрутизации командой show ip route. Сделать скриншоты. Например, для маршрутизатора router1 для варианта 1 (v=1) имеем

```
C       1.1.4.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       1.1.1.0/24 is directly connected, Serial0
C       1.1.3.0/24 is directly connected, Serial1
I       1.1.6.0/24 [100/651] via 1.1.3.2, 00:02:38, Serial1
I       1.1.5.0/24 [100/651] via 1.1.1.2, 00:04:26, Serial0
I       1.1.2.0/24 [100/651] via 1.1.1.2, 00:08:28, Serial0
```

14. Проверьте, что вы всё сделали правильно. На каждом компьютере выполните команд трассировки tracert других компьютеров.

15. Сохраните конфигурацию.

16. Отключите IGRP и настройте на каждом маршрутизаторе динамическую маршрутизацию по протоколу OSPF.

17. На каждом маршрутизаторе посмотреть таблицу маршрутизации командой show ip route. Сделать скриншоты. Например, для маршрутизатора router1 для варианта 1 (v=1) имеем

```
C       1.1.4.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       1.1.1.0/24 is directly connected, Serial0
C       1.1.3.0/24 is directly connected, Serial1
O       1.1.5.0/24 [110/65] via 1.1.1.2, 00:00:39, Serial0
O       1.1.2.0/24 [110/65] via 1.1.3.2, 00:00:22, Serial1
O       1.1.6.0/24 [110/65] via 1.1.3.2, 00:00:26, Serial1
```

18. Проверьте, что вы всё сделали правильно. На каждом компьютере выполнените команд трассировки tracert других компьютеров.

19. Сохраните конфигурацию.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншот топологии, созданной при выполнении практической части.

2. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении практической части для каждого протокола маршрутизации. Итого содержимое 9 (девяти) файлов.

3. Скриншот топологии из рисунка 5 с адресами своего варианта

4. Таблицу 2 предыдущей лабораторной работы с адресами своего варианта

5. Конфигурации трёх маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении задание для самостоятельной работы для каждого протокола маршрутизации. Итого содержимое 9 (девяти) файлов.

6. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы

Лабораторная работа №5. Бесклассовая адресация CIDR и маски переменной длины VLSM

Теоретическая часть

Масштабируемая сеть требует схемы адресации допускающей рост. Однако вследствие неконтролируемого роста сети могут возникнуть ряд непредвиденных последствий. По мере добавления узлов и подсетей в сеть предприятия может возникнуть нехватка свободных адресов и потребуется изменение схемы существующих адресов. Этого можно избежать путём тщательного планирования масштабируемой адресной системы сети предприятия.

К сожалению, архитекторы TCP/IP не могли предсказать экспоненциального роста Интернет, и в настоящее время остро стоит проблема распределения адресов.

Когда в 80-х годах внедрялся TCP/IP, он базировался на двухуровневой адресной схеме. Старшая часть 32-битового IP адреса определяла номер (адрес) сети, а младшая - номер хоста. Адрес сети необходим для взаимодействия сетей. Маршрутизаторы используют сетевую часть адреса для организации связи между хостами из различных сетей.

Для удобства человеческого восприятия IP адрес записывается в виде четырёх десятичных чисел, разделённых точками. 32-битовый адрес делится на четыре группы по восемь бит, называемых октетами. Каждый октет записывается в десятичном виде и разделяется точками. Например

10101100000111101000000000010001 <-> 10101100 00011110 10000000 00010001 <-> 172 30 128 17 <-> 172.30.128.17

Возникает вопрос, как в любом IP адресе выделить адрес сети и адрес хоста? В начале использования TCP/IP для решения этого вопроса использовалась классовая система адресации. IP адреса были разбиты на пять непересекающихся классов. Разбивка осуществлена согласно значениям нескольких первых бит в первом октете.

Если первый бит в первом октете равен нулю, то это адрес класса A. Адреса класса B начинаются с бинарных 10. Адреса класса C начинаются с бинарных 110.

В адресах класса A адрес сети располагается в первом октете. В классе B для адресации сети используется первый и второй октеты. В классе C для адресации сети используется первый, второй и третий октеты. Использование классов D и E специфично и здесь не рассматривается.

В современных сетях классы часто игнорируются, а используется бесклассовая IP схема, основанная на масках подсетей.

Здесь и далее мы будем использовать маски в виде последовательности бинарных единиц, переходящей в последовательность бинарных нулей общей длинной в 32 бита. Маски принято записывать в десятичной форме подобно IP адресам

11111111111111110000000000000000 <->11111111 1111111 0000000 0000000 <-> 255 255 0 0 <-> 255.255.0.0

Маска подсети является необходимым дополнением к IP адресу. Если бит в IP адресе соответствует единичному биту в маске, то этот бит в IP адресе представляет номер сети, а если бит в IP адресе соответствует нулевому биту в маске, то этот бит в IP адресе представляет номер хоста. Так для маски 255.255.0.0 и адреса 172.24.100.45 номер сети будет 172.24.0.0, а для маски 255.255.255.0 номер сети будет 172.24.100.0.

Другая форма записи маски - /N, где N – число единиц в маске. Эта форма используется только в сочетании с IP адресом. Например, для маски 255.255.0.0 и адреса 172.24.100.45 пишут 172.24.100.45/16.

Все адреса класса A имеют маску 255.0.0.0, адреса класса B имеют маску 255.255.0.0, а адреса класса C имеют маску 255. 255. 255.0. Обратное утверждение неправомерно, так как при определении класса используются первые биты в первом октете адреса.

Если организация располагает сетью класса B (маска 255.255.0.0), то она может разбить эту сеть на подсети, используя маску 255.255.255.0. Например, если адрес 172.24.100.45 принадлежит организации, то номером сети класса B будет 172.24.0.0, а номер внутрикорпоративной подсети будет равен 172.24.100.0. Заметим, что полученные подсети не будут являться сетями класса C.

Если число нулей в маске равно M, то число доступных адресов хостов в подсети равно 2M-2. То есть два адреса в подсети использовать не рекомендуется. Один из этих адресов, у которого последние M бит равны нулю, называется адресом подсети, а второй из этих адресов у которого последние M бит равны единице называется широковещательным адресом. Так для адреса 172.24.100.45/24 адрес подсети равен 172.24.100.0, а широковещательным адрес равен 172.24.100.255. Число адресов в подсети равно 2^8-2 =254.

Адреса класса A и B составляют около 75 процентов адресного пространства. Количество сетей классов A и B приблизительно равно 17000. Приобретение сети класса B, а тем более класса A в настоящее время весьма проблематично. Адреса класса C составляют около 12.5 процентов адресного пространства. Количество сетей класса C приблизительно равно 2.1 миллиона. К сожалению сеть класса C ограничена 254 адресами, что не отвечает нуждам больших организаций, которые не могут приобрести адреса класса A или B.

Классовая IP адресация, даже с использованием подсетей, не может удовлетворить требование по масштабируемости для Интернет сообщества.

Уже в начале 90-х годов почти все сети класса B были распределены. Добавление в Интернет новых сетей класса C приводило к значительному росту таблиц маршрутов и перегрузке маршрутизаторов. Использование бесклассовой адресации позволило в значительной мере решить возникшие проблемы.

CIDR

Современные маршрутизаторы используют форму IP адресации называемую безклассовой междоменной маршрутизацией (Classless Interdomain Routing (CIDR)),

которая игнорирует классы. В системах, использующих классы, маршрутизатор определяет класс адреса и затем разделяет адрес на октеты сети и октеты хоста, базируясь на этом классе. В CIDR маршрутизатор использует биты маски для определения в адресе сетевой части и номера хоста. Граница разделения адреса может проходить посреди октета.

CIDR значительно улучшает масштабируемость и эффективность IP по следующим пунктам:

- гибкость;
- экономичное использование адресов в выделенном диапазоне;
- улучшенная агрегация маршрутов;
- Supernetting - комбинация непрерывных сетевых адресов в новый адрес надсети, определяемый маской.

CIDR позволяет маршрутизаторам агрегировать или суммировать информацию о маршрутах. Они делают это путём использования маски вместо классов адресов для определения сетевой части IP адреса. Это сокращает размеры таблиц маршрутов, так как используется лишь один адрес и маска для представления маршрутов ко многим подсетям.

Без CIDR и агрегации маршрутов маршрутизатор должен содержать индивидуальную информацию для всех подсетей.

Рассмотрим сеть класса А 44.0.0.0/8, в которой рассматривается 8 подсетей

Сетевой номер	Первый октет	Второй октет	Третий октет	Четвёртый октет
44.24.0.0/16	00101100	00011000	00000000	00000000
44.25.0.0/16	00101100	00011001	00000000	00000000
44.26.0.0/16	00101100	00011010	00000000	00000000
44.27.0.0/16	00101100	00011011	00000000	00000000
44.28.0.0/16	00101100	00011100	00000000	00000000
44.29.0.0/16	00101100	00011101	00000000	00000000
44.30.0.0/16	00101100	00011110	00000000	00000000
44.31.0.0/16	00101100	00011111	00000000	00000000

Таблица 1.

Первые два октета (16 бит) представляют адрес подсети. Так как первые 16 бит адреса каждой из этих восьми подсетей уникальны, то классовый маршрутизатор видит восемь уникальных сетей и должен создать строку в таблице маршрутов для каждой из этих подсетей.

Однако эти восемь адресов подсетей имеют общую часть: первые 13 бит одинаковы. CIDR-совместимый маршрутизатор может суммировать маршруты к этим восьми подсетям, используя общий 13-битовый префикс в адресах: 00101100 00011. Для представления этого префикса в десятичной форме дополним его справа нулями

10101100 00011000 00000000 00000000 = 172.24.0.0.

13-битовая маска подсети имеет вид

11111111 11111000 00000000 00000000 = 255.248.0.0.

Следовательно один адрес и одна маска определяет бесклассовый префикс, который суммирует маршруты к восьми подсетям: 172.24.0.0/13.

Supernetting

Supernetting это практика использования битовой маски для группировки нескольких классовых сетей в виде одного сетевого адреса. Supernetting и агрегирование маршрутов есть разные имена одного процесса. Однако термин supernetting чаще применяется, когда агрегируемые сети находятся под общим административным управлением. Supernetting берёт биты из сетевой порции маски, а subnetting берёт биты из порции маски, относящейся к хосту. Supernetting и агрегирование маршрутов является инверсным понятием по отношению к subnetting.

Так как сети классов A и B практически исчерпаны, то организации вынуждены запрашивать у провайдеров несколько сетей класса C. Если компания получает блок непрерывных адресов в сетях класса C, то можно использовать supernetting и все адреса в компании будут лежать в одной большей сети или надсети.

Рассмотрим компанию АБВ, которой требуется адреса для 400 хостов. При классовой адресации компания должна запросить у центральной интернет службы InterNIC сеть класа B. Если компания получит такую сеть, то десятки тысяч адресов в ней не будут использоваться. Альтернативой является получение двух сетей класса C, что даёт 254*2= 504 адреса для хостов. Недостаток этого подхода состоит в необходимости поддержки маршрутизации для двух сетей.

При бесклассовой адресной системе supernetting позволяет компании АБВ получить необходимое адресное пространство с минимальным количеством неиспользуемых адресов и без увеличения размера таблиц маршрутизации. Используя CIDR, АБВ запрашивает блок адресов у своего Интернет провайдера, а не у центральной Интернет службы InterNIC. Провайдер определяет потребности АБВ и выделяет адресное пространство из своего адресного пространства. Провайдер берёт на себя управление адресным пространством в своей внутренней безклассовой системе. Все внешние Интернет маршрутизаторы содержат только суммирующие маршруты к сети провайдера. Провайдер сам поддерживает маршруты, более специфичные для своих клиентов, включая АБВ. Этот подход существенно уменьшает размеры таблиц маршрутов для всех маршрутизаторов в Интернет.

Пусть АБВ получил у провайдера две сети класса C, адреса в которых непрерывны: 207.21.54.0 и 207.21.55.0.

207.21.54.0	110001111	00010101	00110110	00000000
207.21.55.0	110001111	00010101	00110111	00000000

Таблица 2.

Из таблицы видно, что адреса имеют общий 23-битовый префикс 11001111 00010101 0011011. Дополняя префикс справа нулями 11001111 00010101 00110110 00000000, получим надсеть с 23- битовой маской , 207.21.54.0/23.

Провайдер предоставляет сеть компании АБВ внешнему миру как сеть 207.21.54.0/23.

CIDR позволяет провайдерам эффективно распределять и суммировать непрерывные пространства IP адресов.

VLSM

Маска переменной длины (Variable-Length Subnet Mask (VLSM)) позволяет организации использовать более одной маски подсети внутри одного и того же сетевого адресного пространства. Реализацию VLSM часто называют «подсети на подсети».

Рассмотрим подсети, созданные путём заимствования трёх первых бит в хостовой порции адреса класса С 207.21.24.0

Подсеть	Адрес подсети
0	207.21.24.0/27
1	207.21.24.32/27
2	207.21.24.64/27
3	207.21.24.96/27
4	207.21.24.128/27
5	207.21.24.160/27
6	207.21.24.192/27
7	207.21.24.224/27

Таблица 3.

Мы получили восемь подсетей, каждая из который может содержать не более 30 хостов.

Каждое соединение через последовательный интерфейс требует для себя два адреса и отдельной подсети. Использование для этого любой из подсетей /27 приведёт к потере адресов. Для создания подсети из двух адресов лучше всего подходит 30-ти битовая маска. Это как раз то, что надо для последовательного соединения. Разобьём одну из подсетей 207.21.24.192/27 на восемь подсетей, используя 30-ти битовую маску.

0	207.21.24.192/30
1	207.21.24.196/30
2	207.21.24.200/30
3	207.21.24.204/30
4	207.21.24.208/30
5	207.21.24.212/30
6	207.21.24.220/30
7	207.21.24.224/30

Таблица 4.

То есть каждую из оставшихся семи подсетей /27 можно использовать для адресации хостов в семи локальных сетях. Эти локальные сети можно связать в глобальную сеть с помощью не более чем восьми последовательных соединений из наших восьми сетей.

Чтобы в сетях с VLSM правильно осуществлялась маршрутизация маршрутизаторы должны обмениваться информацией о масках в подсетях.

Использование CIDR и VLSM не только предотвращает пустую трату адресов, но и способствует агрегации маршрутов или суммированию. Без суммирования маршрутов Интернет перестал бы развиваться уже в конце 90-х годов. Рисунок иллюстрирует как суммирование сокращает нагрузку на маршрутизаторы.

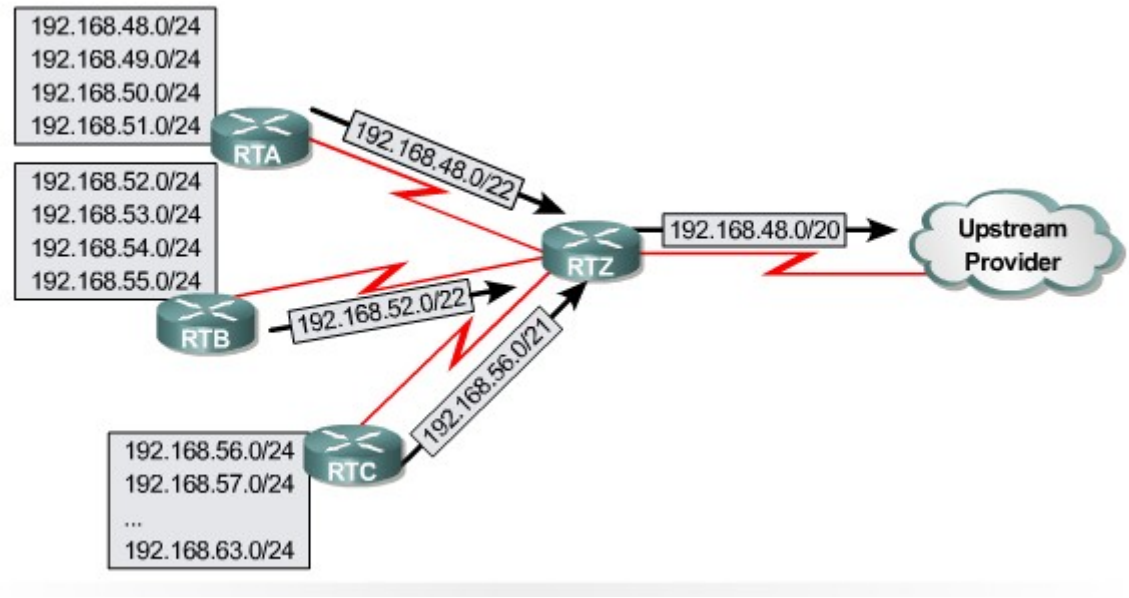


Рис. 1

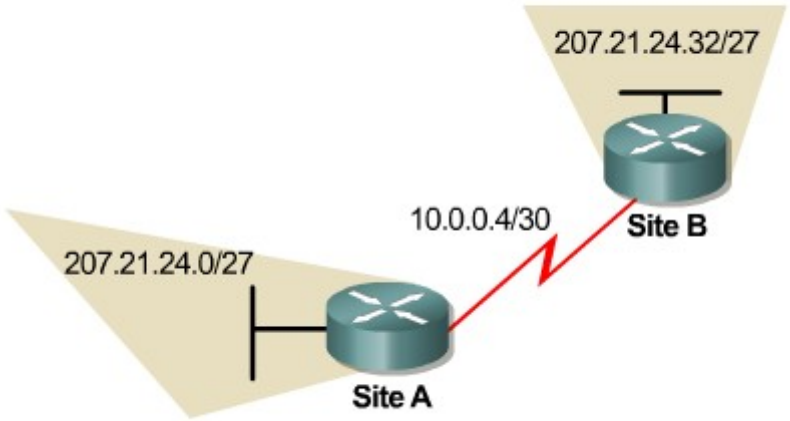


Рис. 2

Эта сложная иерархия сетей и подсетей суммируется в различных точках так, что вся сеть в целом выглядит извне как 192.168.48.0/20. Для правильной работы суммирования маршрутов следует тщательно подходить к назначению адресов: суммируемые адреса должны иметь одинаковые префиксы.

Разорванные подсети

Разорванные подсети это сети из одной главной сети, разделённые сетью в совсем другом диапазоне адресов. Классовые протоколы маршрутизации RIP версии 1 и IGRP не поддерживают разрывные сети, так как маршрутизаторы не обмениваются масками подсетей. Если на рисунке 1 сайт A и сайт B работают на RIP версии 1, то сайт A будет получать от сайта B обновления маршрутной информации в сети 207.21.24.0/24, а не в сети 207.21.24.32/27.

Протоколы RIP v2 и EIGRP по умолчанию суммируют адреса на границах классов. Обычно такое суммирование желательно. Однако в случае разорванных подсетей не желательно. Отменить классовое автосуммирование можно командой no auto-summary.

Практическая часть

Конфигурируем VLSM и протестируем функциональность на двух протоколах маршрутизации RIP версии 1 и RIP версии 2.

Рассмотрим сеть класса C 192.168.1.0/24. Требуется выделить минимум по 25 адресов для двух локальных сетей и зарезервировать максимальное число адресов для дальнейшего развития.

Для поддержки 25 хостов в каждой подсети требуется минимум пять бит в восьмибитовой хостовой части адреса. Пять бит дадут максимум 30 возможных адресов хостов (25 = 32 - 2). Если пять бит должны быть использованы для хостов, то другие три бита в последнем октете адреса могут быть добавлены к 24-битовой маски нашей сети класса C. Следовательно, 27-битовая маска может быть использована для создания следующих 8 подсетей:

0	192.168.1.0/24	4	192.168.1.128/24
1	192.168.1.32/24	5	192.168.1.160/24
2	192.168.1.64/24	6	192.168.1.192/24
3	192.168.1.96/24	7	192.168.1.224/24

Таблица 5.

Для дальнейшей максимизации адресного пространства подсеть 192.168.1.0 /27 снова разделяется на 8 подсетей с использованием 30-битовой маски:

0	192.168.1.0/30	4	192.168.1.16/30
1	192.168.1.4/30	5	192.168.1.20/30
2	192.168.1.8/30	6	192.168.1.24/30
3	192.168.1.12/30	7	192.168.1.28/30

Таблица 6.

Эти подсети могут быть использованы для последовательных соединений точка-точка и минимизируют потери адресов, так как каждая подсеть содержит только два адреса.

Построим и настроим сеть, изображённую на рисунке 3. Для маршрутизатора Vista возьмём модель 2501, а для остальных двух модель 805. Используем коммутатор 2950.

1. Подымите интерфейсы и проверьте сеть командой **show cdp neighbors.**
2. Назначьте адреса согласно рисунку. Проверьте назначение командой **show ip interface brief.**

3. Для компьютера HostA имеем неоднозначность в назначении маршрута по умолчанию: либо на адрес 192.168.1.33 Ethernet интерфейса маршрутизатора SanJose1, либо на адрес 192.168.1.34 Ethernet интерфейса маршрутизатора SanJose2**.** Выберите произвольный, например

hostA#**ipconfig /dg 192.168.1.33**

4. На всех трёх маршрутизаторах настроим маршрутизацию по протоколу RIP с отключенным автосуммированием адресов. Это позволит прохождение информации о подсетях.

Router(config)# **router rip**

Router(config-router)#**version 2**

Router(config-router)# **no auto-summary**

Router(config-router)# **network 192.168.1.0**

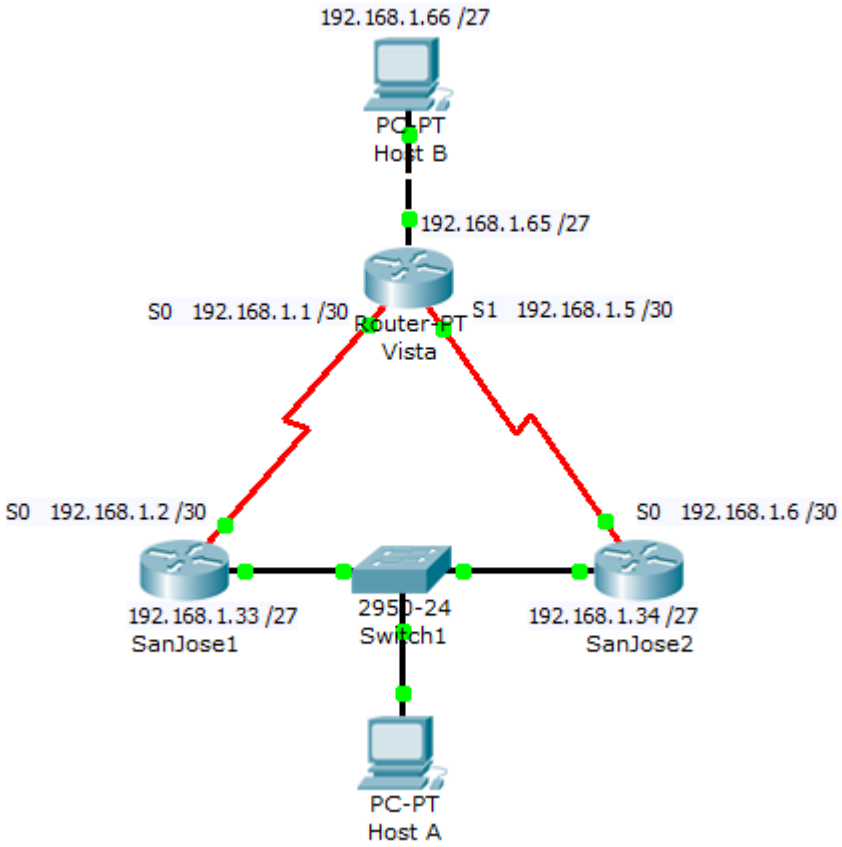


Рис.3

5. Должны увидеть, что на маршрутизаторе Vista есть маршрут на локальную сеть 192.168.1.32/27, где располагается компьютер hostA.

Vista#**show ip route**

```
C       192.168.1.0/30 is directly connected, Serial2/0
C       192.168.1.4/30 is directly connected, Serial3/0
R       192.168.1.32/27 [120/1] via 192.168.1.6, 00:00:15, Serial3/0
                        [120/1] via 192.168.1.2, 00:00:24, Serial2/0
C       192.168.1.64/27 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Заметим, что в таблице выведен только один маршрут на сеть 192.168.1.32/27 –на адрес 192.168.1.2 через интерфейс Serial0, хотя есть ещё один маршрут на сеть 192.168.1.32/27 –

через адрес 192.168.1.6 интерфейса Serial1. В реальном маршрутизаторе мы бы увидели оба эти маршрута. Симулятор выводит один маршрут, но обменивается маршрутной информацией по обеим интерфейсам Serial0 и Serial1:

Vista#**debug ip rip**

```
RIP: sending update to 255.255.255.255 via Serial0 (192.168.1.1)
 subnet 192.168.1.64, metric 1
 subnet 192.168.1.4, metric 1
 subnet 192.168.1.32, metric 2

RIP: sending update to 255.255.255.255 via Serial1 (192.168.1.5)
 subnet 192.168.1.64, metric 1
 subnet 192.168.1.0, metric 1

RIP: sending update to 255.255.255.255 via Ethernet0 (192.168.1.65)
 subnet 192.168.1.0, metric 1
 subnet 192.168.1.4, metric 1
 subnet 192.168.1.32, metric 2

RIP: received update from 192.168.1.2 on Serial0
     192.168.1.32 in 1 hops
     192.168.1.4 in 2 hops

RIP: received update from 192.168.1.6 on Serial1
     192.168.1.32 in 1 hops
     192.168.1.0 in 2 hops
```

Vista#**no debug ip rip**

Сделайте скриншоты.

6. Должны увидеть, что на маршрутизаторе SanJose1 есть маршрут на локальную сеть 192.168.1.64/27, где располагается компьютер hostB.

```
C       192.168.1.0/30 is directly connected, Serial2/0
R       192.168.1.4/30 [120/1] via 192.168.1.34, 00:00:18, FastEthernet0/0
C       192.168.1.32/27 is directly connected, FastEthernet0/0
R       192.168.1.64/27 [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:18, Serial2/0
```

Сделайте скриншот.

7. Должны увидеть, что на маршрутизаторе SanJose2 также есть маршрут на локальную сеть 192.168.1.64/27, где располагается компьютер hostB.

```
R       192.168.1.0/30 [120/1] via 192.168.1.33, 00:00:09, FastEthernet0/0
C       192.168.1.4/30 is directly connected, Serial3/0
C       192.168.1.32/27 is directly connected, FastEthernet0/0
R       192.168.1.64/27 [120/1] via 192.168.1.5, 00:00:26, Serial3/0
```

Сделайте скриншот.

Пропингуйте компьютер hostA из компьютера hostB и наоборот. Сделайте 2 скриншота.

Заметим, что симулятор реализован так, что приведенный пример работает и без ввода команд version 2 и no auto-summary.

Контрольные вопросы

1. Зачем нужна маска?

2. Что такое CIDR?
3. Что такое VLSM?
4. Как при использовании классов IP адресов в IP адресе выделяют адрес хоста и адрес подсети?
5. Как без использования классов IP адресов в IP адресе выделяют адрес хоста и адрес подсети?
6. Чему равно число доступных адресов в подсети?
7. По заданному преподавателем числу хостов в подсети определите минимальную маску.
8. Какие формы записи маски вы знаете?
9. Почему последовательное соединение выделяют в отдельную подсеть?
10. Какую маску рекомендуют использовать для сети последовательного соединения и почему?
11. Как CIDR и VLSM способствуют экономному использованию адресного пространства?
12. Что такое Supernetting?
13. Что такое агрегация маршрутов и как она способствует уменьшению таблиц маршрутов на маршрутизаторах?
14. Что такое разорванные подсети, и какие протоколы маршрутизации их не поддерживают?
15. Какие особенности работы симулятора при реализации протокола RIP?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в Packet Tracer практическую часть.
4. Выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
5. Предъявите преподавателю результат выполнения пункта 11 задания для самостоятельной работы.
6. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
7. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

Спроектируйте следующие четыре сети, согласно полученному варианту. См. рис. 4, 5, 6 и 7.

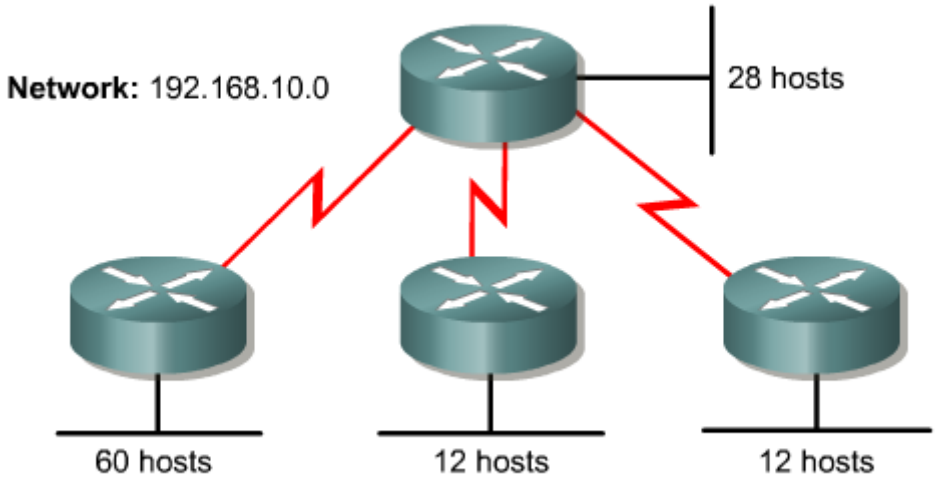


Рис 4. Вариант 1.

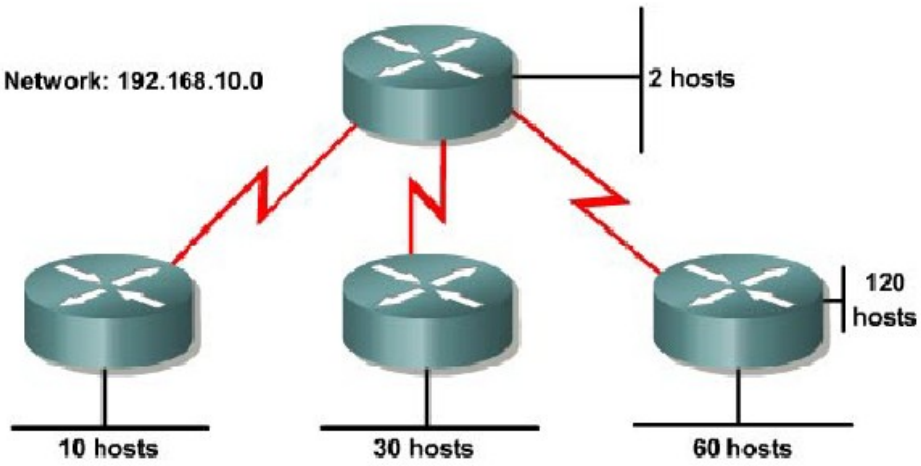


Рис 5. Вариант 2

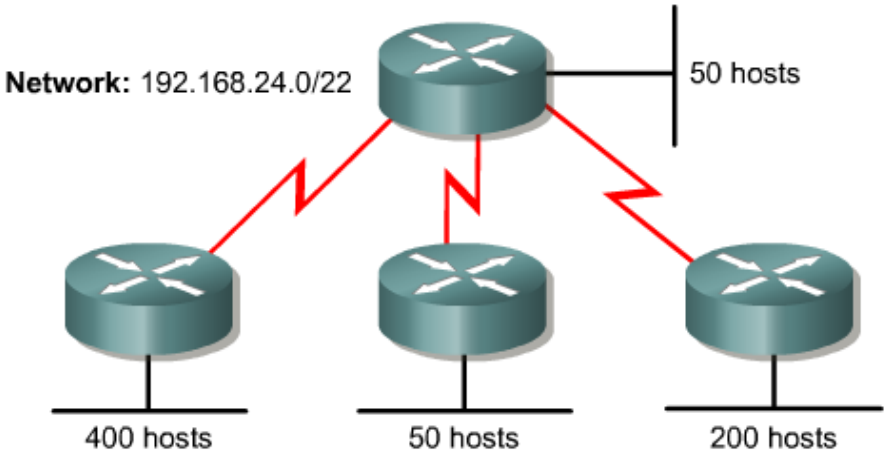


Рис 6. Вариант 3.

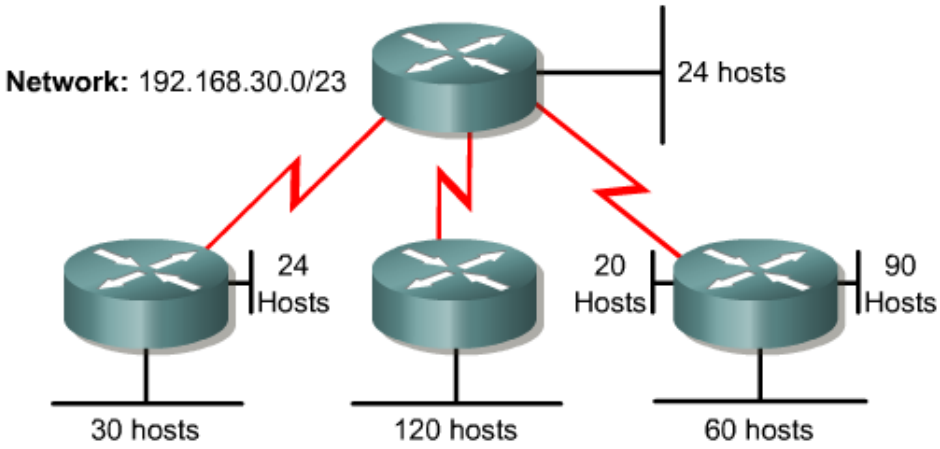
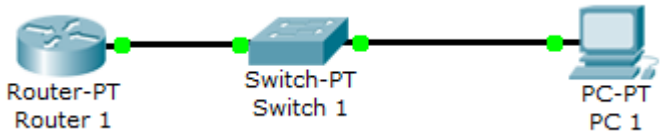


Рис 6. Вариант 4.

Порядок решения варианта

1. В дизайнере правильно подберите маршрутизаторы с нужным числом и типом интерфейсов. Используйте многослотовые устройства, имеющие наращиваемое число интерфейсов. В симуляторе они имеют адреса вида Ethernet 2/0, что означает интерфейс 0 в слоте 2.
2. Создайте топологию. Локальная сеть  ,  представляется в виде коммутатора с одним компьютером



3. . Сделайте скриншот топологии.
4. Назначьте каждой подсети правильную маску с минимальным числом нулей. Помните, что маска для последовательного соединения равна /30.
5. Определитесь, какие адреса вы будете назначать на сетевые интерфейсы маршрутизаторов и компьютеров.
6. Нанесите в графическом редакторе на вашу топологию назначенные адреса и маски.
7. В симуляторе назначьте адреса на сетевые интерфейсы маршрутизаторов и компьютеров.
8. Проверьте правильность назначения адресов командами **show ip interface brief** (маршрутизатор) или **ipconfig** (компьютер).
9. Настройте на каждом маршрутизаторе динамическую маршрутизацию по протоколу RIP второй версии.
10. На каждом маршрутизаторе выведите таблицу маршрутизации и сделайте скриншот.
11. Вы должны пинговать из любого компьютера любой другой компьютер.
12. По желанию вы можете в маршрутизаторах использовать интерфейсы петля loopback для моделирования локальных сетей с последующей их заменой на Ethernet интерфейс, связывающий маршрутизатор с одним компьютером через коммутатор.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншот топологии, созданной при выполнении практической части.

2. Конфигурации всех маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении практической части.

2. Скриншот топологии вашего варианта с адресами и масками.

4. Конфигурации всех маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении задания для самостоятельной работы.

5. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы

Лабораторная работа №6. Списки управления доступом ACL

Теоретическая часть.

Список управления доступом (access control list ACL) это последовательный список правил, которые используются для разрешения или запрета потока пакетов внутри сети на основании информации, приведенной внутри списка. Без списка доступа все пакеты внутри сети разрешаются без ограничений для всех частей сети. Список доступа может быть использован для контроля распространения и получения информации об изменении таблиц маршрутов и, главное, для обеспечения **безопасности**. Политика безопасности в частности включает защиту от внешних атак, ограничения доступа между отделами организации и распределение загрузки сети.

Список доступа позволяет использовать маршрутизатор как межсетевой экран, брандмауэр, для запрета или ограничения доступа к внутренней сети из внешней сети, например, Интернет. Брандмауэр, как правило, помещается в точках соединения между двумя сетями.

Стандартный ACL

При использовании стандартных ACL, единственным критерием для определения того, что пакет разрешен или запрещён, является IP адрес источника этого пакета. Формат элемента списка доступа следующий

Router(config)#**access-list № permit | deny source-address source-mask,**

где № – целое число – номер списка доступа, source-address обозначает адрес источника пакета, source-mask – маска в инверсной форме, накладываемая на адрес, permit – разрешить прохождение пакета, deny – запретить прохождение пакета. Число № определяет принадлежность элемента списка доступа к определённому списку доступа с номером №. Первая команда access-list определяет первый элемент списка доступа, вторая команда определяет второй элемент списка доступа и т.д. Маршрутизатор обрабатывает каждый определённый в нём список доступа по элементам сверху вниз. То есть, если адрес source-address пакета с учётом маски удовлетворяет условию элемента списка, то дальнейшие элементы списка маршрутизатор не обрабатывает. Следовательно, для избежания лишней обработки, элементы, определяющие более общие условия, следует помещать в начале списка. Внутри маршрутизатора может быть определено несколько списков доступа. Номер стандартного списка должен лежать в диапазоне 1 – 99. Маска в списке доступа задаётся в инверсной форме, например маска 255.255.0.0 выглядит как 0.0.255.255.

Маршрутизаторы Cisco предполагают, что все адреса, не упомянутые в списке доступа в явном виде, запрещены. То есть в конце списка доступа присутствует невидимый элемент

Router(config)#**access-list # deny 0.0.0.0 255.255.255.255**

Так, если мы хотим разрешить только трафик от адреса 1.1.1.1 и запретить весь остальной трафик достаточно в список доступа поместить один элемент

Router(config)#**access-list 77 permit 1.1.1.1 0.0.0.0.**

Здесь предполагается, что мы организовали список доступа с номером 77.

Рассмотрим возможность применения стандартных списков доступа для диапазона адресов. Возьмём к примеру диапазон 10.3.16.0 – 10.3.31.255. Для получения инверсной маски можно вычесть из старшего адреса младший и получить 0.0.15.255. Тогда пример элемента списка можно задать командой

Router(config)#**access-list 100 permit 10.3.16.0 0.0.15.255**

Для того, чтобы список доступа начал выполнять свою работу он должен быть применен к интерфейсу с помощью команды

Router(config-if)#**ip access-group номер-списка-доступа in либо out**

Список доступа может быть применён либо как входной (in) либо как выходной (out). Когда вы применяете список доступа как входной, то маршрутизатор получает входной пакет и сверяет его входной адрес с элементами списка. Маршрутизатор разрешает пакету маршрутизироваться на интерфейс назначения, если пакет удовлетворяет разрешающим элементам списка либо отбрасывает пакет, если он соответствует условиям запрещающих элементов списка. Если вы применяете список доступа как выходной, то роутер получает входной пакет, маршрутизирует его на интерфейс назначения и только тогда обрабатывает входной адрес пакета согласно элементам списка доступа этого интерфейса. Далее маршрутизатор либо разрешает пакету покинуть интерфейс либо отбрасывает его согласно разрешающим и запрещающим элементам списка соответственно. Так, созданный ранее список с номером 77 применяется к интерфейсу Ethernet 0 маршрутизатора как входной список командами

Router(config)#**int Ethernet 0**

Router(config-if)#**ip access-group 77 in**

Этот же список применяется к интерфейсу Ethernet 0 маршрутизатора как выходной список с помощью команд

Router(config-if)#**ip access-group 77 out**

Отменяется список на интерфейсе с помощью команды **no**

Router(config-if)# **no ip access-group 77 out**

Приступим к созданию более сложных списков доступа. Рассмотрим сеть на рисунке 1. Разрешим все пакеты, исходящие из сети 10.1.1.0 /25 (10.1.1.0 255.255.255.128) , но запретим все пакеты, исходящие из сети 10.1.1.128 /25 (10.1.1.128 255.255.255.128). Мы также хотим запретить все пакеты, исходящие из сети 15.1.1.0 /24 (15.1.1.0 255.255.255.0), за исключением пакетов от единственного хоста с адресом 15.1.1.5. Все остальные пакеты мы разрешаем. Списку дадим номер 2. Последовательность команд для выполнения поставленной задачи будет следующая

Router(config)#**access-list 2 deny 10.1.1.128 0.0.0.127**

Router(config)#**access-list 2 permit 15.1.1.5 0.0.0.0**

Router(config)#**access-list 2 deny 15.1.1.0 0.0.0.255**

Router(config)#**access-list 2 permit 0.0.0.0 255.255.255.255**

Отметим отсутсвие разрешающего элемента для сети 10.1.1.0 255.255.255.128. Его роль выполняет последний элемент **access-list 2 permit 0.0.0.0 255.255.255.255.**

Удостоверимся, что мы выполнили поставленную задачу.

1. Разрешить все пакеты, исходящие из сети 10.1.1.0 255.255.255.128.

Последняя строка в списке доступа удовлетворяет этому критерию. Нет необходимости в явном виде разрешать эту сеть в нашем списке доступа так, как в списке нет строк, соответствующей этой сети за исключением последней разрешающей строки permit 0.0.0.0 255.255.255.255.

2. Запретить все пакеты, исходящие из сети 10.1.1.128 255.255.255.128.

Первая строка в списке выполняет этот критерий. Важно отметить вид инверсной маски 0.0.0.127 для этой сети. Эта маска указывает, что мы не должны брать в рассмотрение последние семь бит четвертого октета адреса, которые назначены для адресации в данной подсети. Маска для этой сети 255.255.255.128, которая говорит, что последние семь бит четвертого октета определяют адресацию в данной сети.

3. Запретить все пакеты, исходящие из сети 15.1.1.0 255.255.255.0, за исключением пакетов от единственного хоста с адресом 15.1.1.5

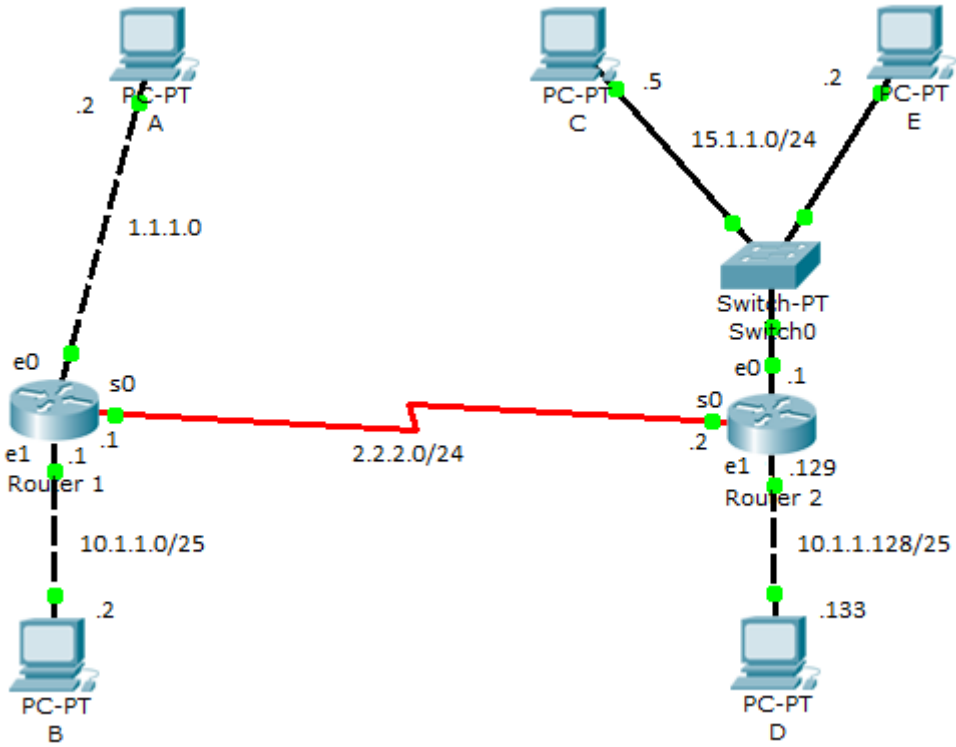


Рисунок 1.

Это требование удовлетворяется второй и третьей строкой нашего списка доступа. Важно отметить, что список доступа осуществляет это требование не в том порядке как оно определено. Обязательно следует помнить, что список доступа обрабатывается сверху вниз и при первом совпадении обработка пакетов прекращается. Мы вначале требуем запретить все пакеты, исходящие из сети 15.1.1.0 255.255.255.0 и лишь затем разрешить пакеты с адресом 15.1.1.5. Если в командах, определяющих список доступа мы,

переставим вторую и третью команды, то вся сеть 15.1.1.0 будет запрещена до разрешения хоста 15.1.1.5. То есть, адрес 15.1.1.5 сразу же в начале будет запрещён более общим критерием deny 15.1.1.0 0.0.0.255.

4. Разрешить все остальные пакеты

Последняя команда разрешает все адреса, которые не соответствуют первым трем командам.

Таким образом, имеем следующую последовательность действий для воплощения списка доступа.

1. Определить критерии и ограничения для доступа.

2. Воплотить их с помощью команд access-list, создав список доступа с определённым номером.

3. Применить список к определённому интерфейсу либо как входящий, либо как исходящий.

Остановимся на последнем пункте. В общем случае стандартный список доступа следует помещать как можно ближе к точке назначения, а не к источнику пакетов. Хотя могут быть исключения. Так как стандартный список доступа работает только с исходными адресами, то не всегда возможна детальная конфигурация. Требуется приложить усилия, чтобы избежать возникновения не желаемых конфигураций доступа. Если список помещён вблизи источника пакетов, то очень вероятно, что доступ к устройствам, на которых не осуществляется никакая конфигурация доступа, будет затруднён.

Конкретизируем политику безопасности для сети на рисунке 1. Наша цель создать политику для компьютера A (адрес 1.1.1.2 сеть 1.1.1.0/24), которая изо всех устройств локальной сети 15.1.1.0 /24 в которую входит компьютер C (15.1.1.5) разрешит доступ к компьютеру A лишь самого компьютера C. Мы также хотим создать политику, запрещающую удалённый доступ к компьютеру A из любого устройства локальной сети 10.1.1.128 / 25 компьютера D (10.1.1.133). Весь остальной трафик мы разрешаем. На рисунке 1 компьютер PC5 (15.1.1.5) играет роль произвольного отличного от компьютера C представителя локальной сети 15.1.1.0/24.

Размещение списка критично для воплощения такой политики. Возьмём созданный ранее список с номером 2. Если список сделать выходным на последовательном интерфейсе маршрутизатора 2, то задача для компьютера A будет выполнена, однако возникнут ограничения на трафик между другими локальными сетями. Аналогичную ситуацию получим, если сделаем этот список входным на последовательном интерфейсе маршрутизатора 1. Если мы поместим этот список как выходной на Ethernet A интерфейс маршрутизатора 1, то задача будет выполнена безо всяких побочных эффектов.

Расширенные ACL

Со стандартным ACL вы можете указывать только адрес источника, а маска не обязательна. В расширенных ACL вы должны указать и адрес приёмника и адрес источника с масками. Можете добавить дополнительную протокольную информацию для

источника и назначения. Например, для TCP и UDP разрешено указывать номер порта, а для ICMP разрешено указывать тип сообщения. Как и для стандартных ACL, можно с помощью опции log осуществлять лог.

Общая форма команды для формирования строки списка расширенного доступа

access-list access-list-number {permit | deny} protocol source source-wildcard [operator source-port] destination destination-wildcard [operator destination-port] [precedence precedence-number] [tos tos] [established] [log | log-input],

где access-list-number -100-199|2000-2699, protocol - ip, icmp, tcp, gre, udp, igrp, eigrp, igmp, ipinip, nos и ospf. Для порта source-port или destination-port можно использовать номер порта или его обозначение bgp, chargen, daytime, discard, domain, echo, finger, ftp, ftp-data, gopher, hostname, irc, klogin, kshell, lpd, nntp, pop2, pop3, smtp, sunrpc, syslog, tacacs-ds, talk, telnet, time, uucp, whois и www. Operator это eq (равно), neq (не равно), gt (больше чем), lt (меньше чем), range (указывается два порта для определения диапазона).

Как и для стандартных ACL расширенный ACL следует привязать к интерфейсу либо для входящего на интерфейс трафика

Router(config-if)# ip access-group №ACL in

либо для выходящего из интерфейса трафика

Router(config-if)# ip access-group №ACL out

здесь №ACL - номер списка.

Примеры элементов расширенного ACL

Разрешить SMTP отовсюду на хост

Router(config)# access-list 111 permit tcp any host 172.17.11.19 eq 25

Разрешить телнет отовсюду на хост

Router(config)# access-list 111 permit tcp any host 172.17.11.19 eq 23

Расширенный ACL позволяет очень тонко настроить права доступа.

Именованные ACL

К именованным ACL обращаются по имени, а не по номеру, что даёт наглядность и удобство для обращения. Для создания именованного ACL имеется команда

Router(config)# ip access-list extended ACL_name

и далее команды для создания элементов списка именно этого неименованного списка

Router(config-ext-nacl)# permit|deny IP_protocol source_IP_address wildcard_mask [protocol_information] destination_IP_address wildcard_mask [protocol_information] [log]

Для завершения создания списка следует дать команду exit.

Имя именованного списка чувствительно к регистру. Команды для создания неименованного списка аналогичные командам для создания элементов нумерованного списка, но сам процесс создания отличен. Вы должны использовать ключевое слово ip перед главным ACL оператором и тем самым войти в режим конфигурации именно для этого именованного списка. В этом режиме вы начинаете с ключевых слов permit или deny и не должны вводить access-list в начале каждой строки.

Привязка именованных ACL к интерфейсу осуществляется командой

Router(config)# interface type [slot_№]port_№

Router(config-if)# ip access-group ACL_name in|out

ACL обрабатываются сверху вниз. Наиболее часто повторяющийся трафик должен быть обработан в начале списка. Как только обрабатываемый списком пакет удовлетворяет элементу списка, обработка этого пакета прекращается. Стандартные ACLs следует помещать ближе к точке назначения, где трафик должен фильтроваться. Выходные (out) расширенные ACLs следует помещать как можно ближе к источнику фильтруемых пакетов, а входные следует помещать ближе к точке назначения, где трафик должен фильтроваться.

Именованный ACLs разрешает вам себя редактировать. Для этого надо набрать команду, которая была использована для его создания

Router(config)# ip access-list extended ACL_name

С помощью клавиш с вертикальными стрелками найти строку списка, которую вы хотите изменить. Изменить её, используя горизонтальные стрелки. Нажать ввод. Новая строка добавится в конец списка. Старая не уничтожится. Для её уничтожения следует ввести no в начале строки.

Для редактирования числовых ACLs следует его уничтожить и создать заново или изменить список офлайн и загрузить в устройство с помощью.

Практическая часть.

1. Загрузим в симулятор топологию, изображённую на рисунке 2.

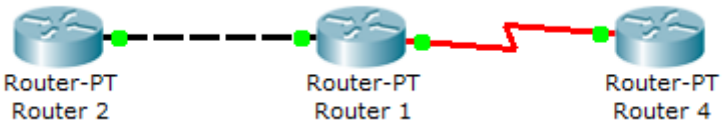


Рисунок 2.

Назначим адреса интерфейсам (маска 255.255.255.240) согласно таблице. Не забудьте на DCE устройстве последовательного соединения задать синхронизацию.

	Router2	Router1	Router4
Ethernet	24.17.2.2	24.17.2.1	
Serial		24.17.2.17	24.17.2.18

Осуществим конфигурацию RIP маршрутизации

Для Router1

Router1(config)#**router rip**

Router1(config- router)#**version 2**

Router1(config- router)#**network 24.0.0.0**

На Router2

Router2(config)#**router rip**

Router1(config- router)#**version 2**

Router2(config- router)#**network 24.0.0.0**

и на Router4

Router4(config)#**router rip**

Router1(config- router)#**version 2**

Router4(config- router)#**network 24.0.0.0**

Проверьте свою сеть с помощью команды ping и, в частности, что вы можете пинговать интерфейс Ethernet0 (24.17.2.2) маршрутизатора 2 из маршрутизатора 4

Router4#**ping 24.17.2.2**

Создадим стандартный список доступа, который не позволит пинговать маршрутизатор 2 из маршрутизатора 4. Для этого блокируем единственный адресс 24.17.2.18 маршрутизатора 4 и разрешим остальной трафик. Список создадим на маршрутизаторе 2 командами

Router2(config)#**access-list 1 deny 24.17.2.18 0.0.0.0**

Router2(config)#**access-list 1 permit 0.0.0.0 255.255.255.255**

Применим список к интерфейсу Ethernet маршрутизаторе 2

Router2(config)#**interface FastEthernet0/0**

Router2(config-if)#**ip access-group 1 in**

Проверим, что список доступа запущен. Для этого просмотрим работающую конфигурацию

Router2#**show running-config**

Мы также можем видеть, что список применён к интерфейсу, используя команду “show ip interface”. Найдите в выводимой информации с строку “Innbound access list is 1”.

Router2#**show ip interface**

Команда “show access-lists” покажет нам содержимое созданного списка доступа.

Router2#**show access-lists**

```
Standard IP access list 1
    deny host 24.17.2.18
    permit any (4 match(es))
```

Отметим, что host 24.17.2.18 равносильно 24.17.2.18 0.0.0.0. Теперь при попытке пинговать интерфейс Ethernet0 (24.17.2.2) роутера 2 из роутера 4

Router4#**ping 24.17.2.2**

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 24.17.2.2, timeout is 2 seconds:
UUUUU
Success rate is 0 percent (0/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
```

Получим строку “UUUUU”, которая означает, что список доступа работает корректно.

2. Создадим и загрузим в симулятор топологию на рисунке 2,

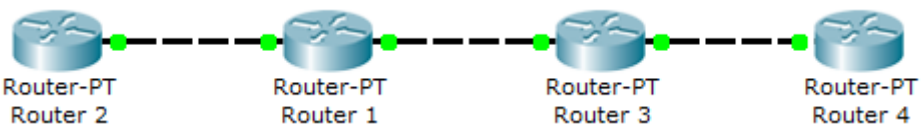


Рисунок 3.

Назначим адреса интерфейсам (маска 255.255.255.0) согласно таблице

	Router2	Router1	Router3	Router4
Ethernet 0	160.10.1.2	160.10.1.1	175.10.1.2	180.10.1.2
Ethernet 1		175.10.1.1	180.10.1.1	

Осуществим конфигурацию OSPF маршрутизации

Для Router1

Router1(config)#**router ospf 1**

Router1(config- router)#**network 160.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router1(config- router)#**network 175.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Для Router2

Router2(config)#**router ospf 1**

Router2(config- router)#**network 160.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

end

Для Router3

Router3(config) #**router ospf 1**

Router3(config- router)#**network 175.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router3(config- router)#**network 180.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Для Router4

Router4(config)#**router ospf 1**

Router4(config- router)#**network 180.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Для проверки пропингуйте крайние точки

router2#ping 180.10.1.2

router4#ping 160.10.1.2

Создадим стандартный список доступа для фильтрации трафика, приходящего на интерфейс ethernet0 1-го маршрутизатора router1 и разрешает трафик от подсети 175.10.1.0 (router3) и блокирует трафик от других устройств.

router1(config)#**access-list 1 permit 175.10.1.0 0.0.0.255**

Проверьте, что он создался

router1#**show access-list**

```
Standard IP access list 1
    permit 175.10.1.0 0.0.0.255
```

Присоедините список как входной к интерфейсу Ethernet 1

router1(config)#**interface FastEthernet1/0**

router1(config-if)#**ip access-group 1 in**

Проверьте присоединение командой

router1# **show running-config**

Проверьте связь между 3 и 2 маршрутизаторами и между 4 и 2 .

router3# **ping 160.10.1.2**

router4# **ping 160.10.1.2**

Связь между 3 и 2-м роутерами должна быть, а между 4 и 2 - нет.

Изменим список доступа и разрешим трафик от подсети 180.10.1.0 (router4) и блокируем трафик от других устройств.

router1(config)# **no access-list 2**

router1(config)# **access-list 2 permit 180.10.1.0 0.0.0.255**

Проверьте, что он изменился

router1#**show access-list**

```
Standard IP access list 1
    permit 180.10.1.0 0.0.0.255
```

Присоедините список как входной к интерфейсу Ethernet 1

router1(config)#**interface FastEthernet1/0**

router1(config-if)#**ip access-group 1 in**

Проверьте присоединение командой

router1# **show running-config**

Проверьте связь между 3 и 2 маршрутизаторами и между 4 и 2.

router3# **ping 160.10.1.2**

router4# **ping 160.10.1.2**

Связь между 4 и 2-м роутерами должна быть, а между 3 и 2 - нет.

3. Осуществите и проверьте конфигурацию IP для сети на рисунке 1 и примените OSPF для организации динамической маршрутизации.

Для маршрутизатора router 1

router1(config)#**router ospf 1**

router1(config-router)#**network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0**

router1(config-router)#**network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 0**

router1(config-router)#**network 10.1.1.0 0.0.0.127 area 0**

Для маршрутизатора router 2

Router2(config)#**router ospf 1**

Router2(config-router)#**network 10.1.1.128 0.0.0.127 area 0**

Router2(config-router)#**network 15.1.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router2(config-router)#**network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0**

Проверте работоспособность сети: вы должны из любого устройства пинговать любой интерфейс. Или проще: все компьютеры A, B, C, D, PC5 должны взаимно попарно пинговаться.

Создадим список доступа из теоретической части

3.1 На маршрутизаторе router 1 создадим список доступа

router1(config)#**access-list 2 deny 10.1.1.128 0.0.0.127**

router1(config)#**access-list 2 permit host 15.1.1.5**

router1(config)#**access-list 2 deny 15.1.1.0 0.0.0.255**

router1(config)#**access-list 2 permit 0.0.0.0 255.255.255.255**

и применим его к интерфейсу Ethernet0 как выходной

router1(config)#**interface FastEthernet0/0**

router1(config-if)#**ip access-group 2 out**

Создать скриншот результата выполнения команды

router1#**show access-list**

Попарно пропингуем A, B, C, PC5, D. В результате должна получиться следующая матрица доступа

Из\В	A	B	C	E	D
A	+	+	+	-	-
B	+	+	+	+	+
C	+	+	+	+	+
E	-	+	+	+	+
D	-	+	+	+	+

Таблица 1

Видим, что политика безопасности из теоретической части полностью реализована.

3.2 Удалим ACL с интерфейса e0 и применим как входной к интерфейсу s0

router1(config)#**interface fa0/0**

router1(config-if)#**no ip access-group 2 out**

router1(config-if)#**int s2/0**

router1(config-if)#**ip access-group 2 in**

Попарно пропингуем A, B, C, PC5, D. В результате должна получиться следующая матрица доступа

Из\В	A	B	C	E	D
A	+	+	+	-	-
B	+	+	+	-	-
C	+	+	+	+	+
E	-	-	+	+	+
D	-	-	+	+	+

Таблица 2

Видим, что теперь трафик между сетями 10.1.1.0/25 и 10.1.1.128/25 запрещен. Невозможен также трафик между сетью 10.1.1.0/25 и сетью 15.1.1.0/24 за исключением компьютера C с адресом 15.1.1.5.

4. Используем топологию и конфигурацию пункта 1 этой лабораторной работы

Отменим конфигурацию доступа, сделанную в пункте 1

Router2(config)#**no access-list 1 deny 24.17.2.18 0.0.0.0**

Router2(config)#**no access-list 1 permit 0.0.0.0 255.255.255.255**

Применим список к интерфейсу Ethernet маршрутизаторе 2

Router2(config)#**interface fa0/0**

Router2(config-if)# **no ip access-group 1 in**

Разрешим заходить на router1 телнетом на его два интерфейса с паролем router1

Router1(config)#**line vty 0 4**

Router1(config-line)#**login**

Router1(config-line)#**password router1**

Наши EACL будут делать пару различных вещей. Первое мы разрешим только телнет из подсети последовательного соединения 24.17.2.16/240 для входа на router1

router1(conf)#**access-list 101 permit tcp 24.17.2.16 0.0.0.15 any eq telnet log**

Опция log заставит маршрутизатор показывать выход при срабатывании списка доступа.

Разрешим на маршрутизаторе router1 весь трафик из Ethernet 0 подсети 24.17.2.0/240

router1(conf)#**access-list 102 permit ip 24.17.2.0 0.0.0.15 any**

Проверим установку списков

router1#show access-list

```
Extended IP access list 101
    permit tcp 24.17.2.16 0.0.0.15 any eq telnet log (0 matches)
Extended IP access list 102
    permit ip 24.17.2.0 0.0.0.15 any log (1 matches)
```

Теперь применим списки к интерфейсам для входящих пакетов

router1(conf)# **interface Serial2/0**

router1(conf-if)# **ip access-group 101 in**

router1(conf-if)# **interface fa0/0**

router1(conf-if)# **ip access-group 102 in**

Для проверки, что EACL присутствуют на интерфейсах, используйте команду

router1#**show running-config**

или

router1#**show ip interface**

Проверим функционирования EACL. Присоединимся к router4 и попытаемся безуспешно пропинговать интерфейс Serial2/0 на router1

router4#**ping 24.17.2.17**

EACL номер 101 блокировал ping. Но должен разрешить telnet

router4#**telnet 24.17.2.17**

Успешно. Введём пароль router1. Промпт router4# изменился на router1>. Нажав одновременно ctrl-shift-6 и затем 6, вернёмся на router4. О срабатывании EACL 101 на router1 нам укажет лог

```
00:06:50:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 101 permitted TCP 24.17.2.18 -> 24.17.2.17 (8/0), 5 packets
```

Посмотрим номер сессии и убьём телнет соединение

router4#**show sess**

router4# **disconnect 1**

Присоединимся к router2 и посмотрим, можем ли мы пропинговать интерфейс Serial0 на router4.

Router2# **ping 24.17.2.18**

Почему неудачно? Пакет стартует в Router2, идёт через Router1 (о срабатывании EACL 102 на router1 нам укажет лог

```
00:03:29:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 24.17.2.18 (8/0), 5 packets
```

) и приходит на Router4. На Router4 он переформируется и отсылается обратно к Router1. Когда Router4 переформирует пакет, адрес источника становится адресом приёмника и адрес приёмника становится адресом источника. Когда пакет приходит на интерфейс Serial0 на router1 он отвергается, так как его адрес источника равен IP адресу интерфейса Serial0 на router4 24.17.2.17, а здесь разрешён лишь tcp.

Присоединимся к router2 и посмотрим, можем ли мы пропинговать интерфейс Ethernet0 на router1.

router2#**ping 24.17.2.1**

Успешно. Аналогично и для телнета

router2#**telnet 24.17.2.1**

EACL работают успешно. О срабатывании EACL 102 на router1 нам укажет лог.

```
00:05:22:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 24.17.2.1 (8/0), 5 packets
```

Заметим, что лог так же постоянно показывает RIP обновления

```
00:06:42:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 255.255.255.255 (8/0), 5 packets
00:06:12:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 255.255.255.255 (8/0), 5 packets
00:07:42:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 255.255.255.255 (8/0), 5 packets
00:07:12:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 102 permitted IP 24.17.2.2 -> 255.255.255.255 (8/0), 5 packets
```

5. Именованные ACL

Отменим на router1 привязку EACL к интерфейсам

router1(conf)# **interface Serial0**

router1(conf-if)# **no ip access-group 101 in**

router1(conf-if)# **interface Ethernet0**

router1(conf-if)#**no ip access-group 102 in**

и отменим на router1 EACL

router1(conf)#**no access-list 101**

router1(conf)#**no access-list 102**

Поставим задачу запретить по всей сети лишь пинги от router4 на router2. Список доступа можно расположить и на router1 и на router2. Хотя рекомендуют располагать ACL ближе к источнику (для сокоащения трафика), в этом примере расположим именованный список с именем deny_ping на router2.

router2(config)#**ip access-list extended deny_ping**

router2(config-ext-nacl)#**deny icmp 24.17.2.18 0.0.0.0 24.17.2.2 0.0.0.0 log**

router2(config- ext-nacl)# **permit ip any any log**

Первая команда указывает, что мы создаём именованный расширенный список доступа с именем deny_ping. Вторая команда указывает на запрещение ICMP трафика с адресом источника строго 24.17.2.18 и адресом приёмника строго 24.17.2.2. Третья команда разрешает остальной IP трафик.

Проверим создание списка

router2#**show access-list**

```
Extended IP access list deny_ping
    deny   icmp host 24.17.2.18 host 24.17.2.2 log (0 matches)
    permit ip any any log (0 matches)
```

Всё правильно, мы видим в первой строке просто другую форму представления команды deny icmp 24.17.2.18 0.0.0.0 24.17.2.2 0.0.0.0 log.

Применим список для входного трафика интерфейса Ethernet0 на router2

Router2(conf)#**interface Ethernet0**

Router2(conf-if)#**ip access-group deny_ping in**

Присоединимся к router4 и пропингуем роутер2

router4#**ping 24.17.2.2**

Неудача. Присоединимся к router1 и пропингуем роутер2

Router1#**ping 24.17.2.2**

Успех. Присоединимся к router2 и посмотрим на два отдельных лог-сообщения: первое о запрещении пинга от router4 и второе о разрешении пинга от router1

```
00:11:18:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 0 permitted IP 24.17.2.1 -> 24.17.2.2 (8/0), 5 packets
00:12:30:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 0 permitted IP 24.17.2.1 -> 255.255.255.255 (8/0), 5 packets
```

6. Рассмотрим более сложные вопросы расширенных списков доступа. Создадим топологию

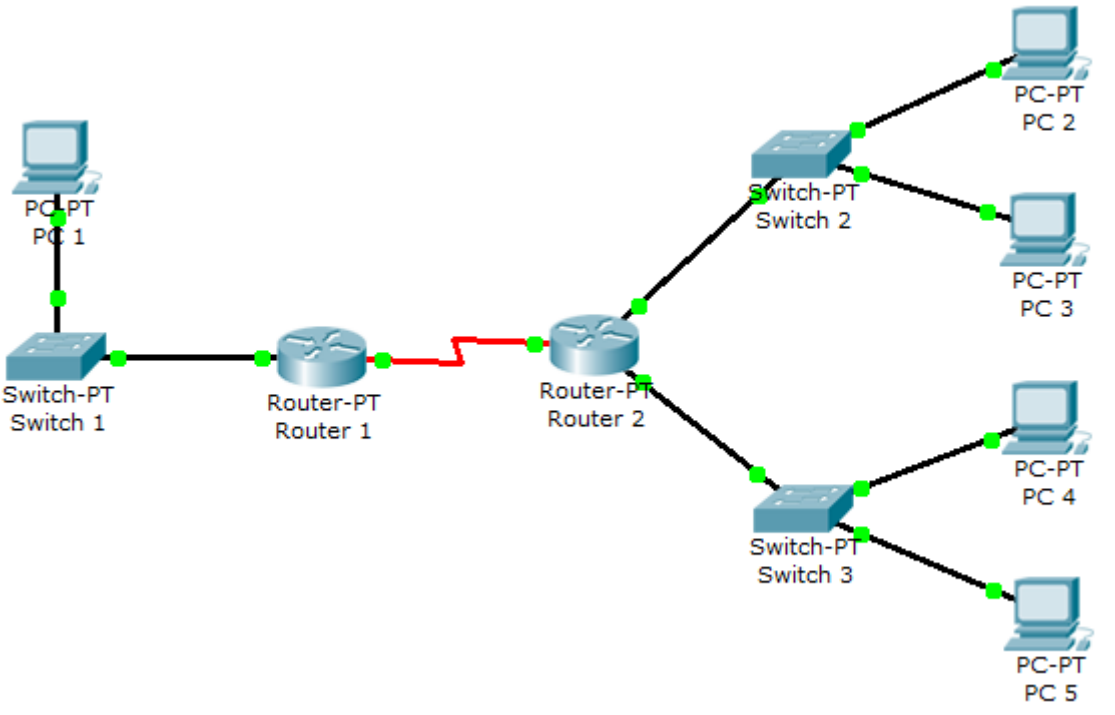


Рисунок 4.

Используйте коммутаторы модели 1912. Маршрутизатор Router1 - модели 805. Маршрутизатор Router2 - модели 1605.

Назначим IP адреса маршрутизаторам

	Router1	Router2
Fa0/0	1.1.3.1/24	1.1.1.129/25
Fa1/0		1.1.1.1/25
Serial2/0	1.1.2.1/24	1.1.2.2/24

и компьютерам

Hostname	IP на ethernet0	Шлюз
PC1	1.1.3.2 255.255.255.0	1.1.3.1
PC2	1.1.1.130 255.255.255.128	1.1.1.129
PC3	1.1.1.131 255.255.255.128	1.1.1.129
PC4	1.1.1.2 255.255.255.128	1.1.1.1
PC5	1.1.1.3 255.255.255.128	1.1.1.1

На Router1 и Router2 конфигурируем RIP

Router(config)#**router rip**

Router(config-router)#**network 1.0.0.0**

Интерфейсы всех устойств должны пинговаться со всех устройств.

6.1. Список доступа сеть-сеть.

Создадим список, который разрешает трафик от локальной сети компьютеров PC4 и PC5 в локальную сеть компьютера PC1 и запрещает трафик от локальной сети компьютеров PC2 и PC3 в локальную сеть компьютера PC1. Так как трафик приходит от router2 к router1 , то следует поместить список доступа на интерфейс serial2/0 router1 для входного трафика

Router1(conf)#**access-list 100 permit ip 1.1.1.0 0.0.0.127 1.1.3.0 0.0.0.255 log**

Router1(conf)#**access-list 100 permit ip 1.1.2.0 0.0.0.255 any log**

Первая команда непосредственно решает поставленную задачу, а вторая разрешает широковещание RIP протоколов. Проверим создание

Router1#**show access-list**

```
Extended IP access list 100
    permit ip 1.1.1.0 0.0.0.127 1.1.3.0 0.0.0.255 log (0 matches)
    permit ip 1.1.2.0 0.0.0.255 any log (11 matches)
```

Применим список доступа к интерфейсу.

Router1(conf)#interface Serial2/0

Router1(conf-if)#ip access-group 100 in

Для тестирования списка доступа, попытайтесь пропинговать PC1 от PC2, PC3, PC4 и PC5.

PC#**Ping 1.1.3.2**

Для PC2 и PC3 пинги не пойдут. Для PC4 и PC5 пинги пойдут. Список доступа работает. Посмотрите логи на router1

```
01:31:39:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 100 permitted IP 1.1.1.2 -> 1.1.3.2 (8/0), 5 packets
```

.

6.2. Список доступа хост-хост.

Создадим на router2 список доступа, который блокирует доступ к PC5 только с PC2. Контролировать попытки доступа можно по логам на router2.

Router2(conf)# **access-list 101 deny ip 1.1.1.130 0.0.0.0 1.1.1.3 0.0.0.0 log**

Router2(conf)# **access-list 101 permit ip any any**

Проверим создание

Router2#**show access-list**

```
Extended IP access list 101
    deny ip host 1.1.1.130 host 1.1.1.3
    permit ip any any
```

Применим список доступа к fast Ethernet интерфейсу router2

Router2(conf)#**interface FastEthernet0/0**

Router2(conf-if)#**ip access-group 101 in**

Присоединитесь к PC2 и проверьте, что вы не можете пиновать PC5

PC2# **Ping 1.1.1.3**

На router2 появится лог

```
01:51:44:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 101 denied IP 1.1.1.130 -> 1.1.1.3 (8/0), 5 packets
```

Присоединитесь к PC3 и проверьте, что вы можете пиновать PC5.

PC3# **Ping 1.1.1.3**

На router2 появится лог

```
01:54:41:  %SEC-6-IPACCESSLOGDP: list 101 permitted IP 1.1.1.131 -> 1.1.1.3 (8/0), 5 packets
```

6.3. Список доступа сеть-хост.

Вначале удалим предыдущие списки доступа с интерфейсов Router1 и Router2.

Router1(conf)#**interface Serial2/0**

Router1(conf-if)#**no ip access-group 100 in**

и

Router2(conf)#**interface FastEthernet0/0**

Router2(conf-if)#**no ip access-group 101 in**

Создадим расширенный список доступа, который блокирует весь трафик к PC1 из локальной сети компьютеров PC2 и PC3. Так как мы блокируем весь трафик, то будем использовать IP протокол.

Router2(conf)#access-list 102 deny ip 1.1.1.128 0.0.0.127 1.1.3.2 0.0.0.0 log

Router2(conf)#access-list 102 permit ip any any

Проверим создание

Router2#**show access-list**

```
Extended IP access list 102
    deny ip 1.1.1.128 0.0.0.127 host 1.1.3.2
    permit ip any any
```

Применим список к исходящему трафику на интерфейсе Serial2/0 Router2

Router2(conf)#**interface Serial2/0**

Router2(conf-if)#**ip access-group 102 out**

Для проверки списка попытайтесь пропинговать PC1 (1.1.3.2) из PC2 и PC3. Пинги не пройдут. Симулятор почему-то не даёт лог на консоли Router2. Но эффект выможете увидеть так

```
Router2#sh ac
Extended IP access list 102
    deny ip 1.1.1.128 0.0.0.127 host 1.1.3.2 (8 match(es))
    permit ip any any

Router2#sh ac
Extended IP access list 102
    deny ip 1.1.1.128 0.0.0.127 host 1.1.3.2 (16 match(es))
    permit ip any any
```

Вы видите после каждого неудачного пинга количество отслеженных (matches) пакетов возрастает.

Контрольные вопросы

1. Что такое ACL?
2. Какой адрес является критерием для разрешения/запрещения пакета?
3. Где применяются ACL?
4. Как задать элемент ACL и что такое инверсная маска?

5. Как роутер обрабатывает элементы ACL?

6. Какой элемент всегда неявно присутствует в ACL?

7. Как ACL применить к интерфейсу и затем его отменить?

8. Чем отличается входной ACL от выходного?

9. Где в сети рекомендуется размещать ACL?

10. Какими тремя командами можно проверить содержимое ACL и привязку к интерфейсу.

11. Что фильтруют расширенные ACL?

12**.** Какую дополнительную функциональность имеют расширенные ACL по сравнению со стандартными?

13. Можно ли, используя расширенные ACL, наложить ограничения на трафик к определённой TCP/IP службе?

14. Опишите процедуру создания именованного ACL.

15. Как отредактировать конкретную строку в числовом ACL?

16. Как отредактировать конкретную строку в именованном ACL?

17. Чем отличается форматы команд для ввода элементов числового и именованного ACL?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить подряд три пункта практической части. Проверить доступ согласно таблице1, а затем таблице 2.

4. Показать преподавателю, что сеть удовлетворяет матрице доступа из таблицы 1.

5. Показать преподавателю, что сеть удовлетворяет матрице доступа из таблицы 2.

6. Выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
7. Построить свою матрицу доступа согласно варианту и показать преподавателю, что сеть удовлетворяет этой матрице.
8. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
9. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

1. Применить список доступа 2, соданный в пункте 3 практической части, согласно варианту

Вариант	Маршрутизатор	Интерфейс	Вх/вых
1	router 1	E0	вх
2	router 1	S0	вых
3	router 1	E1	вх
4	router 1	E1	вых
5	router 2	E0	вх
6	router 2	E0	вых
7	router 2	S0	вх

8	router 2	S0	вых
9	router 2	E1	вх
10	router 2	E1	вых

2. Создать скриншот результата выполнения команд

router1#**show access-list**

и

router1#**show running-config**

3. Построить матрицу доступа.
4. Выполните три подпункта пункта 6 практической части для топологии на рисунке 4 и своего варианта **v** конфигурации, приведенной в таблице

	Router1	Router2
Fa0/0	1.v.3.1/24	1.v.1.129/25
Fa0/1		1.v.1.1/25
Serial0	1.v.2.1/24	1.v.2.2/24

Hostname	IP на ethernet	Шлюз
PC1	1.v.3.2 255.255.255.0	1.v.3.1
PC2	1.v.1.130 255.255.255.128	1.v.1.129
PC3	1.v.1.131 255.255.255.128	1.v.1.129
PC4	1.v.1.2 255.255.255.128	1.v.1.1
PC5	1.v.1.3 255.255.255.128	1.v.1.1

Сделайте те же скриншоты, которые сделаны в пункте 6 практической части.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншоты топологий, созданных при выполнении практической части.
2. Все скриншоты, созданные при выполнении практической части.
3. Конфигурации всех маршрутизаторов из .txt файлов конфигураций, созданных при выполнении практической части.
4. Конфигурацию маршрутизаторов из .txt файлов, созданную при выполнении пункта 1 задания для самостоятельной работы.
5. Матрицу доступа, указанные в пункте 3 задания для самостоятельной работы.
6. Конфигурацию маршрутизаторов из .txt файлов, созданную при выполнении пункта 4 задания для самостоятельной работы.
7. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы.

Лабораторная работа №7. Преобразование сетевых адресов NAT

Теоретическая часть

Network address translation (NAT - перенос сетевых адресов) создан для упрощения и сокрытия IP адресации. NAT позволяет представить внешнему миру внутреннюю структуру IP адресации предприятия иначе, чем она на самом деле выглядит. Это разрешает организации соединяться с Интернетом, не имея внутри себя глобальной уникальной IP адресации. Это даёт возможность выхода в Интернет для корпоративных внутренних IP сетей с внутренними IP адресами (intranet), которые глобально неуникальны и поэтому не могут маршрутизироваться в Интернете. NAT применяется также для связи территориально распределённых подразделений организации через Интернет.

Мировым сообществом для Интранет адресации выделены следующие диапазоны адресов

Class A: 10.0.0.0-10.255.255.255

Class B: 172.16.0.0-172.16.255.255

Class C: 192.168.1-192.168.255.255

NAT переводит внутренний IP адрес из внутреннего адресного пространства в IP адрес во внешнем адресном пространстве. Когда NAT получает пакет из intranet, он изменяет в нём адрес источника, пересчитывает контрольную сумму и отправляет его в Интернет.

NAT преобразует и отображает адреса из одной области в другую. Это обеспечивает прозрачную маршрутизацию от узла к узлу. В NAT существует несколько способов трансляции адресов, используемых в различных частных случаях.

Cisco использует для NAT специфическую терминологию для узлов в intranet и интернет как до, так и после преобразования адресов:

Внутренний (inside) адрес. Адрес, используемый в организации. Разные организации могут иметь одинаковые внутренние адреса.

Внешний адрес (outside). Адрес, определённый где-либо вне данной организации. Внешний адрес иной организации может совпадать с внутренним адресом данной организации.

Глобальный адрес. Это зарегистрированный и законный адрес IP, который может проходить через Интернет.

Локальный адрес. Адрес IP, используемый внутренне в Intranet. Эти адреса не пересекают Интернет адреса и поэтому рассматриваются как локальные.

Внутренний локальный адрес (inside local). Адрес, используемый в организации, не пересекающие Интернет адреса.

Внутренний глобальный адрес (inside global). Адрес, используемый в организации, являющийся Интернет адресом.

Внешний локальный адрес (outside local). Адрес, определённый где-либо вне данной организации, не являющийся Интернет адресом.

Внешний глобальный адрес (outside global). Адрес, определённый где-либо вне данной организации, являющийся Интернет адресом.

Симулятор всегда показывает, что Внешний локальный адрес (Outside Local) всегда равен внешнему глобальному адресу (outside global).

При отправке пакетов от интерфейса внутреннего хоста NAT заменяет в нём адрес источника на некоторый глобальный адрес. При приёме ответного пакета NAT заменяет в нём глобальный адрес приёмника (адрес внешнего интерфейса локального маршрутизатора) на адрес интерфейса внутреннего хоста. Для такой замены маршрутизатор поддерживает специальные таблицы преобразований адресов, которые постоянно обновляются. Различают три способа преобразования адресов: статический, динамический и перегрузка (overload). При статическом NAT в явном виде с помощью команд IOS задаются пары внутренний_адрес - глобальный _адрес. При динамическом преобразовании глобальные адреса берутся из определённого пула внешних адресов. При перегрузке все внутренние адреса, подлежащие преобразованию, заменяются на единственный глобальный адрес внешнего интерфейса маршрутизатора.

Для конфигурирования NAT следует определить на маршрутизаторе внутренние и внешние сети с помощью команд **ip nat inside | outside**. Эти команда определяется на уровне интерфейсов, то есть в контексте команды **interface**. Дополнительные команды зависят от используемого типа NAT. Это либо задание статического NAT, либо определение пула внешних адресов либо задание команды для перегрузки. Как правило, следует также задать список управления доступом ACL для определения внутреннего трафика, который будет преобразовываться. Сам по себе ACL не осуществляет никакого NAT преобразования.

Остановимся дополнительно на перегрузке, которую, как правило называют PAT (Port Address Translation - преобразование адресов с помощью портов). PAT разрешает нескольким внутренним хостам использовать один глобальный адрес. Один из вариантов реализации PAT базируется на использовании последовательности свободных TCP и UDP портов и состоит в следующем.

Служба NAT находится на маршрутизаторе M с внутренним глобальным адресом X. Пусть имеется пакет П от внутреннего локального адреса Yi и порта Pi к внешнему адресу G и порту p. Пакет проходит через маршрутизаторM. NAT заменяет в нём адрес Yi источника и порт источника Pi внутреннего хоста на уникальную пару X:Pinew, где Pinew – очередной свободный номер порта. Строка (Yi:Pi , X: Pinew, G:p) заносится в таблицу NAT маршрутизатора M. Ответный пакет в поле адрес приёмника будет содержать X, а в поле порт приёмника – Pinew. В поле адрес:порт источника будет G:p . Маршрутизатор M по значениям X, Pinew, G, p находит в своей NAT таблице строку (Yi:Pi , X: Pinew, G:p) и заменяет в пакете адрес приёмника X на Yi, а порт назначения Pinew на Pi. Ответный пакет придёт по нужному адресу Yi с нужным номером порта назначения Pi. Порт Pinew возвращается в список свободных портов.

Процесс NAT прозрачен для внутренних адресов. Так хост с внутренним адресом Yi, отправивший пакет во внешний мир и получивший ответ «не догадывается», что пакет

прошел NAT преобразование на маршрутизаторе как при отправке так и при приёме. Внутреннему хосту представляется, что он имеет непосредственный выход во внешний мир.

Практическая часть.

1. Загрузите в симулятор топологию изображённую на рисунке.

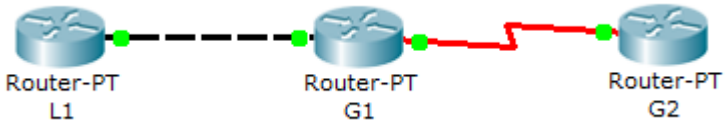


Рисунок 1

Создайте конфигурацию

	L1	G1	G2
Ethern	10.10.1.2 255.255.255.0	10.10.1.1 255.255.255.0	
Serial		175.10.1.1 255.255.255.0	175.10.1.2 255.255.255.0

Задайте OSPF маршрутизацию на G1

G1(config)#**router ospf 1**

G1(config- router)#**network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

G1(config- router)#**network 175.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

На L1

L1 (config)#**router ospf 1**

L1 (config- router)#**network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

Для G2

G2 (config)#**router ospf 1**

G2(config- router)#**network 175.10.1.0 0.0.0.255 area 0**

На G2 разрешим вход по телнет с паролем G2

G2 (config)#**line vty 0 4**

G2 (config-line)#**login**

G2 (config-line)#**password G2**

Проверьте работоспособность сети с помощью команды ping. Проверьте Telnet-соединение из L1 (10.10.1.2) к G2

L1# **telnet 175.10.1.2**

Password:**G2**

G2>**show users**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
   0 con 0                 idle                 00:01:18
* 67 vty 0                 idle                 00:00:00 10.10.1.2
```

Выйдите из телнета:ctrl+shift+6 затем **x**. Закройте сессии телнет с помощью команды disconnect на L1 и G2.

Необходимо настроить NAT/PAT на маршрутизаторе G1. Нужно настроить три формы перевода адресов: статистический перевод сетевых адресов, динамический перевод и перегрузка (перевод адресов портов). Предполагаем, что сеть Ethernet 10.10.1.0/24 это

внутренняя сеть intranet, которая соединяется с внешним миром через G1, а именно через сеть 175.10.1.0/24 последовательного интерфейса.

1.1 На маршрутизаторе G1 настроим NAT на статистический перевод внутреннего локального Ethernet-адреса маршрутизатора L1 10.10.1.2 в новый внутренний глобальный адрес 169.10.1.2, имеющийся у организации:

G1(config)#ip nat inside source static 10.10.1.2 169.10.1.2

Определим сеть fastEthernet0/0 интерфейса как внутреннюю

G1(config)#interface fa0/0

G1(config-if)# ip nat inside

Определим сеть serial2/0 интерфейса как внешнюю

G1(config-if)#interface s2/0

G1(config-if#ip nat outside

Для вывода таблицы переводов адресов введите команду на маршрутизаторе

G1#**show ip nat translations**

```
Pro  Inside global     Inside local       Outside local      Outside global
---  169.10.1.2        10.10.1.2          ---                ---
```

Проверьте перевод, создав Telnet-соединение из L1 к G2. Войдя по Telnet на G2 введите команду show users. Вы должны увидеть переведенный IP-адрес 169.10.1.2.

L1# telnet 175.10.1.2

Password:**G2**

G2> show users

```
    Line      User       Host(s)              Idle Location
*   0 con 0                idle                00:00:00
*   1 vty 1                idle                169.10.1.2
```

Вместо 169.10.1.2 можно использовать и задействованный адрес интерфейса Serial2/0 G1

175.10.1.1

G1(config)#**no ip nat inside source static 10.10.1.2 169.10.1.2**

G1(config)#**ip nat inside source static 10.10.1.2 175.10.1.1**

L1# **telnet 175.10.1.2**

Password:**G2**

G2> **show users**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
   0 con 0                 idle                 00:03:49
 * 67 vty 0                idle                 00:00:00 175.10.1.1
```

1.2. На маршрутизаторе G1 удалите предыдущую NAT-команду статистического перевода

G1(config)#**no ip nat inside source static 10.10.1.2 175.10.1.1**

и настройте NAT для динамического перевода Ethernet-адреса маршрутизатора L1. Используем область адресов в диапазоне: 169.10.1.50 - 169.10.1.100. Определим пул адресов **pool1**

G1(config)#**ip nat pool pool1 169.10.1.50 169.10.1.100 netmask 255.255.255.0**

Зададим NAT преобразование адресов из списка 1 в пул адресов **pool1**

G1(config)#**ip nat inside source list 1 pool pool1**

Настроим и проверим список доступа 1 для внутренних адресов, которые будут преобразовываться

G1(config)#**access-list 1 permit 10.10.1.0 0.0.0.255**

^Z

G1#**Show access-list**

Обязательно с помощью команды show running-config проверьте, что маршрутизатор G1 «подхватил» введённые команды. Среди вывода должно быть

```
!
ip nat pool pool1 169.10.1.50 169.10.1.100 netmask 255.255.255.0
ip nat inside source list 1 pool pool1
ip classless
!
!
access-list 1 permit 10.10.1.0 0.0.0.255
!
```

Проверьте перевод, создав Telnet-соединение из L1 к маршрутизатору G2. Войдя по Telnet на G2 введите команду show users. Вы должны увидеть переведенный IP-адрес 169.10.1.50.

L1# **telnet 175.10.1.2**

Password:**G2**

G2> **show users**

```
    Line      User       Host(s)              Idle Location
*   0 con 0                idle                 00:00:00
*   1 vty 1                idle                 169.10.1.50
```

То есть NAT взял из пула адресов первый свободный адрес 169.10.1.50.

Для вывода таблицы переводов адресов введите команду show ip nat translations на маршрутизаторе G1.

```
Pro  Inside global     Inside local       Outside local      Outside global
tcp 169.10.1.50:1025   10.10.1.2:1025     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 169.10.1.50:1026   10.10.1.2:1026     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 169.10.1.50:1027   10.10.1.2:1027     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 169.10.1.50:1028   10.10.1.2:1028     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 169.10.1.50:1029   10.10.1.2:1029     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
```

1.3 На маршрутизаторе G1 удалите предыдущие NAT-команды динамического перевода и настройте перегрузку (перевод адресов портов) Ethernet-адреса маршрутизатора L1 (10.10.1.2) на адрес интерфейса serial2/0 (175.10.1.1) на маршрутизаторе G1.

G1(config)#**no ip nat pool pool1 169.10.1.50 169.10.1.100 netmask 255.255.255.0**

G1(config)#**no nat inside source list 1 pool pool1**

G1(config)#**ip nat inside source list 1 interface s2/0 overload**

Обязательно с помощью команды show running-config проверьте, что маршрутизатор G1 «подхватил» введённые команды. Среди вывода должно быть

```
!
ip nat inside source list 1 interface Serial2/0 overload
ip classless
!
!
access-list 1 permit 10.10.1.0 0.0.0.255
!
```

Проверьте перевод, создав Telnet-соединение из L1 к маршрутизатору G2. Находясь на маршрутизаторе G2, введите команду show users. Вы должны увидеть переведенный IP-адрес 175.10.1.1.

L1# **telnet 175.10.1.2**

Password:**G2**

G2> **show users**

```
  Line       User       Host(s)              Idle       Location
   0 con 0               idle                 00:00:34
* 67 vty 0               idle                 00:00:00 175.10.1.1
```

Выведите список NAT-переводов на маршрутизаторе G1.

G1#show ip nat translations

```
Pro  Inside global     Inside local       Outside local      Outside global
tcp 175.10.1.1:1025    10.10.1.2:1025     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 175.10.1.1:1026    10.10.1.2:1026     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 175.10.1.1:1027    10.10.1.2:1027     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 175.10.1.1:1028    10.10.1.2:1028     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
tcp 175.10.1.1:1029    10.10.1.2:1029     175.10.1.2:23      175.10.1.2:23
```

2. Создайте топологию. Модели маршрутизаторов L1, L2, G1 и G2 -805, а LG и G – 1605.

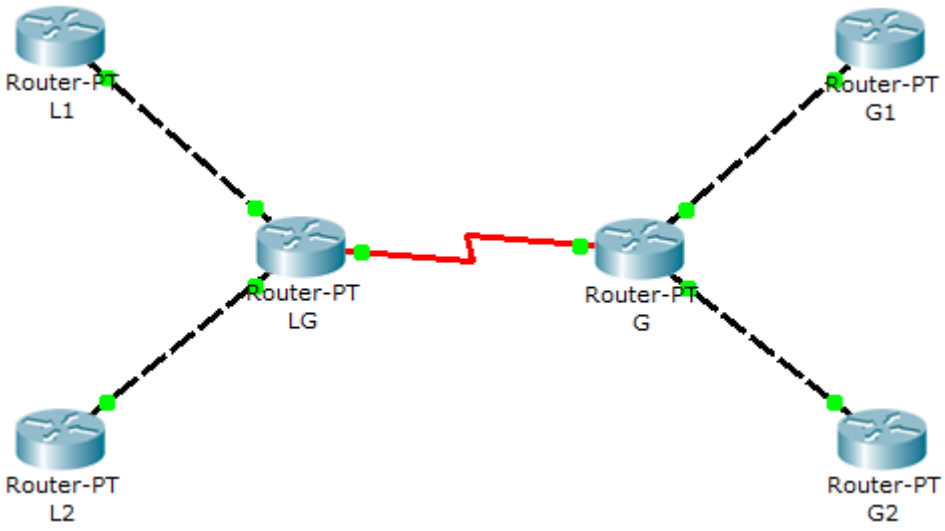


Рисунок 2

Сконфигурируем адреса согласно таблицы. Все маски 255.255.255.0

	L1	L2	LG	G	G1	G2
Eth0	10.1.1.2		10.1.1.1	1.1.2.1	1.1.2.2	
Eth1		10.1.2.2	10.1.2.1	1.1.3.1		1.1.3.2
serial			1.1.1.1	1.1.1.2		

Настроим маршрутизацию OSPF

LG(config)#**router ospf 1**
LG(config-router)#**network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 10**
LG(config-router)#**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 10**
LG(config-router)#**network 10.1.2.0 0.0.0.255 area 10**

G(config)# **router ospf 1**
G(config-router)#**network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 10**
G(config-router)#**network 1.1.2.0 0.0.0.255 area 10**
G(config-router)#**network 1.1.3.0 0.0.0.255 area 10**

L1(config)# **router ospf 1**
L1(config-router)#**network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 10**

L2(config)# **router ospf 1**
L2(config-router)# **network 10.1.2.0 0.0.0.255 area 10**

G1(config)#**router ospf 1**
G1(config-router)#**network 1.1.2.0 0.0.0.255 area 10**

G2(config)#**router ospf 1**
G2(config-router)#**network 1.1.3.0 0.0.0.255 area 10**

и разрешим телнет на G1 и G2:

G1(config)#**line vty 0 4**
G1(config-line)#**login**
G1(config-line)#**password G1**

G2(config)# **line vty 0 4**
G2(config-line)#**login**
G2(config-line)#**password G2**

Проверьте функционирование: зайдите телнетом из L1 на G1, из L1 на G2, из L2 на G1, из L2 на G2.

Обязательно убейте все телнет сессии командой **disconnect 1**. Всего вам понадобится 8 команд. По две на каждое устройство: L1, L2, G1 и G2.

Проверьте отсутствие телнет соединений командой **show session.**

Объявите на роутере LG сети 10.1.1.0/24 и 10.1.2.0/24 как внутренние, а сеть 1.1.1.0/24 как внешнюю

LG(config)#**interface s2/0**
LG(config-if)#**ip nat outside**
LG(config-if)#**interface fa0/0**
LG(config-if)#**ip nat inside**
LG(config-if)#**interface fa1/0**
LG(config-if)#**ip nat inside**

Создадим список доступа для адресов двух внутренних Ethernet сетей

LG(config)#**access-list 2 permit 10.1.0.0 0.0.255.255**

И запустим PAT преобразование этих адресов на внутренний глобальный адрес 1.1.1.1 интерфейса Serial2/0

LG(config)#**ip nat inside source list 2 interface s2/0 overload**

Проверьте функционирование: зайдите телнетом из L1 на G1

L1# **telnet 1.1.2.2**
Password:**G1**
G1> **show users**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
   0 con 0                 idle                 00:08:20
 * 67 vty 0                 idle                 00:00:00 1.1.1.1
```

Выйдите из телнет сессии, нажав Ctrl-shift-6 затем x.

Зайдите телнетом из L1 на G2

L1# **telnet 1.1.3.2**
Password:**G2**
G2> **show users**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
   0 con 0                 idle                 00:09:55
 * 67 vty 0                 idle                 00:00:00 1.1.1.1
```

Выйдите из телнет сессии, нажав Ctrl-shift-6 затем x.

Перейдём на устройство L2. Зайдите телнетом из L2 на G1

L2# **telnet 1.1.2.2**
Password:**G1**
G1> **sh us**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
  67 vty 0                idle                 00:03:56 1.1.1.1
* 68 vty 1                idle                 00:00:00 1.1.1.1
```

Выйдите из телнет сессии, нажав Ctrl-shift-6 затем x.

Зайдите телнетом из L2 на G2

L2# **telnet 1.1.2.2**

Password:**G2**

G2> **sh us**

```
    Line       User       Host(s)              Idle       Location
  67 vty 0                idle                 00:04:36 1.1.1.1
* 68 vty 1                idle                 00:00:00 1.1.1.1
```

Мы видим и на G1 и на G2 по две телнет сессии. Все четыре сессии показаны как сессии от одного адреса - внутреннего глобального адреса 1.1.1.1 интерфейса Serial2/0.

Перейдём на LG. Посмотрим четыре трансляции адресов

LG#**show ip nat tr**

```
Pro  Inside global     Inside local       Outside local      Outside global
icmp1.1.1.1:9392       10.1.1.2:9392      1.1.2.2:9392       1.1.2.2:9392
icmp1.1.1.1:9393       10.1.1.2:9393      1.1.2.2:9393       1.1.2.2:9393
icmp1.1.1.1:9394       10.1.1.2:9394      1.1.2.2:9394       1.1.2.2:9394
icmp1.1.1.1:9395       10.1.1.2:9395      1.1.2.2:9395       1.1.2.2:9395
icmp1.1.1.1:9396       10.1.1.2:9396      1.1.2.2:9396       1.1.2.2:9396

icmp1.1.1.1:9392       10.1.1.2:9392      1.1.3.2:9392       1.1.3.2:9392
icmp1.1.1.1:9393       10.1.1.2:9393      1.1.3.2:9393       1.1.3.2:9393
icmp1.1.1.1:9394       10.1.1.2:9394      1.1.3.2:9394       1.1.3.2:9394
icmp1.1.1.1:9395       10.1.1.2:9395      1.1.3.2:9395       1.1.3.2:9395
icmp1.1.1.1:9396       10.1.1.2:9396      1.1.3.2:9396       1.1.3.2:9396

icmp1.1.1.1:9392       10.1.2.2:9392      1.1.2.2:9392       1.1.2.2:9392
icmp1.1.1.1:9393       10.1.2.2:9393      1.1.2.2:9393       1.1.2.2:9393
icmp1.1.1.1:9394       10.1.2.2:9394      1.1.2.2:9394       1.1.2.2:9394
icmp1.1.1.1:9395       10.1.2.2:9395      1.1.2.2:9395       1.1.2.2:9395
icmp1.1.1.1:9396       10.1.2.2:9396      1.1.2.2:9396       1.1.2.2:9396

icmp1.1.1.1:9392       10.1.2.2:9392      1.1.3.2:9392       1.1.3.2:9392
icmp1.1.1.1:9393       10.1.2.2:9393      1.1.3.2:9393       1.1.3.2:9393
icmp1.1.1.1:9394       10.1.2.2:9394      1.1.3.2:9394       1.1.3.2:9394
icmp1.1.1.1:9395       10.1.2.2:9395      1.1.3.2:9395       1.1.3.2:9395
icmp1.1.1.1:9396       10.1.2.2:9396      1.1.3.2:9396       1.1.3.2:9396
```

Порядок трансляций соответствует порядку ввода команд **telnet**

Первая порция трансляций соответствует команде

L1# **telnet 1.1.2.2**

Вторая порция трансляций соответствует команде

L1# **telnet 1.1.3.2**

Третяя порция трансляций соответствует команде

L2# **telnet 1.1.2.2**

Четвёртая порция трансляций соответствует команде

L2# **telnet 1.1.3.2**

Во всех случаях используется внутренний глобальный адрес 1.1.1.1 интерфейса Serial2/0.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи решает NAT.
2. Как связана проблема нехватки IP адресов и NAT?
3. Какие вы знаете диапазоны для Интранет адресации?
4. Что такое внутренний адрес?
5. Что такое внешний адрес?
6. Что такое глобальный адрес?
7. Что такое локальный адрес?
8. Что такое внутренний локальный адрес?
9. Что такое внутренний глобальный адрес?
10. Что такое внешний глобальный адрес?
11. Что такое внешний локальный адрес?
12. Назовите три способа преобразования адресов.
13. Объясните как работает PAT.
14. Какая функциональность теряется у хоста с внутренним локальным адресом в сети, имеющей связь с внешним миром через NAT, по сравнению с хостом с глобальным адресом?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить подряд все пункты практической части.
4. Создать все скриншоты, приведенные в практической части.
5. Показать преподавателю результат выполнения последней команды **show ip nat tr** из пунктов 1 и 2 практической части.
6. Выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
7. Показать преподавателю результат выполнения последней команды **show ip nat tr** из пунктов 1 и 2 задания для самостоятельной работы.
8. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
9. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

1. Выполните пункт 1 практической части для топологии на рисунке 1 и своего варианта **v** конфигурации, приведенной в таблице

	L1	G1	G2
Ethern	10.10.**v**.2 255.255.255.0	10.10.**v**.1 255.255.255.0	
Serial0		175. **v**.1.1 255.255.255.0	175. **v**.1.2 255.255.255.0

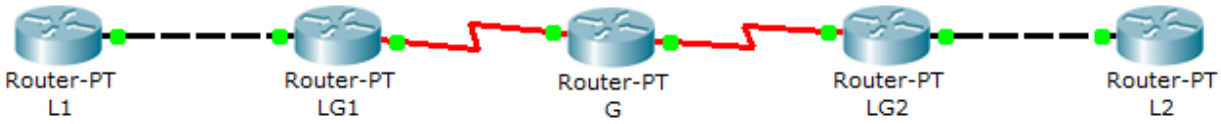
Сделайте те же скриншоты, которые сделаны в пункте 1 практической части.

2. Выполните пункта 2 практической части для топологии на рисунке 2 и своего варианта **v** конфигурации, приведенной в таблице

	L1	L2	LG	G	G1	G2
Eth0	10.**v**.1.2		10.**v**.1.1	1.**v**.2.1	1.**v**.2.2	
Eth1		10.**v**.2.2	10.1.2.1	1.**v**.3.1		1.**v**.3.2
serial			1.**v**.1.1	1.**v**.1.2		

Сделайте те же скриншоты, которые сделаны в пункте 2 практической части.

3.1. Создайте топологию



3.2. Сконфигурируем адреса согласно таблицы. Все маски 255.255.255.0. **v** – номер варианта.

	L1	LG1	G	LG2	L2
Serial0		1.**v**.1.2	1.**v**.1.1		
Serial1			1.**v**.2.1	1.**v**.2.2	
Ethernet	10.**v**.1.2	10.**v**.1.1		10.**v**.1.1	10.**v**.1.2

Мы видим совершенно одинаковые адреса для двух Ethernet сетей. Тем самым мы моделируем реальную ситуацию, когда сетевые устройства L1 и L2 двух различных фирм имеют одинаковые локальные внутренние адреса 10.**v**.1.2 и связаны с внешним миром (G) через маршрутизаторы LG1 и LG2, имеющими NAT.

3.3. Разрешите доступ по телнет к маршрутизатору G.

3.4. Дайте доказательный ответ на вопрос: можно ли в симуляторе так настроить маршрутизацию и NAT, чтобы маршрутизатор L1 (L2) входил по телнет на маршрутизатор G под глобальным внутренним адресом 1.**v**.1.2 (1.**v**.2.2). Ответ (положительный или отрицательный) снабдите содержимым rtr файлов и скриншотами.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншоты топологий, созданных при выполнении практической части.
2. Все скриншоты, созданные при выполнении практической части.
3. Конфигурации всех из .txt файлов, созданных при выполнении практической части.
6. Конфигурацию маршрутизаторов из .txt файлов конфигураций, созданные при выполнении для самостоятельной работы.
7. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы.

Лабораторная работа №8. Удалённый доступ. Frame Relay

Теоретическая часть

Удалённый доступ

Существуют три типа последовательных каналов связи:

1. Сети с коммутацией каналов: коммутируемая телефонная сеть, ISDN.

2. Выделенные или арендованные каналы: DSL, кабельные модемы и каналы связи типа 64к, T1, T3, OC-12,

3. Сети с коммутацией пакетов: Frame Relay, X.25 и ATM.

Передача данных может осуществляться как синхронно, так и асинхронно. Арендованные выделенные каналы обычно требуют синхронного последовательного соединения.

Каждая линия связи соединена с последовательный портом маршрутизатора устройством CSU/DSU (channel service unit/data service unit – устройство обслуживания канала/ устройство обслуживания данных).

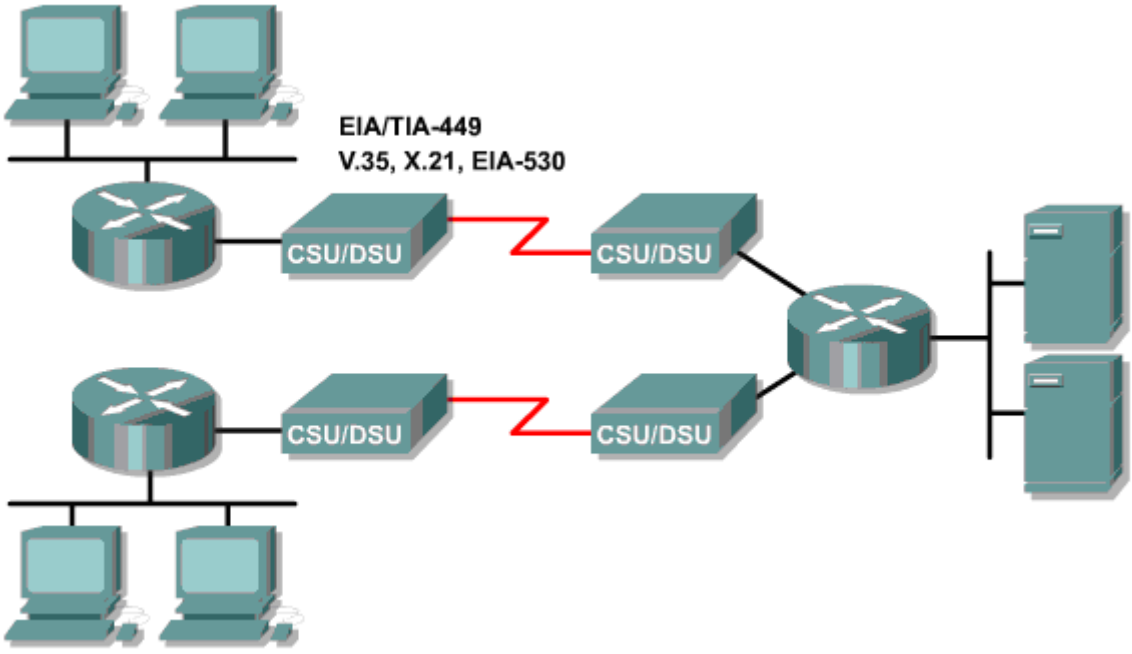


Рисунок 1.

Следовательно, помимо собственно проводов от коммуникационного провайдера, каждое соединение требует отдельный синхронный последовательный порт на маршрутизаторе и устройство CSU/DSU. Как результат, стоимость содержания нескольких выделенных линий резко возрастает. Поэтому большинство компаний находят построение полносвязных WAN на выделенных линиях слишком дорогим решением.

CSU/DSU является DCE (data communications equipment – оборудование передачи данных) устройством. DCE адаптирует физический интерфейс на DTE (data terminal

equipment – терминальное оборудование данных) устройстве к правилам передачи сигналов в несущей сети. Примером DTE устройства является маршрутизатор.

CSU/DSU обеспечивает модуляцию, временную синхронизацию и используется для взаимодействия с цифровой передающей аппаратурой. Существенно, что CSU/DSU используется маршрутизатором для связи с цифровым каналом во многом таким же образом, как ПК использует модем для связи с аналоговым телефонным каналом. То есть в связке ПК-модем ПК является DTE устройством, а модем – DCE устройством.

Выделенные или арендованные каналы

Обычно последовательные соединения в сетях оперируют со следующими скоростями

56 kbps

64 kbps

T1 (1.544 Mbps) стандарт США

E1 (2.048 Mbps) европейский стандарт

E3 (34.064 Mbps) европейский стандарт

T3 (44.736 Mbps) стандарт США

DTE (маршрутизатор) связан с DCE (CSU/DSU) через синхронный последовательный порт с использованием одного из следующих стандартов:EIA/TIA-232 (RS-232), EIA/TIA-449, V.35, X.21, EIA-530.

Для соединения DTE (маршрутизатор, ПК) к аналоговому модему (DCE (CSU/DSU)) используется EIA/TIA-232. Выпущенный более 30 лет назад, он стал классикой. Однако он не приемлем на выделенных линиях для скоростей более чем 120 kbps.

Стандарт V.35 пригоден для более высоких скоростей (более 2 Mbps). Он используются для подсоединения порта маршрутизатора к T1/E1 через отдельное CSU/DSU.

Сегодня для многих последовательных каналов связи, таких как T1, многие маршрутизаторы имеют внутри себя CSU/DSU, интегрированную в интерфейсную карту. То есть, нет нужды в отдельном DCE (CSU/DSU).

Сети с коммутацией пакетов СКП.

В отличие от арендованных линий и соединений с переключением каналов, переключение пакетов не полагается на выделенное, точка-точка соединение через несущую сеть. Вместо этого пакеты данных маршрутизируются в несущей сети на основании адресации, содержащейся в заголовках пакетов или фреймов, что позволяет провайдеру поддерживать много потребителей на одних физических линиях и коммутаторах.

В сетях с коммутацией пакетов провайдер конфигурирует свою аппаратуру коммутации для создания виртуальных цепей (virtual circuits (VCs)) для обеспечения сквозной связи. Виртуальные цепи могут быть постоянными или могут быть построены

по требованию. Frame Relay является типовой службой по коммутации пакетов в WAN. Часто используются также технологии ATM и X.25.

Первые СКП строились по протоколу X.25. Так как X.25 был спроектирован для работы на ненадёжных телефонных медных цепях, то он обеспечивает обнаружение ошибок

СКП это сети с множественным доступом, использующие специальное оборудование для доставки пользовательского трафика. Физическим носителем сигналов внутри СКП являются, как правило, высокоскоростные выделенные каналы связи, чаще всего оптические. Для обеспечения требуемого сквозного соединения внутри СКП осуществляется настройка коммутационного оборудования.

СКП предлагают администратору сети меньший контроль, чем соединение точка-точка. Однако, стоимость виртуальной цепи в СКП меньше, чем выделенной линии. Доступ к самой СКП, как правило, осуществляется через синхронный последовательный порт маршрутизатора по единственной выделенной линии T1 или T3 и позволяет соединится со многими удалёнными сайтами. При отсутствии СКП потребуется отдельная выделенная линия к каждому удалённому сайту.

Виртуальные цепи Frame Relay предоставляют скорость вплоть до скорости T3, делая технологию переключения пакетов высокоскоростной эффективной по стоимости альтернативой выделенным линиям. Единственное синхронное последовательное соединение к СКП может поддерживать несколько виртуальных цепей в конфигурациях точка-многоточка (один-ко-многим) и точка-точка (Рис. 2). Процесс комбинирования нескольких передач данных в одной физической линии называется мультиплексированием.

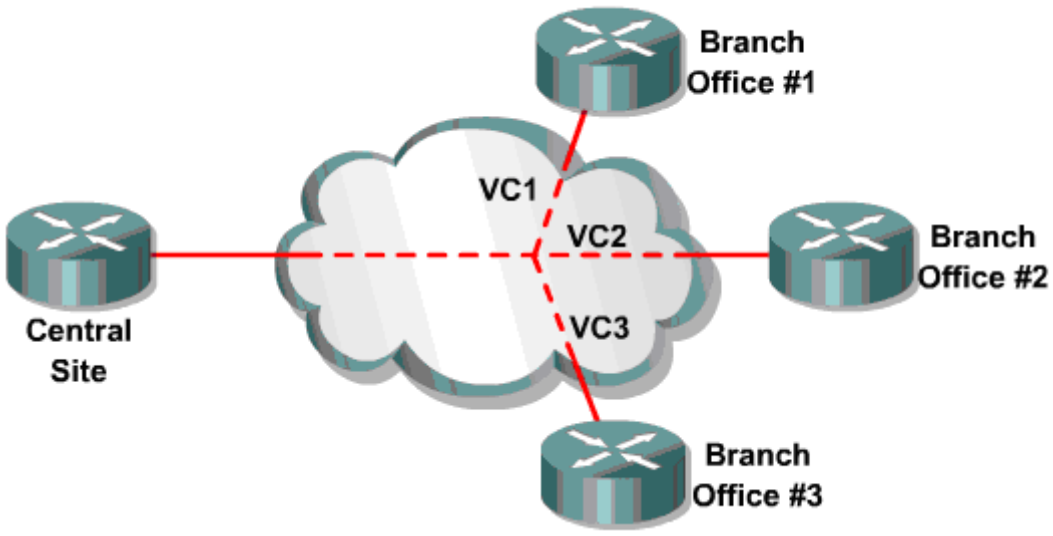


Рисунок 2.

Мультиплексирование становится возможным благодаря тому, что DTE (как правило маршрутизатор) инкапсулирует данные в пакеты СКП, содержащие адреса СКП. Коммутаторы провайдера используют эти адреса для определения, как и куда доставить отдельный пакет. В случае Frame Relay эти адреса называются DLCI (Data Link Connection

Identifiers). Способность к мультиплексированию означает, что один порт маршрутизатора вместе с одним устройством CSU/DSU может поддерживать десятки виртуальных цепей, каждая из которых ведёт к отдельному сайту. Следовательно, переключение пакетов делает доступной по цене даже создание полносвязной топологии.

Frame Relay не исправляет ошибок и хорошо приспособлен для работы на высоконадёжных цифровых каналах передачи.

Frame Relay не обеспечивает ту степень надёжности, гибкости и безопасности, которую предоставляют выделенные линии, которые более предпочтительны для критически важного трафика и обмена большим объемом информации.

Другой популярной технологией коммутации пакетов является ATM (Asynchronous Transfer Mode). ATM это международный стандарт для поэлементной передачи, в котором информация различных типов таких, как данные, голос и видео помещаются в ячейки фиксированной длины в 53 байта. Фиксированная длина ячеек позволяет вести их обработку аппаратным способом, что сокращает временные задержки. ATM спроектирована так чтобы воспользоваться преимуществами высокоскоростных сред передачи E3, T3 и SONET.

Протоколы глобальных сетей

Маршрутизаторы прежде чем передать IP пакеты по каналу связи, инкапсулируют их во фреймы второго сетевого уровня.

Типовые протоколы второго уровня глобальных сетей:

Point-to-Point Protocol (PPP) – протокол сязи маршрутизатор - маршрутизатор и маршрутизатор -хост для синхронных и асинхронных каналов.

Serial Line Internet Protocol (SLIP) – предшественник PPP, используемый для последовательного соединения точка-точка по протоколу TCP/IP.

High-Level Data Link Control (HDLC) – является собственностью Cisco и используется для соединения двух устройств Cisco.

X.25/LAPB – это стандарт, который определяет способ соединения между DTE и DCE устройствами при удалённом терминальном доступе и компьютерных коммуникациях в публичных сетях данных.

Frame Relay – высокопроизводительный протокол, используемый на многих сетевых интерфейсах

Рисунок показывает, какие протоколы связи данных используются в каждой из трёх типов соединений в WAN

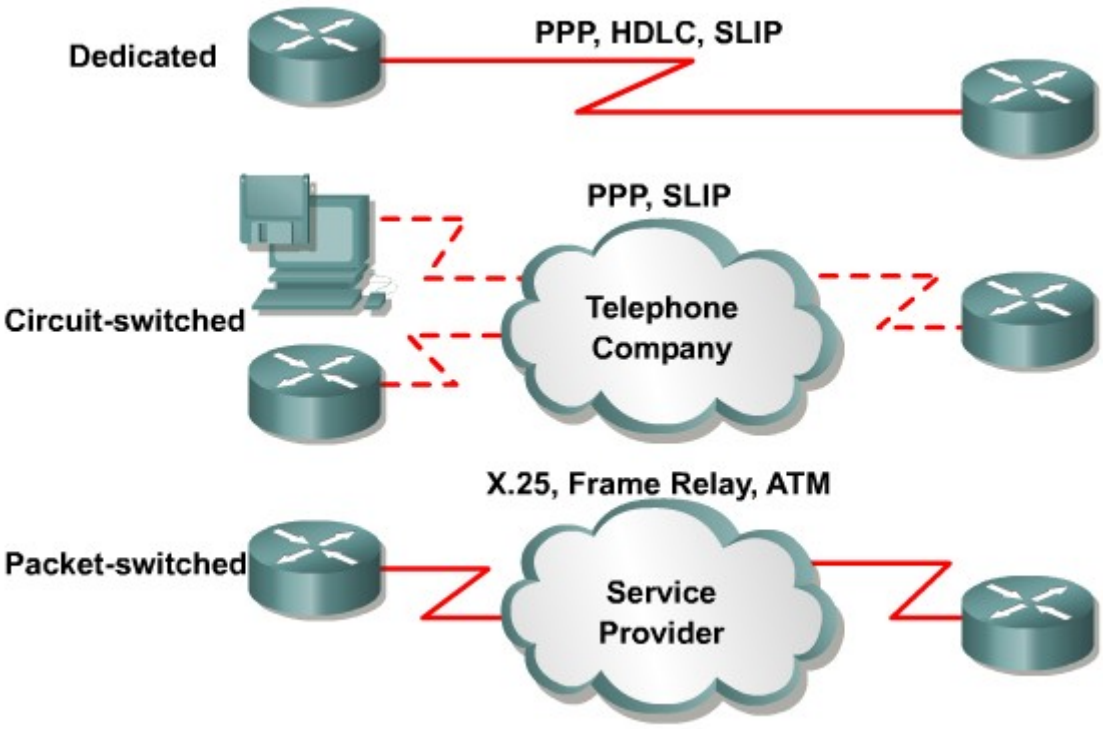


Рисунок 3.

Frame Relay

В настоящее время Frame Relay заменяет X.25 как технология переключения пакетов. Стандартизированный в 1990, Frame Relay упрощает функции канального уровня и обеспечивают только проверку на ошибки, но не их исправление. Такой малоизбыточный подход к коммутации пакетов увеличивает производительность и эффективность. Современные волоконнооптические каналы связи и цифровые средства обслуживания передачи обеспечивают намного меньше ошибок, чем их медные предшественники. По этой причине, использование как в X.25 механизмов надежности на канальном уровне теперь вообще расценивается как ненужное. Исправление ошибок осуществляется в протоколах более высокого уровня, например TCP.

Frame Relay - ITU и ANSI стандарт. ITU-T - International Telecommunications Union (Международный Союза Телесвязи) и ANSI - American National Standards Institute (Американский Национальный Институт Стандартов). Стандарты определяют процесс для передачи данных по сети с коммутацией пакетов. Frame Relay это ориентируемая на соединение технология связи данных, которая оптимизирована, чтобы обеспечить высокое быстродействие и эффективность.

Современные сети телекоммуникаций характеризуются относительно свободной от ошибок цифровой передачей и высоконадежной инфраструктурой. Frame Relay полагается почти полностью на протоколы верхнего уровня, чтобы обнаружить и исправить ошибки. Frame Relay не имеет механизмов повторной передачи, которые используются в X.25. Без механизмов исправления ошибки Frame Relay выигрывает у X.25 по скорости. В результате Frame Relay приемлем для использования там, где требуется высокая

производительность, как в локальных сетях. Физическая сеть, на которой развёрнут Frame Relay, может быть или общественной или частной сетью и иметь различную физическую природу: оптика, спутниковые каналы связи, выделенные линии.

Frame Relay определяет процесс взаимосвязи между DTE клиента, типа маршрутизатор, и DCE провайдера. Как только трафик достигает коммутатора провайдера, Frame Relay не определяет способ, по которому данные передаются в пределах сети Frame Relay. Поэтому, провайдер Frame Relay может использовать разнообразные технологий, типа ATM или PPP, чтобы перемещать данные с одного конца его сети к другому.

Устройства Frame Relay

Устройства, присоединённые к глобальной сети Frame Relay могут быть либо DTE либо DCE устройствами. Устройства DTE рассматриваются как оконечное оборудование и обычно располагаются на территории клиентов - потребителей услуг Frame Relay. Примерами DTE устройств являются маршрутизаторы и устройства доступа FRAD (Frame Relay Access Devices). FRAD это специальное устройство для связи между LAN и Frame Relay.

Внутрисетевые устройства DCE принадлежат провайдеру. Они обеспечивают синхронизацию и/или услуги коммутации пакетов в сети и обеспечивают действительную передачу данных в WAN.

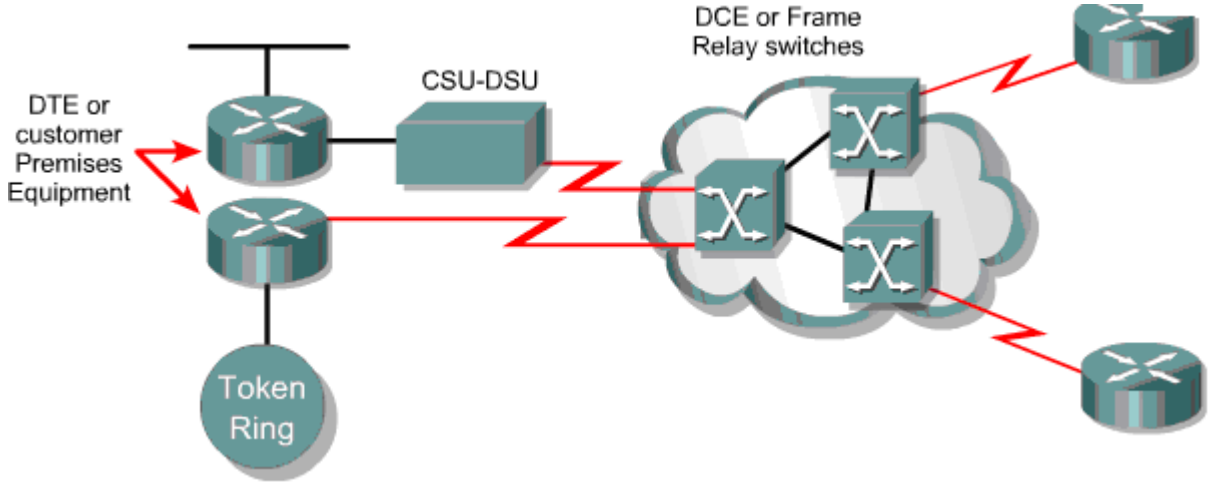


Рисунок 4.

Сеть Frame Relay строится с помощью коммутаторов (switch) Frame Relay, выступающих в роли DCE. Внутри сети Frame Relay могут использоваться различные технологии передачи данных, например ATM. Физические каналы связи также не регламентируются - это может быть оптика, спутниковые каналы связи, выделенные линии.

Не взирая на технологию внутри сети Frame Relay, связь между потребителем и провайдером Frame Relay осуществляется по протоколу Frame Relay.

Функционирование Frame Relay

Обычно, чем больше расстояние покрывает выделенная линия, тем более дорога услуга. Поддержка полносвязного соединения удалённых сайтов с помощью выделенных линий слишком накладна для многих организаций. С другой стороны сети с коммутацией пакетов предоставляют способ мультиплексирования нескольких логических передач данных по единственной физической связи. Единственное соединение к сети с коммутацией пакетов провайдера будет менее дорогим, чем отдельные выделенные линии между потребителем и каждым удалённым сайтом. Сети с коммутацией пакетов используют виртуальные цепи для доставки пакетов из конца в конец через разделяемую инфраструктуру.

Служба по коммутации пакетов, такая как Frame Relay требует, чтобы потребитель поддерживал только одну цепь, обычно T1, к центральному офису (ЦО) провайдера. Frame Relay обеспечивает огромную эффективность по стоимости, так как один сайт может соединится со многими географически удалёнными сайтами, используя единственную линию T1 и одно DCE (CSU/DSU) устройство для подключения к локальному ЦО.

Для коммуникации между любыми двумя сайтами провайдер услуг должен установить виртуальную цепь между этими сайтами внутри сети Frame Relay. Хотя оплата идёт за каждую виртуальную цепь, эта плата невелика. Это делает Frame Relay идеальной технологией для создания полносвязной топологии.

Сети Frame Relay поддерживают как постоянные виртуальные цепи PVC (permanent virtual circuits) так и коммутируемые виртуальные цепи SVC (switched virtual circuits). PVC – наиболее типичны для Frame Relay. PVC являются постоянно установленными соединениями, которые используются, когда сети Frame Relay имеется устойчивый трафик между определёнными DTE устройствами .

SVC являются временными соединениями, используемыми при наличии единичного трафика между DTE устройствами. Так как они временны, соединение SVC требует установки и завершения для каждого соединения. Большинство провайдеров поддерживает только PVC.

В Frame Relay каждому концу виртуальной цепи назначается идентификатор соединения. Коммутационное оборудование провайдера поддерживает таблицу, отображающую эти идентификаторы на выходные порты. При получении фрейма коммутатор анализирует идентификатор и доставляет фрейм на соответствующий выходной порт.

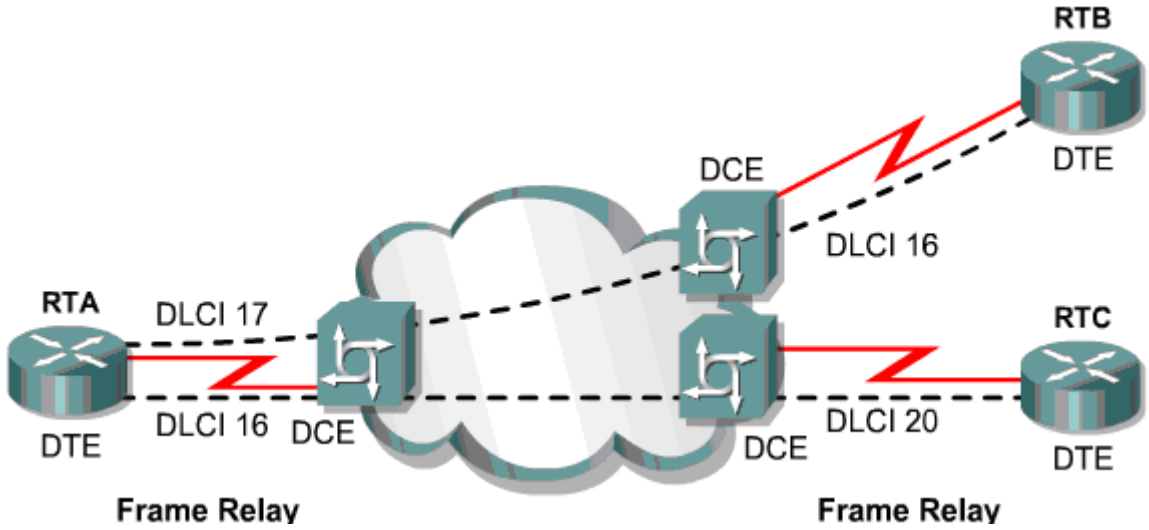


Рисунок 5. Frame Relay DLCI

В сетях Frame Relay такой идентификатор называется DLCI (data-link connection identifier). Они идентифицирует виртуальную цепь. Для создания PVC коммутатор использует два DLCI для каждой пары DTE устройств (маршрутизаторы).

Два соединённые виртуальной цепью устройства DTE могут использовать различные значения DLCI для ссылки на одно и тоже соединение. На рисунке 5 PVC, связывающее маршрутизаторы RTA и RTB, имеет DLCI равное 17, назначенное между RTA и непосредственно соединённым коммутатором. DLCI с номером 16 на RTB определяет то же PVC соединение между RTB и непосредственно соединённым коммутатором. Между тем, RTA использует DLCI 16 для ссылки на PVC, которое соединяется с RTC.

Для того, чтобы маршрутизатор RTA знал, какой PVC использовать на третьем сетевом уровне, IP адреса должны быть отображены в номера DLCI. Так на рисунке маршрутизатор RTA должен отобразить адреса третьего уровня в доступные DLCI.

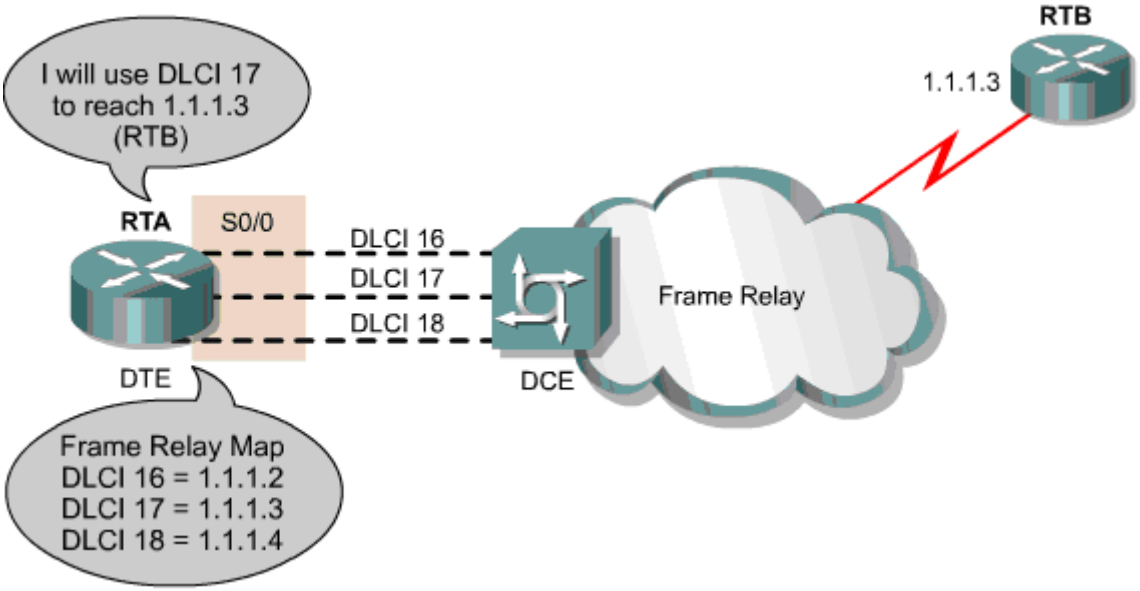


Рисунок 6.

Например, RTA отображает IP адрес 1.1.1.3 маршрутизатора RTB на DLCI 17. Поскольку RTA знает, какой DLCI использовать, то для достижения получателя следует инкапсулировать IP пакет во фрейм Frame Relay, содержащий соответсвующий номер DLCI.

Маршрутизаторы Cisco поддерживают два типа заголовков Frame Relay: cisco и ietf. Первый тип – для оборудования Cisco, второй – для устройств разных производителей.

Включив номер DLCI в заголовок Frame Relay, RTA может связываться как с RTB, так и с RTC по одной физической цепи. При таком статистическом мультиплексировании полоса пропускания автоматически выделяется для активных каналов. Если RTA не имеет пакетов для посылки на RTB, то RTA может использовать всю доступную полосу пропускания для связи с RTC. При TDM (Time-division multiplexing) мультиплексировании для каждого канала, вне зависимости от наличия в канале данных на передачу, выделяется определённая полоса.

Для организации WAN провайдер услуг Frame Relay назначает своим клиентам номера DLCI. Обычно, DLCI от 0 до 15 и от 1008 до 1023 резервируются для специальных целей. Клиентам провайдер услуг назначает номера DLCI в диапазоне от 16 до 1007. Для широковещания можно использовать DLCI 1019 и 1020. Локальный интерфейс управления Local Management Interface (LMI) использует DLCI 1023 или 0. Некоторые провайдеры услуг Frame Relay могут разрешить своим клиентам выбрать собственные номера DLCI.

Для построения отображения номеров DLCI в адреса третьего уровня, маршрутизатор должен вначале знать, какие VC доступны. Обычно процесс определения доступных VC и их номеров DLCI осуществляется по стандарту LMI.

Как только маршрутизатору стали известны номера DLCI для доступных VC, он должен определить какие адреса третьего уровня отображать на какие номера DLCI. Отображение адресов может быть конфигурировано либо в ручную либо динамически. Вне зависимости от того, осуществляется ли отображение DLCI на удалённый IP адрес вручную или динамически, используемое DLCI не должно иметь одинаковых значений на обеих концах PVC.

Frame Relay LMI

LMI это сигнальный стандарт между DTE устройством (маршрутизатором) и DCE устройством (коммутатором Frame Relay). LMI отвечает за управление соединением между устройствами, поверяет, что данные передаются, периодически сообщает о появлении новых PVC и об уничтожении уже существующих PVC.

Сейчас существует три несовместимых реализации LMI cisco, ansi и q933a.

При использовании Cisco IOS выпуска 11.2 и позже, маршрутизатор пытается автоматически определить тип LMI , используемый коммутатором провайдера

Инверсный ARP

С помощью приемлемых конфигурационных команд номер DLCI может быть вручную отображён в адрес третьего уровня. В сложных сетях построение статического отображения может потребовать больших усилий, и такое отображение не приспособлено к изменению топологии Frame Relay. С помощью LMI коммутатор Frame Relay может уведомить маршрутизаторы о DLCI новой виртуальной цепи. Это уведомление не содержит адрес 3 уровня. Станция, получившая уведомление будет знать о новом соединении, но не будет иметь возможность адресовать другую сторону. Без новой конфигурации или механизма определения адреса другой стороны, новая виртуальная цепь не может быть использована.

Инверсный протокол разрешения адреса (Inverse Address Resolution Protocol (Inverse ARP)) был развит для обеспечения механизма динамического отображения DLCI на адрес третьего уровня. Инверсное ARP работает во многом также как и ARP в LAN. Однако в ARP устройство знает удалённый IP адрес и нуждается в определении MAC адреса удалённого устройсва. В Inverse ARP, маршрутизатор знает адрес 2 уровня, которым является DLCI, но нуждается в определении удалённого IP адреса.

Как только маршрутизатор получил от коммутатора информацию о доступных PVC и их DLCI, он может послать запрос инверсного ARP на другой конец каждого PVC об его адресе третьего уровня. В то же время этот запрос снабжает удалённую систему адресом третьего уровня локальной системы. Информация, принятая от инверсного ARP, используется для построения отображения Frame Relay на IP.

Если в маршрутизаторе Cisco интерфейс конфигурируется на использование инкапсуляции Frame Relay, то инверсный ARP включается автоматически. Если для определённого интерфейса конфигурируется статическое отображение, то Inverse ARP автоматически отключается для данного протокола и данного DLCI. Если маршрутизатор на другом конце не поддерживает инверсный ARP, то следует использовать статическое отображение.

Конфигурация инкапсуляции в Frame Relay

При конфигурировании последовательного интерфейса маршрутизатора для подключения к Frame Relay должна быть определена инкапсуляция Frame Relay. Имеется две возможные инкапсуляции - ietf и cisco. На устройствах cisco по умолчанию используется инкапсуляция cisco. Метод cisco является собственностью компании и не может быть использован, если маршрутизатор cisco соединён по сети Frame Relay с оборудованием другого производителя.

Для базовой конфигурации Frame Relay в Cisco IOS версии старше 11.1, использующей инверсное ARP и автоопределение типа LMI, следует лишь задать адрес третьего уровня и установить инкапсуляцию в Frame Relay

Router(config-if)#**encapsulation frame-relay {cisco | ietf}**

Если используется Cisco IOS версии 11.1 или раньше, то необходимо задать тип LMI

Router(config-if)#**frame-relay lmi-type {ansi | cisco | q933a }**

Важно помнить, что провайдер Frame Relay услуг создаёт виртуальную цепь внутри сети Frame Relay, соединяющую два удалённых сетевых устройства пользователя, как правило, маршрутизатора. Как только маршрутизатор и коммутатор Frame Relay, к которому он подсоединён, завершают обмен информацией LMI, сеть Frame Relay имеет всё необходимое для создания виртуальной цепи к другому удалённому маршрутизатору. Сеть Frame Relay не похожа на Интернет, где любые два устройсва, подсоединённые к нему, могут связаться между собой. В сети Frame Relay до того как два маршрутизатора смогут обмениваться информацией, провайдер услуг Frame Relay должен заранее установить между ними виртуальную цепь.

Конфигурация отображений Frame Relay

Если используется динамическое отображение адресов, то для каждого активного PVC служба инверсного ARP маршрутизатора запрашивает IP адрес у маршрутизатора следующего хопа. Как только запрашивающий маршрутизатор получает отклик инверсного ARP, он обновляет таблицу отображения адресов третьего уровня в номера DLCI. Для устройств cisco динамическое отображение адресов включено по умолчанию. Если оборудование Frame Relay поддерживает инверсное ARP и автоопределение типа LMI, то динамическое отображение адресов имеет место автоматически. Следовательно, не требуется статического отображения адресов.

Если оборудование не поддерживает инверсное ARP и автоопределение типа LMI, то статическое отображение должно быть настроено вручную с помощью команды frame-relay map. Как только для данной DLCI задаётся статическое отображение, на этом служба инверсного ARP отключается.

Для конфигурации статическоего отображение используется следующий синтаксис

Router(config-if)#**frame-relay map protocol protocol-address dlci [broadcast] [ietf | cisco],**

где protocol – appletalk, clns, decent, ip, xns, vines, dlci – номер DLCI, ietf | cisco – определяет тип инкапсуляции, по умолчанию - cisco.

Опция broadcast - означает широковещательную передачу. Используется при настройке протоколов маршрутизации и позволяет рассматривать сети с множественным доступом и без широковещания (какой и является Frame Relay) во многом также как и широковещательные сети с множественным доступом (LAN). Например

Router(config)#**interface Serial2/0**

Router(config-if)#**ip address 1.1.1.1 255.255.255.0**

Router(config-if)#**encapsulation frame-relay**

Router(config-if)# **frame-relay map ip 1.1.1.2 110 broadcast cisco**

Здесь 1.1.1.1 локальный, а 1.1.1.2 удалённый IP адрес.

Если на последовательном интерфейсе конфигурируется инкапсуляция Cisco, то эта инкапсуляция применяется ко всем VC на этом интерфейсе. Если на интерфейсе взаимодействует оборудование Cisco и не Cisco, то следует выборочно задать инкапсуляцию IETF.

Проверка конфигурации интерфейса Frame Relay

После конфигурации Frame Relay сдедует проверить, что соединения активны. Это осуществляется с помощью нескольких команд show:

Команда **show interfaces serial** показывает информацию об инкапсуляции и статусе протоколов первого и второго уровня, а также о широковещательном DLCI, о всех используемых в последовательном интерфейсе номерах DLCI и о DLCI, используемом для LMI.

Команда **show frame-relay pvc** показывает статус каждого конфигурированного соединения и статистику трафика. Команда показывает статус всех PVC, конфигурированных на маршрутизаторе.

Команда **show frame-relay map** показывает элементы текущего отображения адресов и информацию о соединениях.

Команда **show frame-relay lmi** показывает статистику трафика LMI: число сообщений о статусе, которыми обменялись локальный маршрутизатор и коммутатор Frame Relay.

Топологии Frame Relay

Frame Relay разрешает взаимодействие удалённых сайтов несколькими способами

Звезда, иногда называют hub and spoke

Полносвязаная (Full mesh)

Частично связанная (Partial mesh)

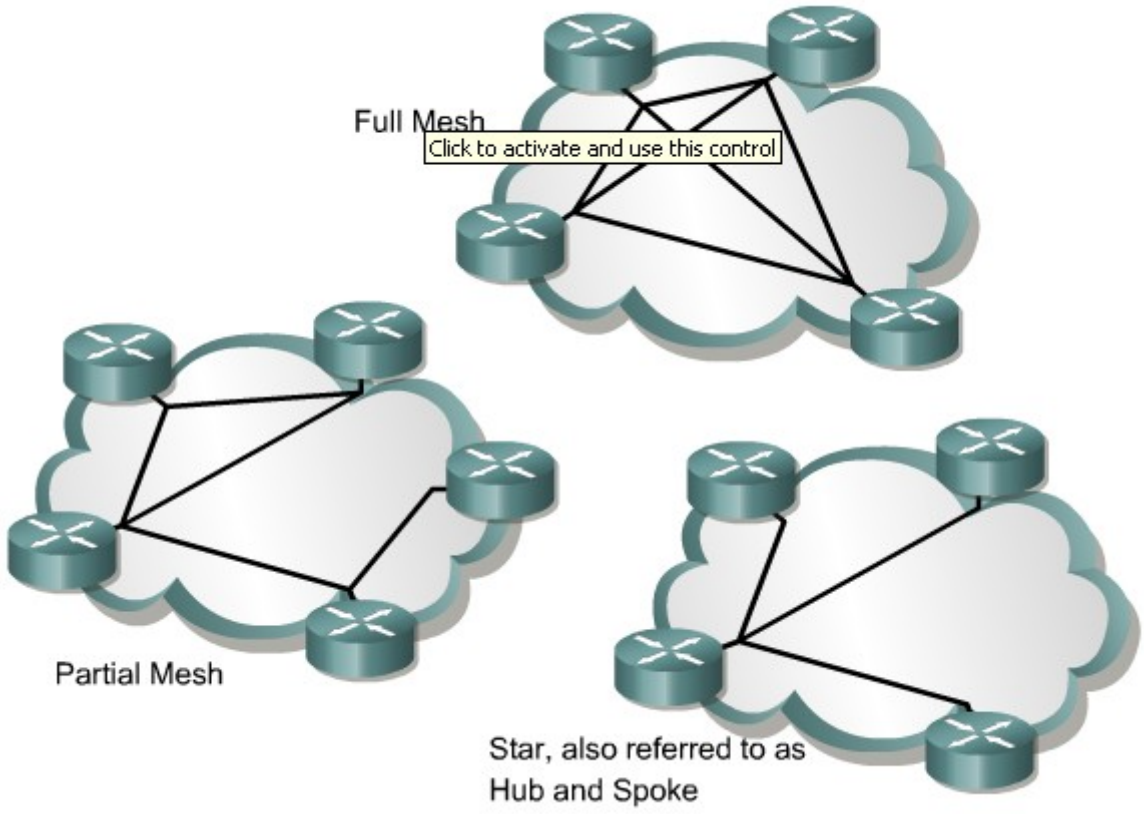


Рисунок 7.

Топология звезда наиболее популярна из-за своей стоимостной эффективности. В этой топологии удаленные сайты подсоединяются к центральному сайту, который предоставляет услуги и службы. Это наименее дорогая топология требующая минимального числа PVC. Обычно центральный маршрутизатор использует один интерфейс для связи со многими PVC.

В полносвязной топологии все маршрутизаторы имеют PVC ко всем маршрутизаторам. Топология избыточна, но надёжна: если какое-то соединение отключится, маршрутизаторы могут изменить маршруты. С ростом числа узлов стоимость резко возрастает.

В частично связанной топологии не все сайты связаны напрямую. Наличие PVC между маршрутизаторами обуславливается объёмом трафика, архитектурой сети или другими соображениями.

Конфигурирование подъинтерфейсов для Frame Relay.

Подъинтерфейсы есть логическое подразделение физического интерфейса. С помощью конфигурации подъинтерфейсов каждый PVC может быть настроен как соединение точка-точка. Это позволяет каждому подинтерфейсу действовать как арендованая линия. Это потому, что каждый подинтерфейс точка-точка рассматривается как отдельный физический интерфейс.

В случае точка-точка используется единственный подъинтерфейс для установления PVC соединения с другим физическим интерфейсом или подъинтерфейсом на удалённом компьютере. В этом случае каждая пара подъинтерфейсов может находиться в своей собственной подсети и каждый подъинтерфейс имеет единственный DLCI.

Для конфигурирования подинтерфейсов на физическом интерфейсе назначается инкапсуляция Frame Relay (cisco либо ietf). Если физический интерфейс уже имеет IP адрес, его надо удалить, так как каждый подинтерфейс имеет собственный IP адрес. Если физический интерфейс имеет адрес, то фреймы не будут получены локальными подъинтерфейсами:

RTA(config)#**interface s2/0**

RTA(config-if)#**encapsulation frame-relay ietf**

Далее, определите подинтерфейсы, используя следующие команды.

Router(config-if)#**interface serial number subinterface-number {multipoint | point-to-point}**

Следующая команда создаёт подъинтерфейс 2 типа точка-точка на Serial 2/0:

RTA(config)#**interface serial s0/0.2 point-to-point**

Следующая команда создаёт подъинтерфейс 5 типа multipoint на Serial 2/0:

RTA(config)#**interface serial s2/0.5 multipoint**

Заметим, что после введения этих команд операционная система IOS изменяет строку приглашения на **config-subif**, означающую режим конфигурации подъинтерфейса.

Номера подъинтерфейсов могут быть назначены в режиме конфигурации подъинтерфейса или в глобальном конфигурационном режиме в диапазоне от 1 до

4294967295. При конфигурации подъинтерфейса точка-точка, обычной практикой является номеровать подъинтерфейс согласно значению DLCI данного PVC.

После создания подинтерфейса следует задать IP адрес

RTA(config-subif)#**ip address 2.1.1.1 255.255.255.0**

Далее либо конфигурируется статическое отображение Frame Relay либо используется команда **frame-relay interface-dlci** для асоциации подинтерфейса с DLCI. Эта команда требуется для всех подинтерфейсов точка-точка. Она также требуется для подинтерфейсов multipoint с разрешенным режимом инверсного ARP. Она не требуется для подинтерфейсов multipoint, которые конфигурируются с помощью статических отображений маршрутов.

Некий коммутатор Frame Relay на рисунке 8 использует LMI для информирования RTA, что доступны три активных PVC с DLCI номерами 18, 19, and 20.

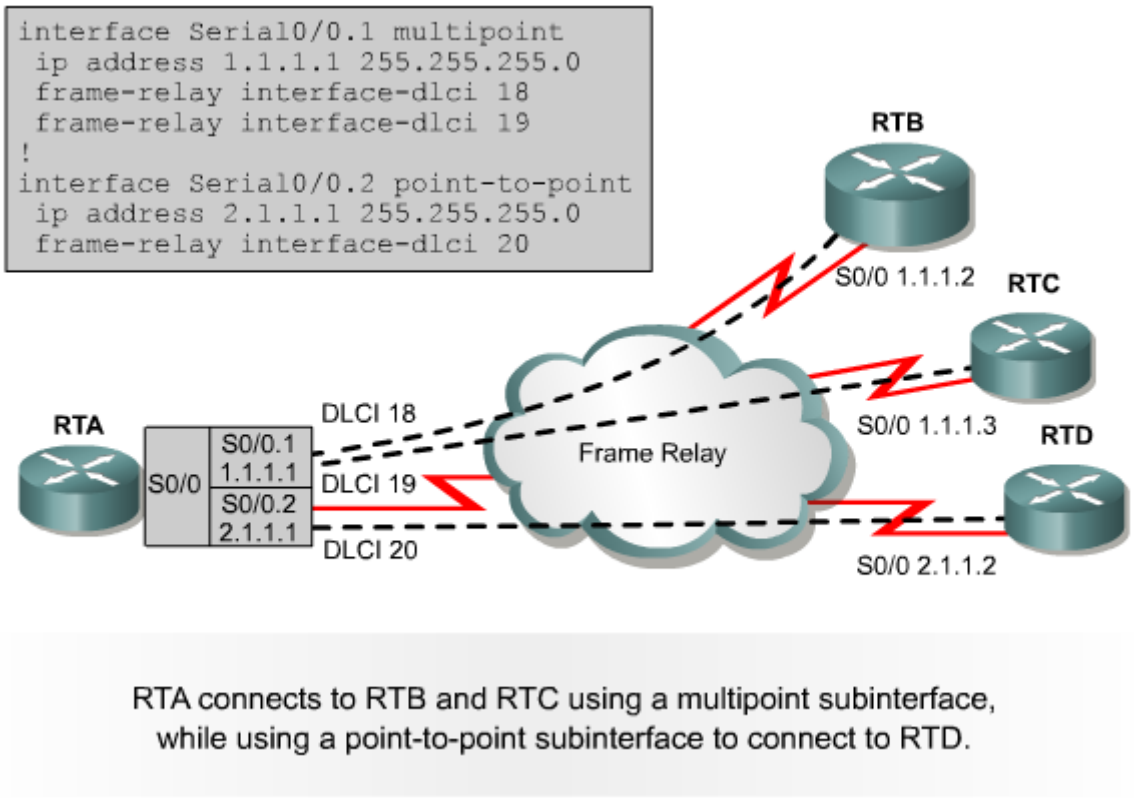


Рисунок 8.

Когда RTA узнает о DLCI 18, 19 и 20 на интерфейсе S0/0, RTA не знает какой DLCI использовать с каким подинтерфейсом. Это потому, что LMI не предоставляет способа извещения RTA о том, что DLCI 20 должен быть использован интерфейсом S0/0.2, а не S0/0.1. Следовательно каждый подинтерфейс должен быть вручную ассоциирован с приемлемым номером DLCI.

Режим **multipoint** поддерживается симулятором не полностью и рассматриваться не будет.

Практическая часть

Босон дизайнер всегда создаёт полносвязную топологию Frame Relay. Для создания сетевой топологии с использованием Frame Relay, вначале надо определиться, какие маршрутизаторы и через какие свои последовательные интерфейсы будут подсоединены к Frame Relay. Далее нажмите правой кнопкой мыши на одном из таких маршрутизаторов, который будет присоединённ к Frame Relay, и выберите пункты контекстного меню Add connection затем нужный интерфейс serial. В появившемся модальном окне выделите радиокнопку Point-to-Multy-Point Serial Connection (Frame Relay). Нажмите кнопку Next. Появится новое модальное окно. Выберите в первом списке первый маршрутизатор, который вы хотите подсоединить к Frame Relay, во втором списке выбирите его интерфейс, которым он будет соединён к Frame Relay и нажмите кнопку Add. Выберите в первом списке второй маршрутизатор который вы хотите подсоединить к Frame Relay, во втором списке выберите его интерфейс, которым он будет соединён к Frame Relay и нажмите кнопку Add. Так повторите для всех маршрутизатор. Нажмите кнопку Connect. Дизайнер создаст полносвязную топологию, определив PVC и DLCI. Появится окно с назначенными DLCI. Можно их отредактировать. Рекомендуется с ними можно согласиться, нажав OK. В последствии можно изменить значения DLCI, нажав правой кнопкой мыши на облаке Frame Relay.

Симулятор не в полной мере поддерживает Frame Relay.

1. Создаём топологию на 805 маршрутизаторах

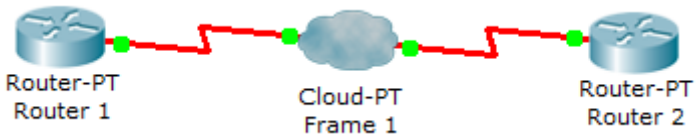


Рисунок 9.

Конфигурируем Frame Relay

		TO ROUTER				
FROM ROUTER		Router 1	Router 2			
	Router 1		102			
	Router 2	201				

Рисунок 10.

1.1 Динамическое назначения адресов

router1(config)# **interface serial0**

router1(config-if)# **encapsulation frame-relay**

router1(config-if)# **ip address 215.10.1.1 255.255.255.0**

router1(config-if)**# no frame-relay inverse-arp**

router1(config-if)**# no shut**

router2(config)# **interface serial0**

router2(config-if)# **encapsulation frame-relay**

router2(config-if)# **ip address 215.10.1.2 255.255.255.0**

router2(config-if)# **no shut**

Введём команду **show interfaces serial0** на обеих маршрутизаторах. Она покажет подсоеденены ли вы к Frame Relay. Вы должны увидеть фразы ‘up and line protocol is up’ и ‘DTE LMI up’.

Введём команду **show frame-relay map** на обеих маршрутизаторах. На router1 она ничего не покажет, так как отключен **inverse-arp**. На router2 она покажет отображение локального DLCI на удалённый IP адрес 201-215.10.1.1.

Команда **show frame-relay pvc** должна показать статус PVC ‘ACTIVE’ на router2 и статус PVC ‘INACTIVE’ на router1.

Включим **inverse-arp**

router1(config-if)**#frame-relay inverse-arp**

Теперь на router1 она покажет отображение локального DLCI на удалённый IP адрес 102-215.10.1.2. Команда **show frame-relay pvc** должна показать статус PVC ‘ACTIVE’ на router1. Пропингуйте оба маршрутизатора.

1.2 Статическое назначения адресов симулятор версии 5.3 не поддерживает. Симулятор версии 6.0 Final beta поддерживает.

Загрузите прежнюю топологию из рисунков 9 и 10.

и создайте новую конфигурацию

router1(config)# **interface serial0**

router1(config-if)# **encapsulation frame-relay**

router1(config-if)# **ip address 215.10.1.1 255.255.255.0**

router1(config-if)# **frame-relay map ip 215.10.1.2 102 broadcast**

router1(config-if)# **no shut**

router2(config)# **interface serial0**

router2(config-if)# **encapsulation frame-relay**

router2(config-if)# **ip address 215.10.1.2 255.255.255.0**

router2(config-if)# **frame-relay map ip 215.10.1.1 201 broadcast**

router2(config-if)# **no shut**

Введите на обеих маршрутизаторах команды “show interfaces serial0”, “show frame-relay map”, “show frame-relay pvc” и “show frame-relay lmi”. Пропингуйте оба маршрутизатора.

1.3 Использование подинтерфейсов

Загрузите прежнюю топологию из рисунков 9 и 10 и создайте новую конфигурацию

router1(config)# **interface seria0**

router1(config-if)# **encapsulation frame-relay**

router1(config-if)# **no shut**

router1(config-if)# **interface serial0.102 point-to-point**
router1(config-subif)# **ip address 215.10.1.1 255.255.255.0**
router1(config-subif)# **frame-relay interface-dlci 102**
router2(config)# **interface serial0**
router2(config-if)# **no shut**
router2(config-if)# **encapsulation frame-relay**
router2(config-if)# **interface serial0.201 point-to-point**
router2(config-subif)# **ip address 215.10.1.2 255.255.255.0**
router2(config-subif)# **frame-relay interface-dlci 201**

Введите на обеих маршрутизаторах команду show ip interface brief . Вы должны увидеть назначенные адреса и активные состояния интерфейсов (status = up и up). Заметим, что команда “show frame-relay map” не показывает адреса для подинтерфейсов, а выводит соотношение подинтерфейс – DLCI. Эту же информацию выводит и команда “show frame-relay pvc”. Пропингуйте оба маршрутизатора.

2. Создадим топологию глобальной сети фирмы из трёх филиалов. Не теряя общности в качестве моделей локальных сетей филиалов используем по одному компьютеру.

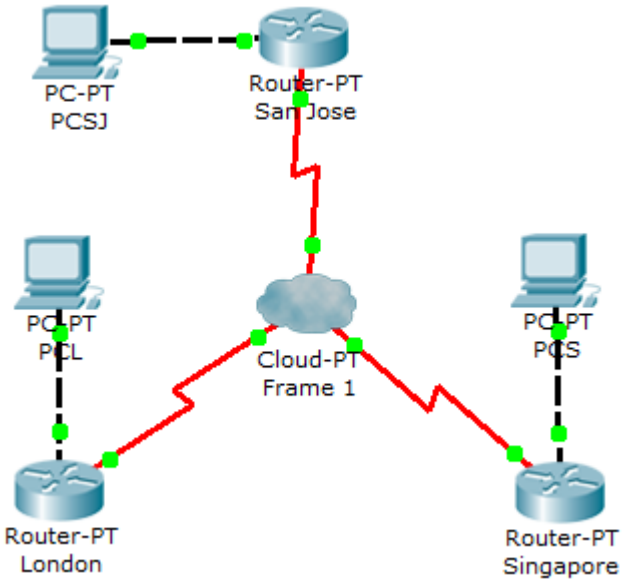


Рисунок 11.

Назначим DLCI согласно рисунку

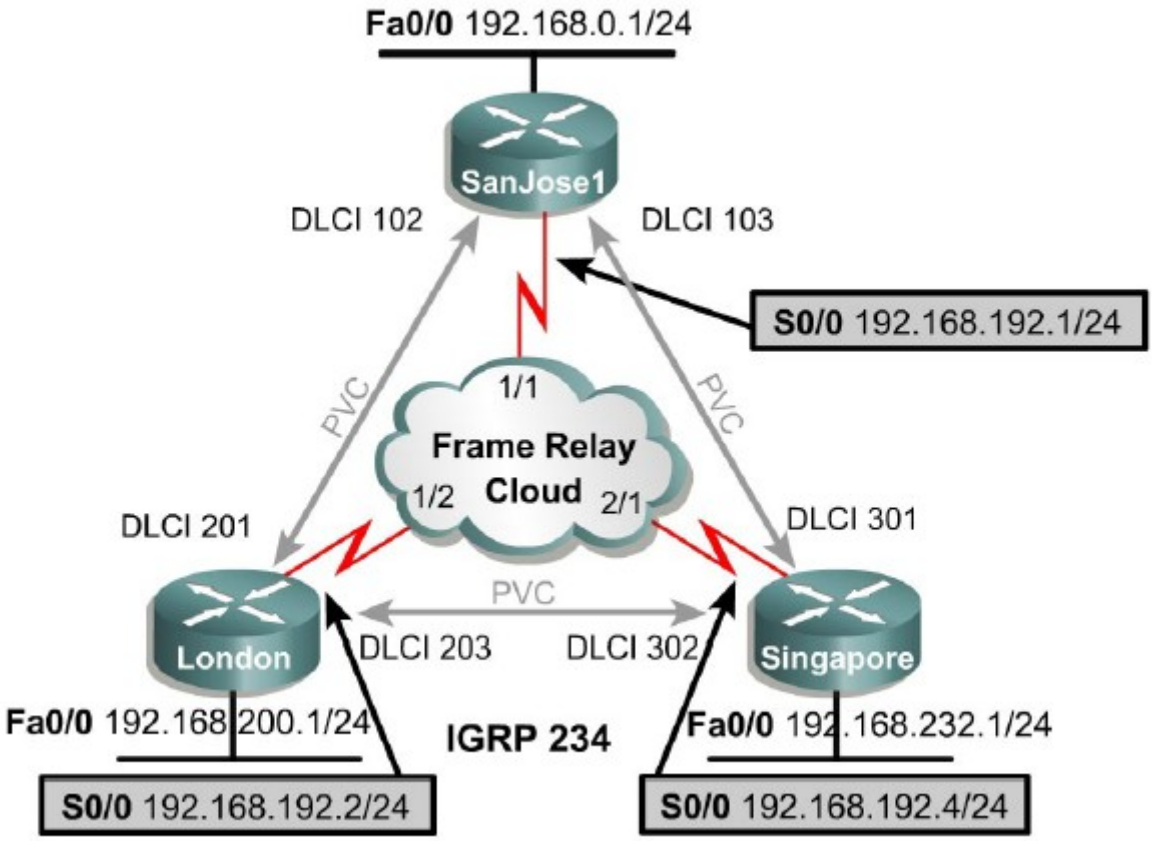


Рис 12.

Конфигуруем три маршрутизатора для Frame Relay для связи трёх филиалов фирмы по полносвязной топологии. В качестве протокола маршрутизации используем OSPF.

2.1. Динамическая настройка

На маршрутизаторе SanJose1

Router(config)#**hostname SanJose**

SanJose(config)#**interface Serial0**

SanJose(config-if)#**ip address 192.168.192.1 255.255.255.0**

SanJose(config-if)#**encapsulation frame-relay**

SanJose (config-if)# **no shut**

SanJose(config-if)#**interface Ethernet0**

SanJose(config-if)#**ip address 192.168.0.1 255.255.255.0**

SanJose (config-if)# **no shut**

SanJose(config-if)#**exit**

SanJose(config)#**router ospf 100**

SanJose(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

На маршрутизаторе London

Router(config)#**hostname London**

London(config)#**interface Serial0**

London(config-if)#**ip address 192.168.192.2 255.255.255.0**
London(config-if)#**encapsulation frame-relay**
London (config-if)# **no shut**
London(config-if)#**interface Ethernet0**
London(config-if)#**ip address 192.168.200.1 255.255.255.0**
London (config-if)# **no shut**
London(config-if)# **exit**
London(config)#**router ospf 100**
London(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area** 1

На маршрутизаторе Singapore
Router(config)#**hostname Singapore**
Singapore(config)#**interface Serial0**
Singapore(config-if)#**ip address 192.168.192.4 255.255.255.0**
Singapore(config-if)#**encapsulation frame-relay**
Singapore (config-if)# **no shut**
Singapore(config-if)#**interface Ethernet0**
Singapore(config-if)#**ip address 192.168.232.1 255.255.255.0**
Singapore (config-if)# **no shut**
Singapore (config-if)# **exit**
Singapore(config)#**router ospf 100**
Singapore(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Введите на всех маршрутизаторах команды “show ip interface brief” и “show interfaces serial0” . Вы можете увидеть состояния интерфейсов. Введите на обеих маршрутизаторах команду “show frame-relay pvc” Вы можете увидеть состояния каналов frame relay (pvc status). Например

Singapore#**show frame-relay pvc**

```
PVC Statistics for interface Serial0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 301, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0

input pkts 83                  output pkts 102              in bytes 9360
out bytes 3551                 dropped pkts 21              in FECN pkts 22
in BECN pkts 18                out FECN pkts 29             out BECN pkts 113
in DE pkts 98                  out DE pkts 114
out bcast pkts 65              out bcast bytes 537
pvc create time 00:32:04, last time pvc status changed 00:32:05

PVC Statistics for interface Serial0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 302, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0

input pkts 93                  output pkts 11               in bytes 2025
out bytes 2818                 dropped pkts 7              in FECN pkts 64
in BECN pkts 11                out FECN pkts 81             out BECN pkts 45
in DE pkts 35                  out DE pkts 9
out bcast pkts 56              out bcast bytes 3868
pvc create time 00:32:04, last time pvc status changed 00:32:05
```

Мы видим активные каналы на SanJose (DLCI=301) и London (DLCI=302).

В реальных сетях Frame Relay состояния каналов могут быть ACTIVE, INACTIVE и DELETED. ACTIVE это работоспособная цепь от конца в конец (DTE к DTE). Состояние INACTIVE показывает успешное подсоединение к коммутатору Frame Relay (DTE к DCE) при отсутствии маршрутизатора (DTE)на другом конце PVC. Это состояние случается, когда маршрутизатор на другом конце PVC либо не участвует в Frame Relay для нашей сети либо не настроен. Состояние DELETED случается когда маршрутизатор (DTE) и комутатор Frame Relay не договорились о параметрах Frame Relay на этом PVC.

Симулятор версии 5.3 не в полной мере поддерживает состояния.

Команда show frame-relay map покажет динамически назначенное отображение «внешний IP адрес»-«локальный dlci для канада pvc на удалённый маршрутизатор с этим внешним IP адресом». Например

Singapore#**show frame-relay map**

```
Serial0 (up): ip 192.168.192.1 dlci 301(0x66,0x1860), dynamic,
              broadcast,CISCO, status defined, active
Serial0 (up): ip 192.168.192.2 dlci 302(0x66,0x1860), dynamic,
              broadcast,CISCO, status defined, active
```

Мы видим адреса других маршрутизаторов. Как маршрутизатор Singapore их узнал? Когда маршрутизатор Singapore получает по протоколу LMI список DLCI, он посылает инверсные ARP запросы к каждому своему обнаруженному PVC каналу. Маршрутизатор на другом конце PVC возвращает свой IP адрес.

Из таблицы мы видим, что широковещание broadcast разрешены, что позволяет протоколам маршрутизации обмениваться маршрутной информацией. Используя команду show ip route, убедитесь, что из Лондона есть маршрут на Сингапур

London#**show ip route**

```
C       192.168.192.0/24 is directly connected, Serial0
C       192.168.200.0/24 is directly connected, Ethernet0
D       192.168.0.0/24 [110/65] via 192.168.192.1, 00:00:28, Serial0
D       192.168.232.0/24 [110/65] via 192.168.192.4, 00:00:44, Serial0
```

Лондон имеет маршрут на сеть 192.168.232.0/24 Сингапура на адрес 192.168.192.4 через Serial0.

Мы видим, что только **с одной физической связью** к Frame Relay каждый маршрутизатор имеет **по две логических связи**.

Сконфигурируем локальные сети филиалов

PC	IP	Шлюз
PCSJ	192.168.0.2	192.168.0.1
PCL	192.168.200.2	192.168.200.1
PCS	192.168.232.2	192.168.232.1

Таблица 1.

Проверим полную конфигурацию с помощью расширенной команды ping. Например мы можем из маршрутизатора в SanJose проверить есть ли связь от филиального компьютера PCL в Лондоне к филиальному компьютеру PCS в Сингапуре.

```
SanJose#ping
Protocol [ip]:
Target IP address: 192.168.232.2
Repeat count [5]: 50
Datagram size [100]:
Timeout in seconds [2]:
Extended commands [n]:y
Source address or interface:192.168.200.2
Type of service [0]:
Set DF bit in IP header? [no]:
Validate reply data? [no]:
Data pattern [0xABCD]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]:
Sweep range of sizes [n]:

Type escape sequence to abort.
Sending 50, 100-byte ICMP Echos to 192.168.232.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Success rate is 100 percent (50/50), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms Вс
```

е

Пинги успешны.

2.2. Статическая настройка

Используйте симулятор версии 6.0 Final beta.

Сетевые инженеры могут быть не удовлетворены неявной динамической конфигурацией. Удобства динамического отображения DLCI - IP минимальны из-за статического характера большинства глобальных связей. Когда соединение установлено, оно не меняется годами.

Объединим филиалы в глобальную сеть статически. Для этого следует создать новую конфигурацию заново. Загрузите в симулятор прежнюю созданную топологию и настройте маршрутизаторы

SanJose

Router(config)#**hostname SanJose**

SanJose(config)#**interface Serial0**
SanJose(config-if)#**ip address 192.168.192.1 255.255.255.0**
SanJose(config-if)#**encapsulation frame-relay**
SanJose(config-if)#**no frame-relay inverse-arp**
SanJose(config-if)#**frame-relay map ip 192.168.192.2 102 broadcast**
SanJose(config-if)#**frame-relay map ip 192.168.192.4 103 broadcast**
SanJose (config-if)# **no shut**
SanJose(config-if)#**interface Ethernet0**
SanJose(config-if)#**ip address 192.168.0.1 255.255.255.0**
SanJose (config-if)# **no shut**
SanJose(config-if)#**exit**
SanJose(config)#**router ospf 100**
SanJose(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**
London
Router(config)#**hostname London**
London(config-if**)#interface Serial0**
London(config-if)# **ip address 192.168.192.2 255.255.255.0**
London(config-if)# **no frame-relay inverse-arp**
London(config-if)#**encapsulation frame-relay**
London(config-if)# **frame-relay map ip 192.168.192.1 201 broadcast**
London(config-if)#**frame-relay map ip 192.168.192.4 203 broadcast**
London (config-if)# **no shut**
London(config-if)#**interface Ethernet0**
London(config-if)#**ip address 192.168.200.1 255.255.255.0**
London (config-if)# **no shut**
London(config-if)#**exit**
London(config**)#router ospf 100**
London(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**
Singapore
Router(config)#**hostname Singapore**
Singapore (config)# **interface Serial0**
Singapore (config-if)# **ip address 192.168.192.4 255.255.255.0**
Singapore (config-if**)# encapsulation frame-relay**
Singapore (config-if)# **no frame-relay inverse-arp**
Singapore (config-if)# **frame-relay map ip 192.168.192.1 301 broadcast**
Singapore (config-if)# **frame-relay map ip 192.168.192.2 302 broadcast**
Singapore (config-if)# **no shut**
Singapore (config-if)# **interface Ethernet0**
Singapore (config-if)# **ip address 192.168.232.1 255.255.255.0**
Singapore (config-if)# **no shut**
Singapore (config-if)# **exit**

Singapore (config)# **router ospf 100**

Singapore (config-router)# **network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Мы использовали команду **no frame-relay inverse-arp,** так как без неё симулятор отображает адреса как статически так и динамически.

Команда frame-relay map асоциирует IP адрес следующего хопа с локальным DLCI. Ключевое слово broadcast разрешает прохождение широковещательного трафика, напаример для информации о маршрутов для протоколов маршрутизации.

Введите на всех маршрутизаторах команды “show ip interface brief” и “show interfaces serial0” . Вы можете увидеть состояния интерфейсов. Введите на обеих маршрутизатора команды “show frame-relay pvc” и “show frame-relay lmi”. Вы можете увидеть состояния frame relay. Команда show frame-relay map покажет статически назначенное отображение «внешний IP адрес»-«локальный dlci для канада pvc на удалённый маршрутизатор с этим внешним IP адресом». Вы должны увидеть слово static. Например

SanJose)# **show frame-relay map**

```
Serial0 (up): ip 192.168.192.2 dlci 102(0x66,0x1860), static,
              broadcast,CISCO, status defined, active
Serial0 (up): ip 192.168.192.4 dlci 103(0x66,0x1860), static,
              broadcast,CISCO, status defined, active
```

Используя команду show ip route, убедитесь, что из Лондона есть маршрут на Сингапур. К сожалению у симуляцияверсии 6.0 Final beta проблемы с маршрутизацией.

Сконфигурируем локальные сети филиалов как в таблице 1.

Проверим полную конфигурацию с помощью расширенной команды ping. Например мы можем из маршрутизатора в SanJose проверить есть ли связь от филиального компьютера PCL в Лондоне к филиальному компьютеру PCS в Сингапуре.

Все пинги должны быть успешны. В частности между всеми PC.

2.3 Использование подинтерфейсов

На симуляторе версии 6 final beta не работает динамическая маршрутизация. Работаем с симулятором версии 5.31.

Для улучшения возможностей настройки соединений сетевые инженеры вначале использовать индивидуальные физические связи между каждыми двумя филиалами. Однако общая стоимость проекта оказалась чрезмерной. Решено было использовать подинтерфейсы и Frame Relay. Это позволяет создать отдельный логический канал между каждыми двумя филиалами. Каждый маршрутизатор имеет по-прежнему одну физическую линию для соединения с Frame Relay, но для каждого последовательного интерфейса настраивается по два подинтерфейса. Становится возможным использование нескольких каналов PVC для каждого физического интерфейса маршрутизатора. Общая стоимость проекта оказывается приемлемой.

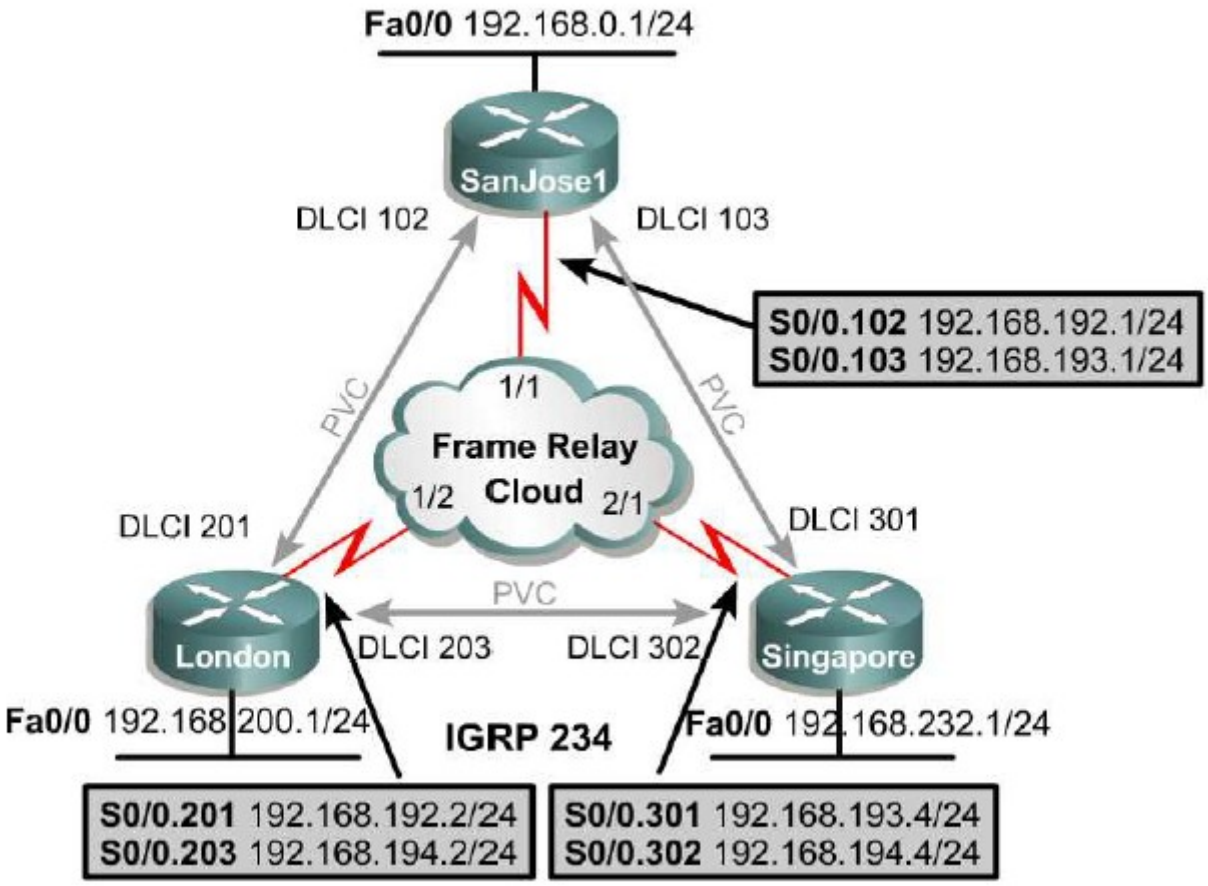


Рисунок 13.

Для этого следует создать новую конфигурацию заново. Перегрузите симулятор и загрузите прежнюю созданную топологию (рисунок 11). Настройте на маршрутизаторах подъинтерфейсы согласно рисунку 13. Для каждого канала PVC используем отдельную подсеть

PVC	DLCI	Подсеть
SanJose-London	102 - 201	192.168.192.0/24
SanJose-Singapoure	103 -301	192.168.193.0/24
London-Singapoure	203 - 302	192.168.194.0/24

Таблица 2.

Для этого используйте команды. На маршрутизаторе SanJose1

Router(config)#**hostname SanJose**

SanJose(config)#**interface serial 0**

SanJose(config-if)#**encapsulation frame-relay**

SanJose1(config-if)#**no shutdown**

IP адрес на весь интерфейс не назначаем. Адреса назначаем на каждый подинтерфейс.

Интерфейсы Frame Relay могу быть переведены либо в режим точка-точка (point-to-point) либо в режим многоточка (multipoint). Конфигурируем подинтерфейс точка-точка,

используя DLCI. Обычной практикой является использование номера DLCI как номера подинтерфейс. Тогда легче определять какой канал PVC использует каждый подъинтерфейс. Например, подинтерфейс 0.103 использует DLCI 103:

SanJose(config-if)#**interface s0.103 point-to-point**

SanJose(config-subif)#**ip address 192.168.193.1 255.255.255.0**

SanJose(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 103**

Тщательно вводите в симуляторе команду interface s0.103 point-to-point. Используйте ? для выдачи подсказки после ввода очередного слова команды.

Команда frame-relay interface-dlci используется для определения, какой DLCI использует каждый подъинтерфейс. Подъинтерфейс точка-точка может исползовать только один DLCI. Если подинтерфейс для DLCI не определён, то DLCI асоциируется с главным интерфейсом s0.

Конфигурируем подинтерфейс для DLCI 102:

SanJose(config)#**interface s0.102 point-to-point**

SanJose(config-subif)#**ip address 192.168.192.1 255.255.255.0**

SanJose(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 102**

Конфигурируем Ethernet0 и маршрутизацию

SanJose(config-if)#**interface Ethernet0**

SanJose(config-if)#**ip address 192.168.0.1 255.255.255.0**

SanJose(config-if**)#exit**

SanJose(config)#**router ospf 100**

SanJose(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Аналогично, используя рисунок 13, конфигурируем остальные маршрутизаторы. Лондон

Router(config)#**hostname London**

London(config)#**interface Serial0**

London(config-if#**encapsulation frame-relay**

London(config-if)#**no shutdown**

London(config-if)#**interface Serial0.201 point-to-point**

London(config-subif)#**ip address 192.168.192.2 255.255.255.0**

London(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 201**

London(config-subif)#**interface Serial0.203 point-to-point**

London(config-subif)#**ip address 192.168.194.2 255.255.255.0**

London(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 203**

London(config-subif)#**interface Ethernet0**

London(config-if)#**ip address 192.168.200.1 255.255.255.0**

London(config-if)#**no shutdown**

London(config-if)#**exit**

London(config)#**router ospf 100**

London(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Сингапур

Router(config)#**hostname Singapore**
Singapore(config)#**interface Serial0**
Singapore(config-if)#**encapsulation frame-relay**
Singapore(config-if)#**no shutdown**
Singapore(config-if)#**interface Serial0.301 point-to-point**
Singapore(config-subif)#**ip address 192.168.193.4 255.255.255.0**
Singapore(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 301**
Singapore(config-subif)#**interface Serial0.302 point-to-point**
Singapore(config-subif)#**ip address 192.168.194.4 255.255.255.0**
Singapore(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 302**
Singapore(config-subif)#**interface Ethernet0**
Singapore(config-if)#**ip address 192.168.232.1 255.255.255.0**
Singapore(config-if)#**no shutdown**
Singapore(config-if)#**exit**
Singapore(config)#**router ospf 100**
Singapore(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Проверьте на каждом маршрутизаторе статус PVC командой show frame-relay pvc. Команд show frame-relay map в случае подинтерфейсов не двёт отображения DLCI на IP адрес. Каждый подинтерфейс рассматривается как отдельный физический интерфейс для каждого канала PVC. В этом случае каждый канал PVC содержит только два хоста и нет нужды идентифицировать следующий хоп.

Для проверки правильности назначения адресов и для того, чтобы убедиться, что все подъинтерфейсы находятся в активном состоянии используйте команду **show ip interface brief.** Используя команду **show ip route**, убедитесь, что из Лондона есть маршрут на Сингапур

London#show ip route

```
Gateway of last resort is not set
C       192.168.192.0/24 is directly connected, 192.168.192.2
C       192.168.200.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       192.168.194.0/24 is directly connected, 192.168.194.2
O       192.168.0.0/24 [110/1] via 192.168.192.1, 00:00:38, Serial0.201
O       192.168.193.0/24 [110/1] via 192.168.194.4, 00:00:15, Serial0.203
O       192.168.232.0/24 [110/1] via 192.168.192.1, 00:00:48, Serial0.201
```

Мы видим, что OSPF сработал так, что Лондон имеет маршрут на сеть 192.168.232.0/24 Сингапура через Serial0.201 на адрес192.168.192.1. Маршрут, через

через Serial0.203 на адрес 192.168.194.4 короче. А как у вас? Вопросы оптимизации маршрутов здесь не расматриваются.

Сконфигурируем локальные сети филиалов согласно таблице 1.

Проверим полную конфигурацию с помощью расширенной команды ping. Например мы можем из маршрутизатора в SanJose проверить есть ли связь от филиального компьютера PCL в Лондоне к филиальному компьютеру PCS в Сингапуре.

Все пинги должны быть успешны. В частности между всеми PC.

3. Топология звезда

Трафик между Лондоном и Сингапуром оказался незначительным и было решено тказаться от канала PVC между ними и воспользоваться топологией звезда. Весь трафик между Лондоном и Сингапуром будет проходить через SanJose.

Загрузим в дизайнер старую топологию. Нажав в ней правой кнопкой на облаке Frame Relay, поменяем DLCI согласно рисунку, т.е. уничтожим PVC между Лондоном и Сингапуром.

	SanJose	London	Singapore
SanJose		102	103
London	201		0
Singapore	301	0	

Рисунок 14.

Используем подинтерфейсы в режиме point-to-point

SanJose:

Router(config)#**hostname SanJose**
SanJose(config)#**interface Serial0**
SanJose(config-if)#**encapsulation frame-relay**
SanJose(config-if)#**no shutdown**
SanJose(config-if)#**interface Serial0.103 point-to-point**
SanJose(config-subif)#**ip address 192.168.193.1 255.255.255.0**
SanJose(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 103**
SanJose(config-subif)#**interface Serial0.102 point-to-point**
SanJose(config-subif)#**ip address 192.168.192.1 255.255.255.0**
SanJose(config-subif)#**frame-relay interface-dlci 102**
SanJose(config-subif)#**interface Ethernet0**
SanJose(config-if)#**ip address 192.168.0.1 255.255.255.0**
SanJose(config-if)#**no shutdown**
SanJose(config-if)#**exit**
SanJose(config)#**router ospf 100**
SanJose(config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

London:

Router(config)#**hostname London**

London(config)# **interface Serial0**
London (config-if)#**encapsulation frame-relay**
London (config-if)#**no shutdown**
London(config-if)# **interface Serial0.201 point-to-point**
London(config-subif)# **ip address 192.168.192.2 255.255.255.0**
London(config-subif)# **frame-relay interface-dlci 201**
London(config-subif)# **interface Ethernet0**
London(config-if)# **ip address 192.168.200.1 255.255.255.0**
London (config-if)#**no shutdown**
London (config-if)#**exit**
London (config)#**router ospf 100**
London (config-router)#**network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Singapore:
Router(config)#**hostname Singapore**
Singapore (config)#**interface Serial0**
Singapore (config-if)#**encapsulation frame-relay**
Singapore (config-if)**# no shutdown**
Singapore (config-if)# **interface Serial0.301 point-to-point**
Singapore (config-subif)# **ip address 192.168.193.4 255.255.255.0**
Singapore (config-subif)# **frame-relay interface-dlci 301**
Singapore (config-subif)# **interface Ethernet0**
Singapore (config-if)# **ip address 192.168.232.1 255.255.255.0**
Singapore (config-if)#**no shutdown**
Singapore (config-if)#**exit**
Singapore (config)# **router ospf 100**
Singapore (config-router)# **network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 1**

Введите на всех маршрутизаторах команды **show ip interface** brief и **show interfaces serial0**. Вы можете увидеть состояния интерфейсов. Интерфейсы доложны быть активны (UP)

Введите на обеих маршрутизаторах команды **show frame-relay pvc** и **show frame-relay lmi**. Вы можете увидеть состояния frame relay. Ометим отсутствие PVC между Лондоном и Сингапуром. Для подъинтерфейсов команда **show frame-relay map** не покажет отображение адрес DLCI . Используйте **show ip interface brief.**

Используя команду show ip route, убедитесь, что из Лондона есть маршрут на Сингапур

London#show ip route

```
C       192.168.200.0/24 is directly connected, Ethernet0
C       192.168.192.0/24 is directly connected, 192.168.192.2
O       192.168.193.0/24 [110/1] via 192.168.192.1, 00:00:39, Serial0.201
O       192.168.0.0/24 [110/1] via 192.168.192.1, 00:00:43, Serial0.201
O       192.168.232.0/24 [110/1] via 192.168.192.1, 00:00:47, Serial0.201
```

Мы видим, что Лондон имеет маршрут на адрес 192.168.192.1 через Serial0.201 на сеть 192.168.232.0/24 Сингапура.

Сконфигурируем локальные сети филиалов согласно таблице 1. Проверим полную конфигурацию с помощью расширенной команды ping. Например мы можем из маршрутизатора в SanJose проверить есть ли связь от филиального компьютера PCL в Лондоне к филиальному компьютеру PCS в Сингапуре.

Все пинги должны быть успешны. В частности между всеми PC.

Посмотрим путь пакетов от филиального компьютера PCL в Лондоне к филиальному компьютеру PCS в Сингапуре.

PCL#**trace 192.168.232.2**

```
1 192.168.200.1 0 msec 16 msec 0 msec
2 192.168.192.1 20 msec 16 msec 16 msec
3 192.168.193.4 20 msec 16 msec 16 msec
4 192.168.232.2 20 msec 16 msec *
```

Он лежит через маршрутизатор SanJose (192.168.192.1).

Контрольные вопросы

1. Назовите типы последовательных каналов связи.
2. Где располагается устройство CSU/DSU и какие функции оно выполняет?
3. Что такое DTE и DCE?
4. Как DTE связан с DCE?
5. Сформулируйте идею сетей с коммутацией пакетов СКП.
6. Что такое виртуальные цепи в СКП?
7. Назовите типы СКП?
8. Какие физические каналы связи используют СКП?
9. Как осуществляется доступ потребителя к СКП?
10. Какие технологии передачи данных используются в СКП?
11. В чём различие Frame Relay и X.25?
12. Протокол Frame Relay не исправляет ошибок. Где они тогда исправляются?
13. Что такое ATM?
14. Назовите протоколы глобальных сетей и для каких типов последовательных каналов связи они используются.
15. Назовите DTE устройства Frame Relay.
16. Назовите DCE устройство Frame Relay.
17. Как связываются во Frame Relay устройства DTE и DCE?
18. Чем отличаются PVC от SVC?
19. Что такое DLCI и как оно соотносится с PVC?
20. Что надо сделать, чтобы передать IP пакет через сеть Frame Relay?
21. Как отобразить DLCI на удалённый IP?
22. Что такое LMI?
23. Опишите работу протокола Инверсный ARP.

24. Как конфигурировать последовательный интерфейс маршрутизатора для подключения к Frame Relay.
25. Когда используется статическое отображение адресов?
26. Как на маршрутизаторе увидеть к каким PVC он подсоединён?
27. Как на маршрутизаторе для интерфейсов увидеть отображения DLCI на удалённый IP?
28. Как на маршрутизаторе для подъинтерфейсов увидеть отображения DLCI на удалённый IP?
29. Назовите Топологии Frame Relay.
30. Как осуществляется конфигурирование подъинтерфейсов для Frame Relay.
31. Какую роль играет команда frame-relay interface-dlci при конфигурирование подъинтерфейсов для Frame Relay.
32. Какие ограничения имеет симулчтор при работе с Frame Relay?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить подряд все пункты практической части.
4. Создать все скриншоты, приведенные в практической части.
5. Показать преподавателю результат выполнения пунктов 1, 2 и 3 практической части.
6. Выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
7. Показать преподавателю результат выполнения пунктов 1, 2 и 3 задания для самостоятельной работы.
8. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
9. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

1. Для полносвязной топологии четырёх сайтов с локальными сетями (Рисунок 15) спроектируйте Frame Relay сеть с:

A) динамическим назначением адресов;

B) подъинтерфейсами.

Используйте протокол маршрутизации OSPF.

В вашем распоряжении подсеть 10.v.0.0/16 , где v – номер варианта. Адреса сетей и интерфейсов назначьте самостоятельно.

Сделайте скриншоты:

1. 4-х таблиц маршрутизаций для каждого маршрутизатора.
2. Команды расширенного пинга из любого маршрутизатора для двух произвольных пар компьютеров.
3. Результат выполнения команды **show frame-relay map** для каждого маршрутизатора

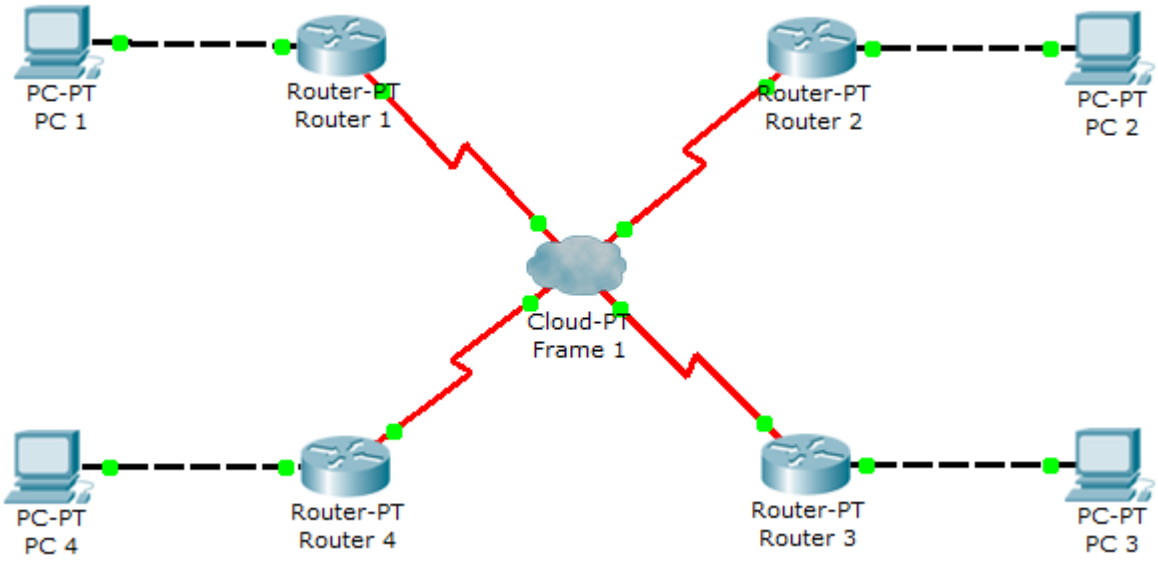


Рисунок 15.

2. Неполносвязные топологии

В дизайнере, нажав правой кнопкой на облаке Frame Relay и выбрав пункт Set Frame Relay Parameters, можно отредактировать таблицу DLCI

FROM ROUTER \ TO ROUTER	Router 1	Router 2	Router 3	Router 4
Router 1		102	103	104
Router 2	201		203	204
Router 3	301	302		304
Router 4	401	402	403	

и получить различные неполносвязные топологии. Рассмотрим четыре

А) Звезда (вилка)

FROM ROUTER \ TO ROUTER	Router 1	Router 2	Router 3	Router 4
Router 1		102	103	104
Router 2	201		0	0
Router 3	301	0		0
Router 4	401	0	0	

Б) Буква П

FROM ROUTER \ TO ROUTER	Router 1	Router 2	Router 3	Router 4
Router 1		102	0	0
Router 2	201		203	0
Router 3	0	302		304
Router 4	0	0	403	

В) Буква О (квадрат)

FROM ROUTER \ TO ROUTER	Router 1	Router 2	Router 3	Router 4
Router 1		102	0	104
Router 2	201		203	0
Router 3	0	302		304
Router 4	401	0	403	

Варианты

Вариант	Топология	Сеть
1	а	1.1.0.0/16
2	б	2.1.0.0/16
3	в	3.1.0.0/16
4	а	4.1.0.0/16
5	б	5.1.0.0/16
6	в	6.1.0.0/16
7	а	7.1.0.0/16
8	б	8.1.0.0/16
9	в	9.1.0.0/16
10	а	10.1.0.0/16
11	б	11.1.0.0/16
12	в	12.1.0.0/16

Адреса сетей и интерфейсов назначьте самостоятельно. Используйте подинтерфейсы. Сделайте скриншоты:

1. 4 таблиц маршрутизаций для каждого маршрутизатора.
2. Команды расширенного пинга из любого маршрутизатора для двух произвольных пар компьютеров.
3. Результат выполнения команды **show frame-relay map** для каждого маршрутизатора

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншоты топологий, созданных при выполнении практической части.
2. Все скриншоты, созданные при выполнении практической части.
3. Конфигурации всех из конфигурационных .txt файлов, созданных при выполнении практической части.
6. Конфигурацию маршрутизаторов из конфигурационных .txt файлов, созданных при выполнении заданий для самостоятельной работы.
7. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы.

Лабораторная работа №9. Виртуальные локальные сети VLAN

Теоретическая часть.

Локальные сети в настоящее время принято строить на основании технологи коммутируемого Ethernet. Стремятся минимизировать число используемых концентраторов (хабов-hab) и использовать преимущественно коммутаторы (свичи - switch). В коммутаторе между приёмником и передатчиком на время соединения образуется виртуальный канал (virtual circuit) точка-точка. Такая сеть может быть рассмотрена как совокупность независимых пар приёмник-передатчик, каждая из которых использует всю полосу пропускания. Коммутатор позволяет осуществлять параллельную передачу информации. Коммутация уменьшает вероятность переполнения в сетях Ethernet.

Если коммутатору необходимо передать пакет на какой-то выходной порт, и этот порт занят, то пакет помещается в буферную память. Это позволяет согласовать скорости передатчиков и приёмников пакетов.

Для отправки фрейма через коммутатор используются два метода:

Отправка с промежуточным хранением (store-and-forward). Пакет должен быть принят полностью до того как будет начата его отправка.

Сквозной метод (cut-through). Коммутатор принимает начало пакета, считывает в нём адрес пункта назначения и начинает отправлять пакет ещё до его полного получения.

Ethernet-коммутатор узнаёт MAC адреса устройств в сети путём чтения адресов источников в принимаемых пакетах. Коммутатор запоминает в своих внутренних таблицах информацию на какие порты и с каких MAC адресов приходят пакеты. При подключении к одному порту нескольких устройств через концентратор (hub) в таблице одному порту будет соответствовать несколько MAC- адресов. Таблицы хранятся в памяти, адресуемой по смыслу (content-addressable memory, CAM): если адрес отправителя отсутствует в таблице, то он туда заносится. Наряду с парами адрес-порт, в таблице хранится и метка времени. Метка времени в строке таблицы изменяется либо при приходе на коммутатор пакета с таким же адресом, либо при обращении коммутатора по этому адресу. Если строка таблицы не использовалась определённый период времени, то она удаляется. Это позволяет коммутатору поддерживать правильный список адресов устройств для передачи пакетов.

Используя CAM таблицу адресов и содержащийся в пришедшем пакете адрес получателя, коммутатор организует виртуальное соединение порта отправителя с портом получателя и передает пакет через это соединение.

Виртуальное соединение между портами коммутатора сохраняется в течение передачи одного пакета, т.е. для каждого пакета виртуальное соединение организуется заново на основе содержащегося в этом пакете адреса получателя.

Поскольку пакет передается только в тот порт, к которому подключен адресат, остальные устройства подключенные к коммутатору, не получат этот пакет.

В коммутаторах Ethernet передача данных между любыми парами портов происходит независимо и, следовательно, для каждого виртуального соединения выделяется вся полоса канала.

При передаче широковещательного пакета, в коммутаторе образуется «веер» каналов по принципу один ко многим. Примерами источников широковещательного трафика являются ARP и маршрутизирующие протоколы.

Коммутаторы можно соединять друг с другом. При этом группа попарно прямо либо косвенно связанных коммутаторов образует один логический коммутатор с теоретически произвольным числом портов. То есть коммутаторы позволяют создавать теоретически сколь угодно большую локальную сеть. Правильное соединение коммутаторов, то есть выбор топологии сети составляет одну из важнейших задач проектирования локальных сетей.

Рекомендуется осуществлять соединение коммутаторов по слоям (рисунок 1): серверный слой, слой распределения (distribution) и слой доступа (access). Рядовые компьютеры подключаются к слою доступа, а сервера к серверному слою.

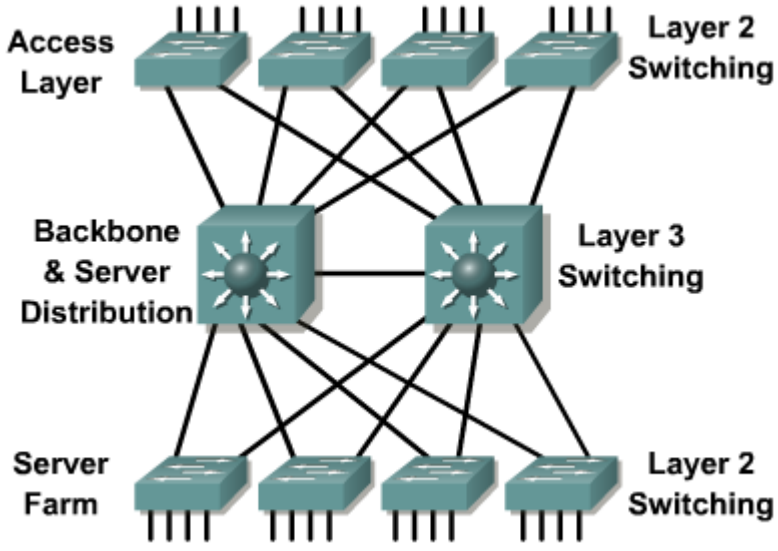


Рисунок 1.

Главным препятствием для создания больших локальных сетей с помощью одних только коммутаторов является нелинейный рост объёма широковещательного трафика с ростом числа устройств в сети. При числе устройств в сети более, чем 2000 (по другим оценкам 500, по третьим 4000 – всё зависит от топологии сети и класса решаемых задач) объём широковещательного трафика резко возрастает. Добавление новых устройств резко снижает производительность сети.

Например. Если в сети из нескольких тысяч устройств один из компьютеров A впервые осуществляет IP соединение с другим компьютером B в этой сети, то он должен предварительно послать ко всем устройствам сети широковещательный ARP запрос для определения MAC адреса компьютера B.

Локальная сеть, созданная с помощью одних только коммутаторов представляет один домен широковещания. Уменьшить домен широковещания можно, физически разделив локальную сеть на независимые подсети (независимые группы попарно связанных коммутаторов) и соединить их в единое целое с использованием маршрутизаторов. Такую задачу можно решить только на этапе построения сети, но не в момент её эксплуатации. Здесь на помощь приходят виртуальные локальные сети VLAN (virtual local area network).

Виртуальная локальная сеть VLAN представляет собой совокупность портов одного или более коммутаторов (Рисунок 2).

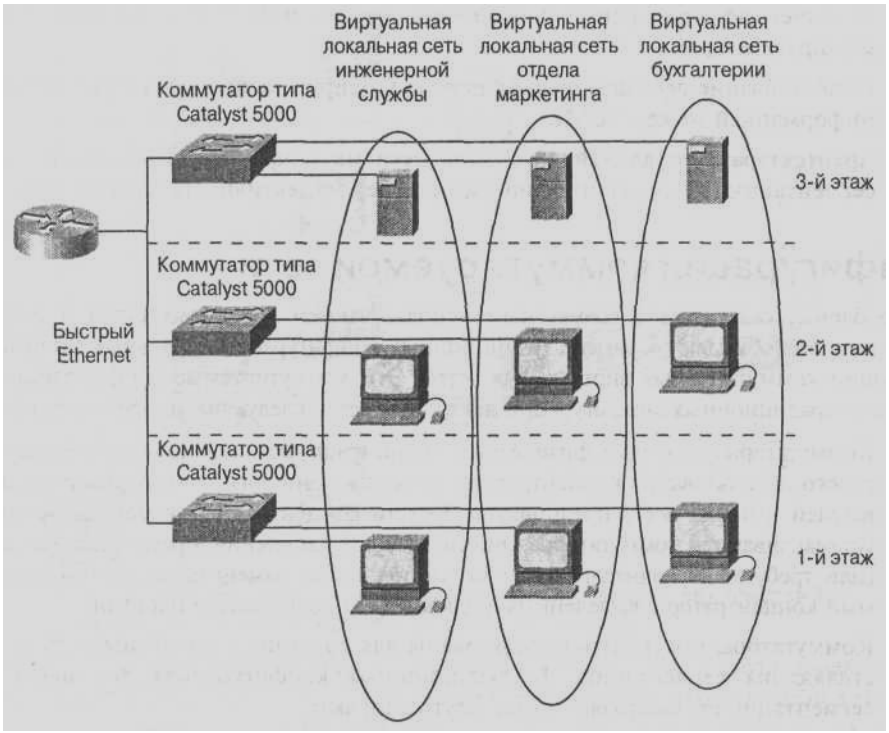


Рисунок 2.

VLAN позволяют логически разбить исходную локальную сеть на несколько независимых локальных сетей без физического обрыва сетевых соединений. Для этого администратор сети должен на каждом коммутаторе назначить, какие его порты относятся к каким VLAN. По умолчанию все порты коммутатора относятся к одной VLAN с номером 1. Максимальное число VLAN в коммутаторе равно общему числу его портов. Правильная разбивка локальной сети на VLAN составляет одну из важнейших задач проектирования.

VLAN ведут себя так же, как и физически разделённые локальные сети. То есть после разбивки сети на VLAN мы получим несколько локальных сетей, которые далее

необходимо объединить в единое целое с помощью маршрутизации на третьем сетевом уровне.

Концепция VLAN, помимо решения проблемы с широковещательным трафиком даёт также ряд дополнительных преимуществ: формирование локальных сетей не по месту расположения ближайшего коммутатора, а по принадлежности компьютеров к решению той или иной производственной задачи; создание сети по типу потребляемого вычислительного ресурса и требуемой серверной услуги (файл-сервер, сервер баз данных). VLAN позволяют вести различную политику безопасности для разных виртуальных сетей; переводить компьютер из одной сети в другую без осуществления физического перемещения или переподключения.

Для обмена информацией о VLAN коммутаторы используют магистральный (транковый) протокол. Для осуществления обмена информацией о VLAN между коммутаторами вы должны создать магистральные порты. Магистральный порт это порт, используемый для передачи информации о VLAN в другие сетевые устройства, присоединенные к этому порту. Обычные порты не рекламируют информацию о VLAN, но любой порт может быть настроен для приема/передачи информации о VLAN. Вы должны активизировать магистральный протокол на нужных портах, так как он выключен по умолчанию.

Порт коммутатора работает либо в режиме доступа либо в магистральном режиме. Соответственно связь, подсоединённая к порту является либо связью доступа либо магистральной связью. В режиме доступа порт принадлежит только одной VLAN. Порт доступа присоединяется к оконечному устройству: ПК, рабочей станции, серверу, хабу. Фреймы, проходящие через порт доступа, являются обычными Ethernet фреймами.

Магистральные связи способны поддерживать несколько VLAN. VLAN на различных коммутаторах связываются через магистральный протокол. Магистральные порты не принадлежат определённой VLAN и используются для подсоединения к другим коммутаторам, маршрутизаторам или серверам, имеющим сетевые адаптеры с возможностью для подключения ко многим VLAN.

Магистрали могут расширить VLAN по всей сети. Для магистральных целей назначают высокоскоростные порты коммутаторов: Gigabit Ethernet и 10Gigabit .

Для мультиплексирования трафика VLAN существуют специальные протоколы, позволяющие приёмным портам определить, какому VLAN принадлежит пакет. Для связи между устройствами Cisco используется протокол Inter-Switch Link (ISL). При наличии в сети оборудования нескольких производителей применяется протокол IEEE 802.1Q

Без магистральных связей для поддержки VLAN должно быть организовано по одной связи доступа для каждой VLAN. Такой подход дорог и неэффективен, поэтому магистральные связи абсолютно необходимы при проектировании локальных сетей.

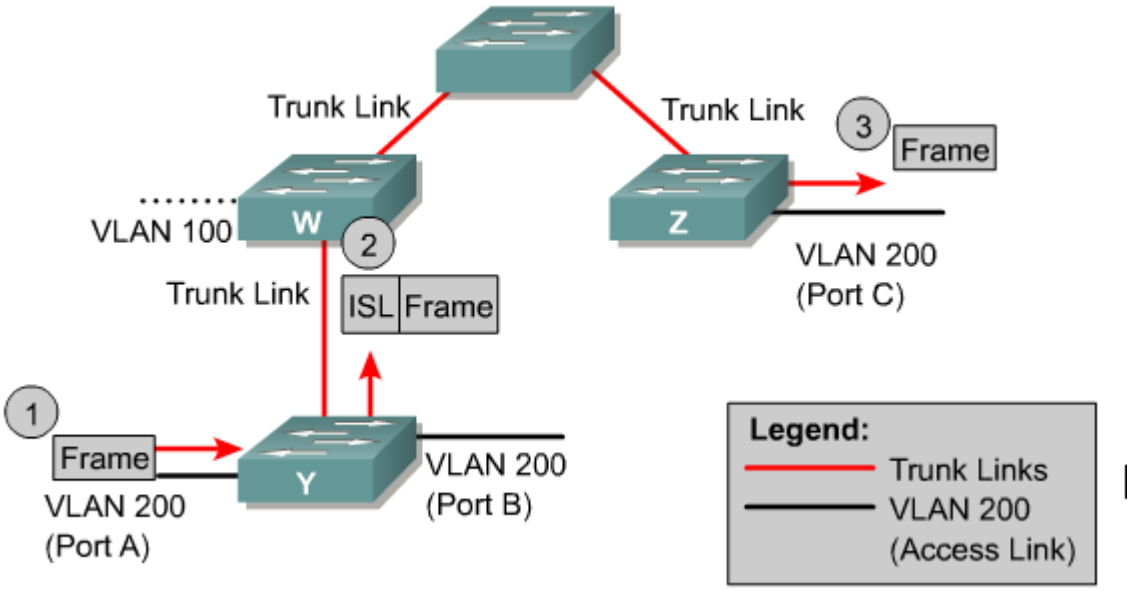


Рисунок 3.

На рисунке 3 порты A и B на коммутаторе Y определены как связи доступа на одной и той же VLAN 200. По определению они могут принадлежать только одной VLAN и не могут получать ethernet фреймы, содержащие идентификатор VLAN. Например, когда Y получает трафик от порта A к порту B, то он не добавляет ISL заголовокок в ethernet фреймы.

Порт C на коммутаторе Z также является портом доступа и также принадлежит к VLAN 200. Если порт A пересылает фрейм в порт C, то происходит следующее:

1. Коммутатор Y получает фрейм и, сопоставляя номер порта назначения с номером VLAN, определяет его как трафик, направленный к VLAN 200 на другом коммутаторе,

2. Коммутатор Y добавляет к фрейму ISL заголовок с номером VLAN и пересылает фрейм через промежуточный коммутатор на магистральную связь.

3. Этот процесс повторяется на каждом коммутаторе по пути фрейма к конечному порту C.

4. Коммутатор Z получает фрейм, удаляет ISL заголовок и направляет фрейм на порт C.

Если порт находится в магистральном режиме, то он может быть настроен или для транспорта всех VLAN или ограниченного множества VLAN. Магистральные связи используются для связи коммутаторов с другими коммутаторами, маршрутизаторами или с серверами, имеющими поддержку VLAN.

Согласно базовой терминологии магистраль это связь точка-точка, поддерживающая несколько VLAN. Целью магистрали является сохранение номеров портов при создании связи между двумя устройствами, образующими VLAN.

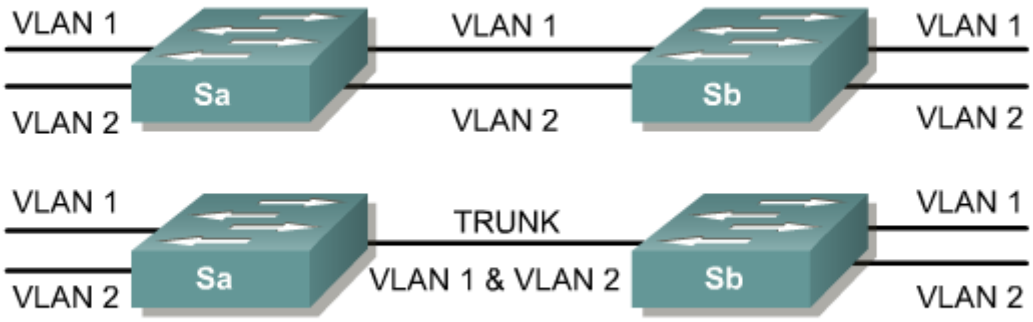


Рисунок 4.

Верхняя фигура на рисунке 4 показывает способ создания VLAN путём использования двух физических связей между коммутаторами (по одной на каждую VLAN). Это решение плохо масштабируется: при добавлении третьего VLAN надо пожертвовать ещё двумя портами. Это решение неэффективно и в смысле разделения нагрузки: малый трафик на некоторых связях может не стоить того, что эта связь является пучком виртуальных связей через одну физическую связь. На нижней фигуре одна физическая связь способна нести трафик для любой VLAN. Для достижения этого коммутатор Sa так оформляет фреймы, что Sb знает, на какую VLAN они направляется. Для такого оформления пакетов используются либо стандарт IEEE 802.1Q либо Cisco протокол ISL (Inter-Switch Link).

Для больших сетей ручная конфигурация VLAN становится весьма трудоёмкой задачей. Cisco VLAN Trunk Protocol (VTP) служит для автоматического обмена информацией о VLAN через магистральные порты. Преимуществом использования VTP является то, что вы можете контролировать добавление, удаление или изменение сетей VLAN из коммутаторов на котором созданы VTP сервера. После настройки ваших коммутаторов как VTP серверов, остальные коммутаторы вашей сети могут быть настроены как клиенты, которые только получают VLAN информацию. Недостатком является ненужный трафик, создаваемый на магистральный портах для устройств, которым возможно не нужна эта информация.

Если ваша сеть будет содержать много коммутаторов, содержащих много виртуальных сетей, расположенных в разных коммутаторах, возможно, имеет смысл использовать VTP. Если ваша сеть останется достаточно статической, и VLAN не будут добавляться или изменяться по отношению к начальной конфигурации, то лучше использовать статическое определение виртуальных сетей.

В топологии локальных сетей возможны циклы (петли). Например, уже три коммутатора соединённых друг с другом по кругу образуют цикл в топологии. Петли приводят к неоднозначности при определении пути от источника пакетов к приёмнику. Для решения этой серьёзной проблемы был разработан протокол связующего дерева STP

(spanning tree protocol). Для графа топологии каждой VLAN, которая определена в сети, строится минимальное покрывающее дерево (граф без циклов) с вершиной в некотором коммутаторе. Для физической реализации таких деревьев STP переводит избыточные порты в состояние блокировки. Расчёт деревьев производится параллельно на всех коммутаторах. Далее пакеты во VLAN идут только по путям, определённым в построенных покрывающих деревьях. При изменении топологии, активации/остановке портов происходит пересчёт покрывающих деревьев.

Для создания топологии связующего дерева существуют специальные фреймы, называемые модулями данных мостового протокола (bridge protocol data units, BPDU). Эти фреймы отправляются и принимаются всеми коммутаторами в сети через равные промежутки времени.

Конфигурирование статических VLAN

1. Статические VLAN это совокупность портов на коммутаторе, которые вручную назначаются командой IOS при конфигурировании интерфейса.

Для создания пустой VLAN с номером №VLAN на коммутаторах Cisco серии 2950 используются команды

Switch#**vlan database**

Switch(vlan)#**vlan №VLAN**

Switch(vlan)# **exit**

Например, команды

Switch#**vlan database**

Switch(vlan)#**vlan 33**

Switch(vlan)# **exit**

создадут пустую VLAN с номером 33 и система даст VLAN имя VLAN0033.

Заметим, что команды выполняются не в режиме конфигурации.

Команда **switchport mode** используется для установки интерфейса в динамический режим, режимы доступа или режим магистрали (trunk).

Switch(config-if**)#switchport mode [access | dynamic | trunk]**

Хотя режим доступа является режимом по умолчанию, но в ряде случаев устройство, присоединённое к порту коммутатора, может перевести его в магистральный режим. Поэтому рекомендуется все немагистральные порты переводить в режим доступа командой **switchport mode access.**

Для статического помещения текущего интерфейса во VLAN используются команды

Switch(config-if)#**switchport mode access**

Switch(config-if)#**switchport access vlan №number**

где **№number –** число – номер VLAN.

Команда **interface range** определяет диапазон интерфейсов для последующих конфигураций. Например, порты с первого по шестой могут быть помещены во VLAN 10 командами

Switch(config)#**interface range fa0/1 – 6**

Switch(config-if-range)#**switchport access vlan 10**

После настройки VLAN проверьте настройку командами **show running-config**, **show vlan** и **show vlan brief**.

При настройке VLAN помните, что по умолчанию все порты находятся во VLAN 1.

Для создания или конфигурирования магистрали VLAN вы должны настроить порт как магистральный

Switch(config-if)#**switchport mode trunk**

По умолчанию последняя команда определяет порт как магистральный для всех VLAN в сети. Однако существуют ситуации, когда магистраль не должна поддерживать все VLAN. Типичной является ситуация с подавлением широковещания. Широковещание посылается на каждый порт во VLAN. Магистральная связь выступает как член VLAN и должна пропускать всё широковещание. Если на другом конце магистрали нет портов нужной VLAN, то полоса пропускания и процессорное время устройств тратится попусту.

Если VLAN не используется на другом конце магистрали, нет нужды разрешать эту VLAN на этой магистрали. По умолчанию магистральные порты принимают и передают трафик со всех VLAN в сети. Для сокращения магистрального трафика используйте команду

Switch(config-if)#**switchport trunk allowed vlan vlan-list**

Например, команда

Switch(config-if)#**switchport trunk allowed vlan 3**

Switch(config-if)#**switchport trunk allowed vlan 6-10**

разрешает на магистрали VLAN 3 и затем VLAN с 6 по 10. О том, какие VLAN разрешены на магистрали можно посмотреть командой **show running-config.**

Для удаления большого числа VLANs из магистрали проще вначале удалить все VLAN, а затем выборочно разрешать.

Простейший способ перевести связь в режим доступа это задать на интерфейсах с её двух сторон по команде

SwitchA(config-if)#**switchport mode access**

Простейший способ перевести связь в режим доступа это задать на интерфейсах с её двух сторон по команде

SwitchA(config-if)#**switchport mode trunk**

Практическая часть

1. Соберите топологию изображенную на рисунке 5. Коммутаторы соедините двумя GigabitEthernet (gi1/1 и gi1/2) соединениями. Компьютеры подсоедините к интерфейсам согласно таблице 1. Назначьте компьютерам адреса, согласно таблице 1. Все компьютеры входят в одну подсеть 172.16.0.0 255.255.0.0. Маршруты по умолчанию на компьютерах не устанавливайте. Пропингуйте сеть.

Организуем в нашей сети два VLAN. Компьютеры 20_1 и 20_2 поместим во VLAN с номером 20, а компьютеры 30_1 и 30_2 поместим во VLAN с номером 30.

Switch1(conf)#**interface fa0/2**

Switch1(conf-if)#**switchport access vlan 20**
Switch1 (conf-if)#**interface fa0/3**
Switch1(conf-if)#**switchport access vlan 30**
Switch2 (conf)#**interface fa0/2**
Switch2(conf-if)#**switchport access vlan 20**
Switch2 (conf-if)#**interface fa0/3**
Switch2(conf-if)#**switchport access vlan 30**

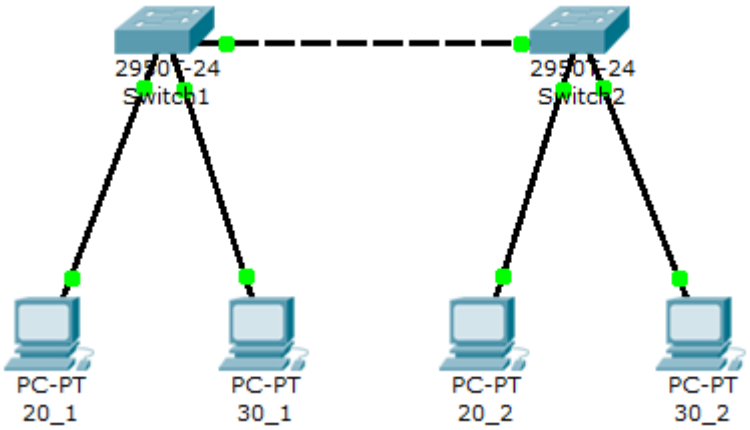


Рисунок 5.

Компьютер	Switch1	Switch2	Адрес
20_1	Fa0/2		172.16.20.1/16
30_1	Fa0/3		172.16.20.2/16
20_2		Fa0/2	172.16.30.1/16
30_2		Fa0/3	172.16.30.2/16
	Gi1/1	Gi1/1	

Таблица 1.

На обеих коммутаторах проверьте результаты создания VLAN, например
Switch1# sh vl name 20

```
VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------- --------- -------------------------------
20   20                                active    Fa0/2

VLAN Type  SAID       MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
---- ----- ---------- ----- ------ ------ -------- ---- -------- ------ ------
20   enet  100020     1500  -      -      -        -    -        0      0
```

и

```
Switch1#sh  vl br

VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------- --------- -------------------------------
1    default                           active    Fa0/1, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6
                                                 Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10
                                                 Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
                                                 Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18
                                                 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22
                                                 Fa0/23, Fa0/24
20   20                                active    Fa0/2
30   30                                active    Fa0/3
1002 fddi-default                      active
1003 token-ring-default                active
1004 fddinet-default                   active
1005 trnet-default                     active
```

Так как нет обмена информации о VLAN между коммутаторами, то компьютеры будут пинговать только самих себя.

Организуем магистрали на коммутаторах. Для этого используем GigabitEthernet порт

Switch1(conf)#**interface gi1/1**

Switch1 (conf-if)#**switchport trunk allowed vlan add 20**

Switch1 (conf-if)#**switchport trunk allowed vlan add 30**

Switch1 (conf-if)#**no shutdown**

Switch2 (conf)#**interface gi1/1**

Switch2 (conf-if)#**switchport trunk allowed vlan add 20**

Switch2 (conf-if)#**switchport trunk allowed vlan add 30**

Switch2 (conf-if)#**no shut**

Теперь компьютеры в переделах одной VLAN должны пинговаться, а компьютеры, находящиеся в различных VLAN не должны пинговаться (см. таблицу 2).

Ping из/в	20_1	30_1	20_2	30_2
20_1	Да	Нет	Да	Нет
30_1	Нет	Да	Нет	Да
20_2	Да	Нет	Да	Нет
30_2	Нет	Да	Нет	Да

Таблица 2.

Сохраните конфигурации коммутаторов.

2. Сохраним топологию предыдущего задания в новом файле. В этой топологии маршрутизатор соединён двумя связями с интерфейсами fa0/1 коммутаторов (рисунок 6). Снова проверьте, что компьютеры в переделах одной VLAN пингуются, а компьютеры, находящиеся в различных VLAN не пингуются.

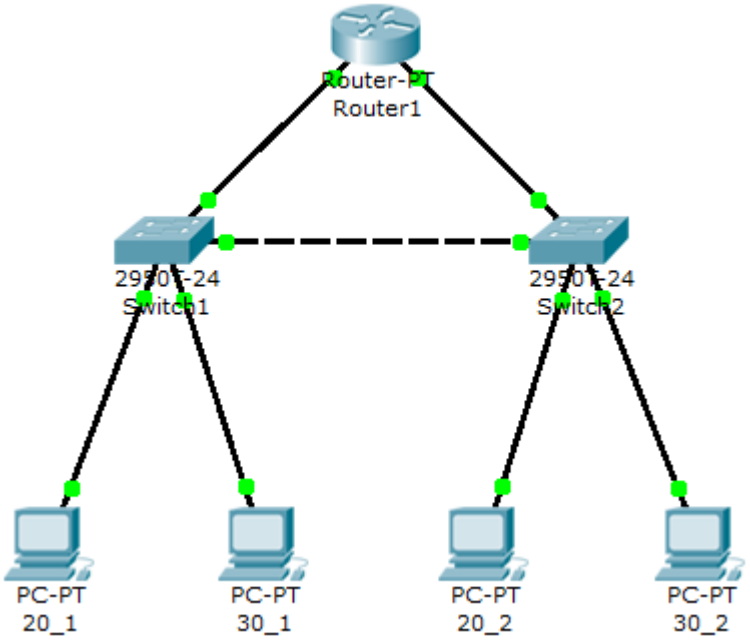


Рисунок 6.

Поставим задачу объединения виртуальных сетей с помощью маршрутизатора. Для этого следует разбить нашу сеть 172.16.0.0/16 на две подсети 172.16.20.0/24 и 172.16.30.1/24. Для этого просто поменяем маски у компьютеров на 255.255.255.0.

Теперь компьютеры пингуются в переделах одной VLAN и в пределах одной IP подсети, а это значит только сами на себя.

Введём на коммутаторах интерфейсы, подсоединённые к маршрутизатору в виртуальные сети

Switch1(conf)#**interface fa0/1**

Switch1(conf-if)#**switchport access vlan 20**

Switch2(conf)#**interface fa0/1**

Switch2(conf-if)#**switchport access vlan 30**

Настроим IP адреса на маршрутизаторе

Router(conf)#**interface fa0/0**

Router(conf-if)#**ip address 172.16.20.254 255.255.255.0**

Router(conf-if)#**no shutdown**

Router(conf-if)#**interface fa1/0**

Router(conf-if)#**ip address 172.16.30.254 255.255.255.0**

Router(conf-if)**#no shutdown**

Теперь маршрутизатор маршрутизитует наши две сети 172.16.20.0/24 и 172.16.30.1/24. Добавим на наших компьютерах маршрутизацию по умолчанию на интерфейсы маршрутизатора.

Host	Gataway
20_1	172.16.20.254
20_2	172.16.20.254
30_1	172.16.30.254
30_2	172.16.30.254

Теперь изо всех устройств нашей сети мы можем пинговать все наши IP адреса.

3. Покажем, как с использованием транзитных линий, мы можем сэкономить порты.

Изменим топологию, перебросив магистраль gi1/2 от коммутаторов к интерфейсу fa0/0 маршрутизатора (рисунок 7). Загрузим топологию в симулятор. Загрузим по очерёдно в каждое устройство, кроме маршрутизатора, сохранённые конфигурации. Заметим, что в конфигурациии коммутатора Switch2 установка магистрали на gi1/2 не нужна, хотя она и не мешает.

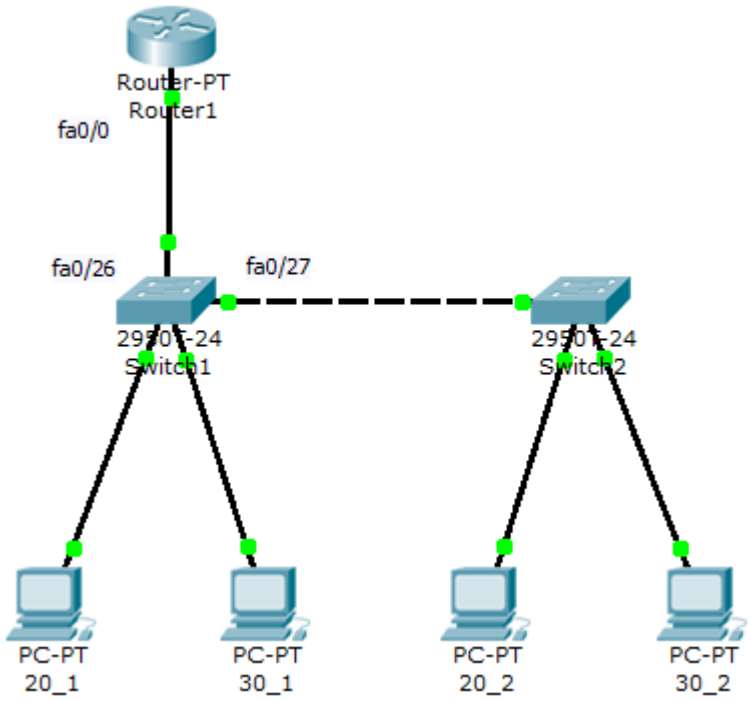


Рисунок 7.

На маршрутизаторе разобъём интерфейс fa0/0 на два подинтерфейса fa0/0.20 и fa0/0.30. Определим на них инсапсуляцию dot1q и поместим их в виртуальные сети 20 и 30, соответственно.

Router(conf)#**interface FastEthernet0/0.20**

Router(conf-subif)#**encapsulation dot1q 20**

Router(conf-subif)#**ip address 172.16.20.254 255.255.255.0**

Router(conf-subif)#**interface FastEthernet0/0.30**

Router(conf-subif)#**encapsulation dot1q 30**

Router(conf-subif)#**ip address 172.16.30.254 255.255.255.0**

Посмотрим таблицу маршрутов

Router#**show ip route**

```
C       172.16.20.0 is directly connected, FastEthernet0/0.20
C       172.16.30.0 is directly connected, FastEthernet0/0.30
```

Проверьте, что из каждого устройства вы можете пинговать все адреса в сети.

Выполните на Router команду расширенного пинга от адреса 172.16.20.1 компьютера 20_1 из VLAN 20, подключённого к коммутатору Switch1 к адресу 172.16.30.2 компьютера 30_2 из VLAN 30, подключённого к коммутатору Switch2

```
Router#ping
Protocol [ip]:
Target IP address: 172.16.30.2
Repeat count [5]:
Datagram size [100]:
Timeout in seconds [2]:
Extended commands [n]:y
Source address or interface:172.16.20.1
Type of service [0]:
Set DF bit in IP header? [no]:
Validate reply data? [no]:
Data pattern [0xABCD]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]:
Sweep range of sizes [n]:

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.30.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
```

Контрольные вопросы

1. Почему предпочитают строить локальные сети с помощью коммутаторов, а не концентраторов?
2. Какие существуют методы для отправки фрейма через коммутатор?
3. Как коммутатор узнаёт MAC адреса подключенных устройств?
4. Где и как в коммутаторе хранятся адреса подключенных устройств?
5. Что такое виртуальное соединение и как долго оно существует?
6. Сколь большую локальную сеть можно создать с помощью коммутаторов?
7. Как принято строить большие локальные сети?
8. Что является главным препятствием для создания больших локальных сетей с помощью одних только коммутаторов?
9. Что такое домен широковещания?
10. Как уменьшить домен широковещания?
11. Что такое VLAN?
12. Какие проблемы локальных сетей решает VLAN?
13. Как в локальной сети организовать обмен информацией о VLAN?
14. В каких режимах работают порты коммутатора?
15. Какой VLAN принадлежит магистральный порт?
16. Как распространить одну VLAN на несколько коммутаторов?
17. Можно ли организовать несколько VLAN на нескольких коммутаторах без использования магистралей?
18. Зачем нужны протоколы ISL и IEEE 802.1Q?

19. Зачем нужны магистрали в в локальной сети?
20. Какие задачи решает VTP?
21. Какие задачи решает STP?
22. Какими командами можно организовать VLAN?
23. Какой командой перевести порт в режим доступа и в режим магистрали?
24. Какой командой можно получить информацию о VLAN?
25. В локальной сети имеется одиннадцать VLAN. Сколько маршрутизаторов надо для объединения всех 11 VLAN в единое целое?

Порядок выполнения и сдачи работы

1. Изучить теоретическую и практическую часть.
2. Сдать преподавателю теорию работы путём ответа на контрольные вопросы.
3. Выполнить в Packet Tracer практическую часть.
4. Выполните в Packet Tracer задание для самостоятельной работы.
5. Для своего варианта предъявите преподавателю возможность выполнить расширенный пинг между любыми адресами для топологий на рисунках 6 и 7.
6. Оформите отчёт. Содержание отчёта смотри ниже.
7. Защитите отчёт.

Задание для самостоятельной работы

Повторить все пункты практической части для IP сети предприятия, согласно вариантам. Практическая часть проделана для сети 172.16.0.0/16.

Вар.	Сеть	Вар.	Сеть	Вар.	Сеть
1	2.1.0.0/16	5	6.1.0.0 /16	9	10.1.0. 0/16
2	3.1.0.0/16	6	7.1.0.0 /16	10	11.1.0. 0/16
3	4.1.0.0/16	7	8.1.0.0 /16	11	12.1.0. 0/16
4	5.1.0.0/16	8	9.1.0.0 /16	12	13.1.0. 0/16

Создать те же скриншоты, что и при выполнении практической части.

Содержание отчёта.

Отчёт готовится в электронном виде и распечатывается. Отчёт содержит

1. Скриншоты топологий, созданных при выполнении практической части.

2. Конфигурации всех маршрутизаторов из конфигурационных .txt файлов, созданных при выполнении практической части.

3. Конфигурации всех маршрутизаторов из .txt файлов, созданных при выполнении задания для самостоятельной работы.

5. Все скриншоты, указанные в задании для самостоятельной работы