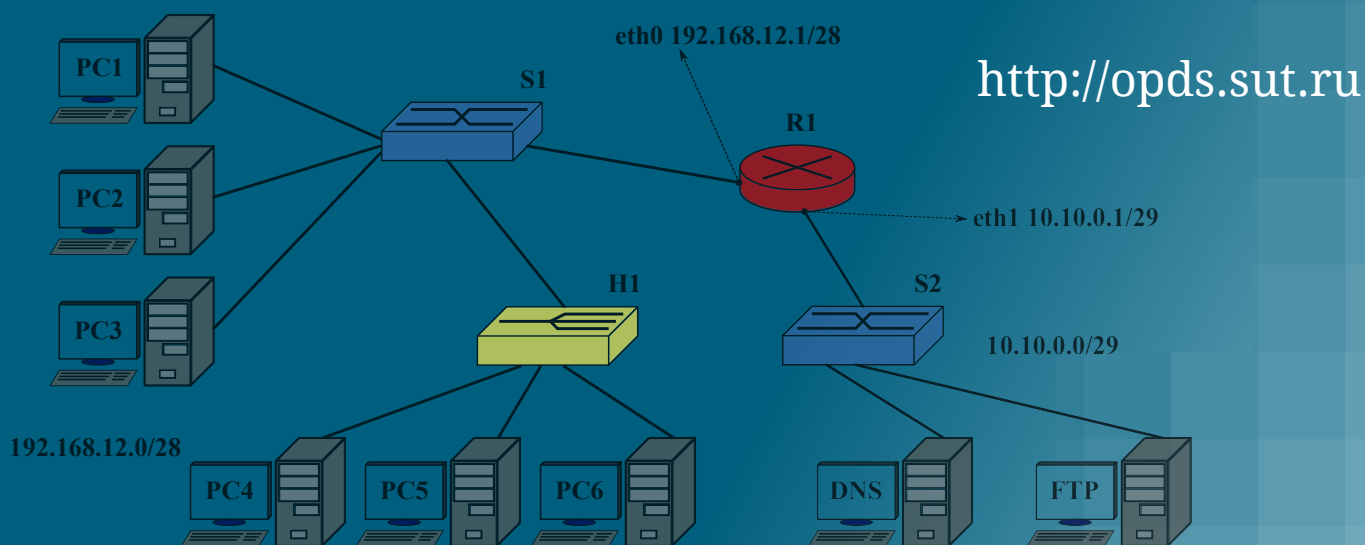


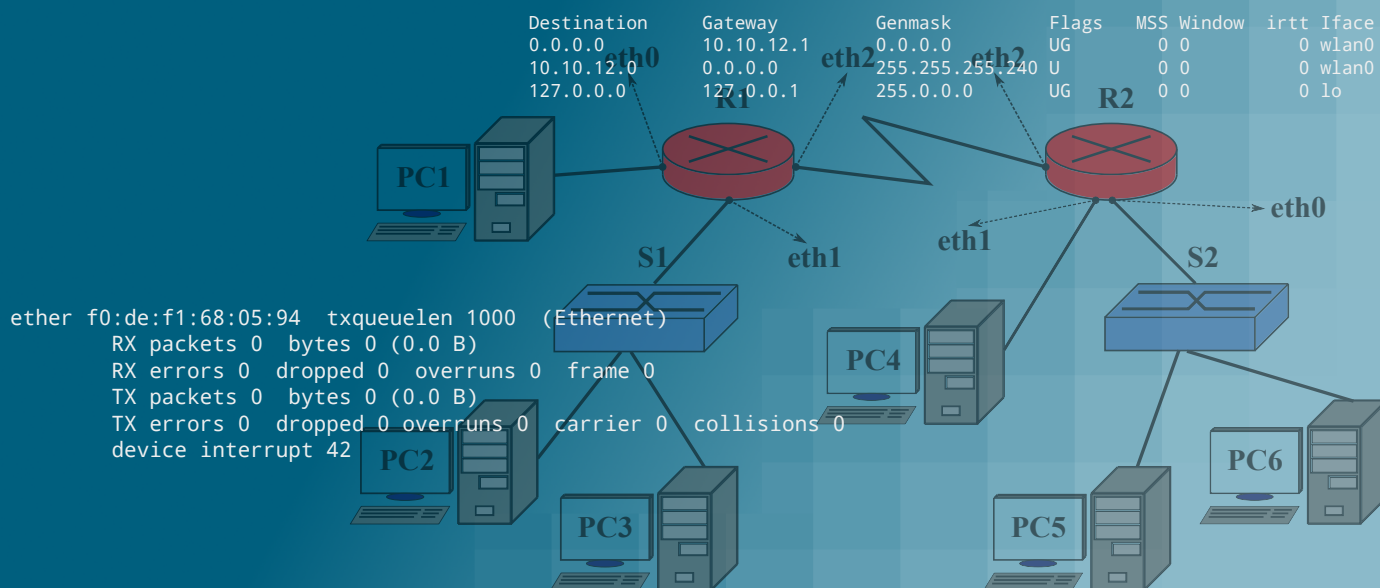
Небаев И.А.

Компьютерные сети передачи данных



```
> ifconfig eth0 10.10.10.1 -netmask 255.255.255.240 -up  
> ifconfig eth1 192.168.1.1 -netmask 255.255.0.0 -up
```

.....



Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПб ГУТ)

Кафедра «Обработки и передачи дискретных сообщений» (ОПДС)

Небаев И. А.

Учебное пособие к лабораторным работам

«Компьютерные сети передачи данных»

Учебное пособие призвано ознакомить студентов старших курсов с оборудованием и технологиями построения компьютерных локальных вычислительных сетей. Представленный материал служит детальным справочным и методическим пособием при выполнении курса практических лабораторных работ по дисциплине «Компьютерные сети передачи данных» в среде эмуляции ЛВС «Computer Network Simulator».

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности
210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Санкт-Петербург
2012–2013гг.

Содержание

1. Введение	6
2. Установка	7
3. Описание графического интерфейса и средств командной строки	8
3.1. Работа с файлами проекта виртуальной сети	8
3.2. Работа с устройствами	9
3.3. Командный интерпретатор	11
3.3.1. Команда <code>help</code>	12
3.3.2. Команда <code>mactable</code>	12
3.3.3. Команда <code>arp</code>	13
3.3.4. Команда <code>ping</code>	13
3.3.5. Команда <code>route</code>	14
3.3.6. Команда <code>ifconfig</code>	15
3.3.7. Команда <code>iwconfig</code> для устройства «Точка доступа»	15
3.3.8. Команда <code>iwconfig</code> для устройства «Ноутбук»	16
4. Пример выполнения лабораторной работы	17
4.1. Задача	17
4.2. Построение виртуальной сети	17
4.3. Настройка интерфейсов маршрутизатора	18
4.4. Настройка интерфейсов удаленных узлов	19
5. Лабораторные работы	21
5.1. Лабораторная работа 1. Введение в среду построения виртуальных вычислительных сетей	21
5.2. Лабораторная работа 2. Объединение удаленных узлов на основе концентраторов локальных вычислительных сетей	24
5.3. Лабораторная работа 3. Структуризация локальных вычислительных сетей с помощью коммутаторов	26
5.4. Лабораторная работа 4. Маршрутизаторы и применение статической маршрутизации в локальных вычислительных сетях	29
5.5. Лабораторная работа 5. Принципы определения локальных адресов узлов сети и функции протокола ARP в локальных вычислительных сетях	32
5.6. Лабораторная работа 6. Организация беспроводного доступа к локальной вычислительной сети	35
6. Литература	38
А. Форма отчета	39

Б. Варианты адресации сетей

41

Условные обозначения

В пособии используются следующие условные обозначения:



Моноширинный шрифт — указывает на командные конструкции.

Курсив — важное предупреждение или примечание.

1. Введение

В ходе выполнения лабораторных заданий, студенты знакомятся с основными функциями и процедурами канального и сетевого уровня эталонной модели ISO/OSI на примере эмуляции виртуальных ЛВС. Виртуальная сеть передачи данных строится с помощью активных мультипликационных элементов средствами графического интерфейса пользователя (GUI). Элементы виртуальной сети представляют собой абстрактное изображение конкретного класса оборудования сети ПД. Доступ и управление оборудованием осуществляется посредством интерфейса командной оболочки (CLI), поддерживающей ряд утилит и встроенных команд (`ifconfig`, `arp`, `route` и т. д.), подобных утилитам операционных систем GNU/Linux и семейства BSD. Узлы виртуальной сети объединяются посредством экземпляра протокола, аналогичного по функциональности и принципам работы протоколу Ethernet. Упрощенный экземпляр протокола Ethernet обеспечивает согласование методов доступа к виртуальному носителю сигнала и адресацию уникальными 48-битными MAC-адресами устройств. Оборудование сетевого уровня поддерживает упрощенную реализацию протокола IPv4, поддержку протокола ICMP и т. д. Для задач отображения адресов сетевого и канального уровня используется ограниченная реализация протокола ARP.

Одним из основных преимуществ использования пакета «CNS» в курсе лабораторных занятий, является применение прозрачной модели сетевого взаимодействия, небольшие системные требования и строгое соответствие специфики изучаемых предметов. Использование данного ПО в рамках курса «КСПД», позволяет качественно изучить принципы работы коммутаторов второго и третьего уровня, пассивных концентраторов, вопросы статической маршрутизации в IP-сетях, принципы функционирования протоколов канального уровня, протоколы ARP, IPv4, ICMP и т. д.

Рассматриваемое ПО способно максимально точно воспроизвести работу реальных сетей ПД с помощью их виртуальных аналогов. Это позволяет в короткие сроки ознакомить студентов с принципами построения современных компьютерных сетей передачи данных, служебными протоколами и стандартным сетевым оборудованием.

«Computer Network Simulator» — кроссплатформенное ПО и может выполняться независимо, под управлением большинства доступных ОС (MS Windows, GNU/Linux, FreeBSD и т. д.), поддерживающих запуск виртуальной машины Java (JRE). Исходный текст ПО распространяется под свободной лицензией GNU GPL и является открытым, общедоступным проектом.

2. Установка

Внимание! Раздел «Установка» описывает процесс инсталляции дистрибутива программы. Изучение данного материала не требуется, если лабораторные работы выполняются в лаборатории кафедры.

Готовые для работы бинарные сборки доступны на сайте <ftp://ftp.darkstar.su/pub/CNS>, а также на сайте кафедры ОПДС СПб ГУТ (<http://opds.sut.ru>). Оригинальная версия доступна на сайте <http://net-simulator.org>.

Для выполнения ПО «Computer Network Simulator» требуется установленный пакет среды исполнения виртуальной машины и библиотеки классов Java (Java RE). Пакет JRE может быть загружен для всех поддерживаемых ОС с сайтов <http://www.oracle.com> или <http://www.java.com>. Установка не требует каких либо дополнительных знаний и не должна вызывать проблем.

Архив программы «Computer Network Simulator» представляет собой бинарную сборку, процедуры запуска которой отличаются в зависимости от используемой операционной системы. Для выполнения программы в сред ОС Windows необходимо запустить пакетный файл `run.bat`, находящийся в корневом каталоге архива. Если в системе корректно установлена и функционирует виртуальная машина Java (JRE), то ПО «Computer Network Simulator» произведет загрузку графического интерфейса и сигнализирует о готовности, как изображено на рис.1.

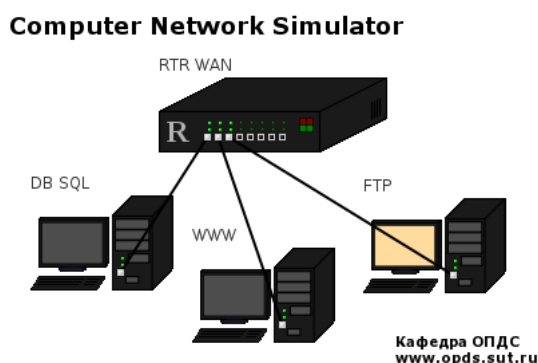


Рис. 1. Приветствие Computer Network Simulator

Для запуска «CNS» в среде ОС GNU/Linux (а также для всех ОС семейства UNIX) необходимо внести изменения в файл `run.sh`, также находящемся в корневом каталоге архива программы. В файле `run.sh` с помощью переменной `JAVA_HOME` необходимо указать путь к каталогу, содержащему установленный дистрибутив JRE. В зависимости от используемого дистрибутива ОС GNU/Linux переменная может принимать различные значения. Для примера, лист.1 демонстрирует несколько возможных вариантов путей файловой системы до каталога с дистрибутивом JRE. В данном случае, JRE установлен в каталог `/opt/icedtea-bin-7.2.0`, о чем свидетельствует строка с указанием переменной `export JAVA_HOME="/opt/icedtea-bin-7.2.0"`.

Листинг 1. Run.sh

```
#!/bin/bash
#export JAVA_HOME="/opt/java"
#export JAVA_HOME="/opt/jdk1.5.0_11.x64"
#export JAVA_HOME="/opt/jdk1.5.0_10.i386"
export JAVA_HOME="/opt/icedtea-bin-7.2.0"
#export LANG=C
$$JAVA_HOME/bin/java \
-classpath bin:lib/commons-cli-1.0.jar \
:lib/xercesImpl.jar: \
lib/serializer.jar:lib/commons-lang-2.3.jar \
org.netsimulator.netsimulator
```

Все остальные вопросы практического применения среды «Computer Network Simulator» полностью идентичны в любой из существующих ОС.

3. Описание графического интерфейса и средств командной строки

3.1. Работа с файлами проекта виртуальной сети

Для начала проектирования виртуальной сети передачи данных, необходимо создать новый проект с помощью меню «**Проект**» и пункта «**Создать**». Если необходимо внести изменения в уже существующий проект, то следует воспользоваться пунктом «**Открыть**» с указанием каталога, в котором расположены файлы проекта. Пункты меню «**Сохранить**» и «**Сохранить как...**» позволяют сохранить разрабатываемый проект виртуальной сети.

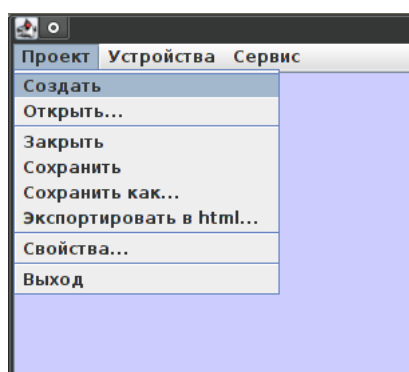


Рис. 2. Главное меню

Пункт меню «**Экспортировать в html...**» позволяет создавать автоматизированный отчет о проекте виртуальной сети, содержащий подробные данные о топологии сети,

конфигурации устройств, описании, имени автора и т.д. и т.п. Перед экспортом проект необходимо предварительно сохранить. Вид, форма и содержание, получаемого таким образом отчета, является подходящей структурой, необходимой и достаточной для защиты лабораторной работы при условии ее корректного выполнения в рамках указанного задания.

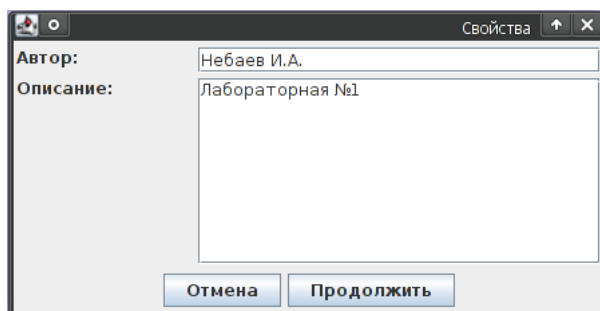


Рис. 3. Свойства проекта

Пункт «Свойства...» меню «Проект» предназначен для внесения данных о авторе проекта (ФИО, Группа) и краткого описания решаемых задач. Пример окна приведен на рис.3.

Пункт меню «Выход» завершает работу программы.

Меню «Сервис» позволяет произвести настройку общих параметров программы, таких как вывод отладочной информации, фоновый цвет главного окна и пр.

3.2. Работа с устройствами

Пункт главного меню «Устройства» позволяет выбирать и добавлять указанный тип оборудования к проектируемой виртуальной сети. Меню содержит следующий список доступных устройств для симулирования виртуальной сети ПД:

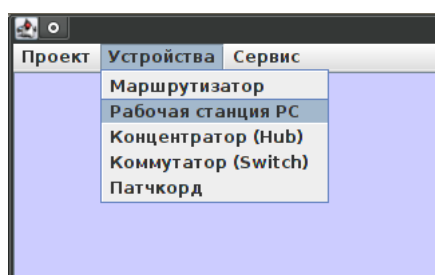


Рис. 4. Виртуальные устройства

- **Маршрутизатор** — Коммуникационное устройство, эмулирующее работу реального 8 портового Ethernet IPv4 маршрутизатора, с ограниченным набором функций. Конфигурируется с помощью интерфейса командной строки;

- **Сетевой экран** — Коммуникационный шлюз, выполняющий функции пакетной фильтрации сетевого трафика в компьютерных сетях передачи данных. По принципу конфигурирования и наличию связи между сетевыми интерфейсами, в данной реализации аналогичен маршрутизатору;
- **Рабочая станция РС** — Рабочая станция пользователя, поддерживающая ряд сетевых протоколов и коммуникационных возможностей. Имеет один сетевой Ethernet интерфейс. Управляется с помощью интерфейса командной строки;
- **Ноутбук** — Мобильная рабочая станция, оборудованная одним интерфейсом проводного и одним интерфейсом беспроводного доступа к сети передачи данных. Как и объект «Рабочая станция РС», поддерживает широкий набор встроенных команд;
- **Концентратор** — Устройство ретрансляции и регенерации кадров сети Ethernet. Перенаправляет любой кадр, поступающий на интерфейс всем узлам сети, непосредственно подключенным к концентратору. Не имеет функций управления, 8 портов Ethernet;
- **Коммутатор** — Коммуникационный узел, выполняющий процедуры физического и канального уровня модели OSI. Производит коммутацию кадров, основываясь на записях из внутренней таблицы коммутации MAC-адресов. В зависимости от реализации оборудован 6, 12 или 24 портами Ethernet. Состояние таблицы MAC-адресов может быть получено с помощью интерфейса командной строки;
- **Точка доступа** — Средство обеспечения беспроводного доступа мобильных клиентов к проводной сети передачи данных. Оборудовано интерфейсом Wifi и Ethernet. Конфигурируется с помощью интерфейса командной строки;
- **Патчкорд** — среда распространения сигнала, представляет собой виртуальный отрезок кабеля сети, соединяющий любые два удаленных узла. Правильное подключение патчкорда к любому узлу сети гарантируется эффектом «притягивания» кабеля к гнезду на виртуальном устройстве. При объединении устройств и включении их в сеть, на всех устройствах загорается индикатор (зеленый светодиод), сигнализирующий о корректной физической коммутации устройств. Передача кадров между узлами виртуальной сети сопровождается интенсивным периодическим свечением (миганием) патчкорда, объединяющего связанные устройства.

Добавленное устройство располагается в верхнем левом углу главного окна программы. Воспользовавшись курсором мыши изображение можно установить в любое удобное место ограниченное геометрией главного окна. При нажатии правой клавиши мыши на пиктограмме устройства, открывается контекстное меню, позволяющее установить название и описание устройства (пункт «**Свойства...**»), открыть терминал интерфейса командной строки (пункт «**Терминал...**») или удалить устройство (пункт «**Удалить**»). Двойной щелчок левой клавишей мыши запускает терминал командной строки.

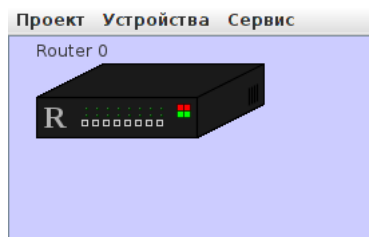


Рис. 5. Добавление нового устройства

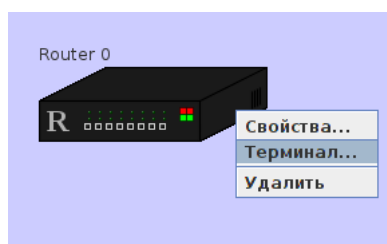


Рис. 6. Меню устройства

Общий вид терминала представлен на рис.7. Главное меню эмулятора терминала позволяет настроить внешний вид интерпретатора командной строки. Пункт меню **«Цветовая схема»** служит для установки цветовой палитры фона и текста. Пункт **«Заккрыть»** меню **«Файл»** закрывает окно эмулятора терминала, при этом настройки конфигурируемого устройства сохраняются в памяти ПО.

3.3. Командный интерпретатор

Устройства передачи данных эмулируемой сети управляются посредством интерфейса командной оболочки, выполняемой в терминале. Командный интерпретатор поддерживает историю введенных команд, которую можно просматривать с помощью клавиш **Up** и **Down**. Команды, доступные на определенном устройстве можно вывести с помощью команды **help**. Сочетание клавиш **Ctrl-L** очищает терминал. Для каждой команды существует встроенная, краткая справка по ее применению, которая выводится при вызове команды с опцией **-h**. Например, **ifconfig -h** или **route -h** и т. д. Конфигурированию средствами терминала подвергаются маршрутизаторы, коммутаторы и рабочие станции пользователей. Набор команд между всеми типами устройств отличается в большую или меньшую сторону. Концентратор является неуправляемым устройством физического уровня эталонной модели ISO/OSI.

Именование интерфейсов начинается с краткого указания его типа (реализованы только интерфейсы **Ethernet**), за которым следует порядковый номер, начиная с нуля. Например, первому, начиная слева, физическому интерфейсу маршрутизатора, изображенному на рис.5, будет соответствовать интерфейс **eth0**. Второму физическому интерфейсу соответствует **eth1** и т. д.

```

Файл  Цветовая схема  Размер шрифта
eth5  Link encap:Ethernet HWaddr 0:0:0:0:1:5
      DOWN
      RX packets:0 errors:0 dropped:0
      TX packets:0 errors:0 dropped:0
      RX bytes:0 TX bytes:0

eth6  Link encap:Ethernet HWaddr 0:0:0:0:1:6
      DOWN
      RX packets:0 errors:0 dropped:0
      TX packets:0 errors:0 dropped:0
      RX bytes:0 TX bytes:0

eth7  Link encap:Ethernet HWaddr 0:0:0:0:1:7
      DOWN
      RX packets:0 errors:0 dropped:0
      TX packets:0 errors:0 dropped:0
      RX bytes:0 TX bytes:0

root@host:~# route
IP routing table
Destination Gateway Netmask Flags Metric Iface
root@host:~# ifconfig eth0 10.0.0.1 -netmask 255.255.255.252 -up
root@host:~# help
arp
echo
help
ifconfig
ping
route
root@host:~#

```

Рис. 7. Эмулятор терминала

3.3.1. Команда help

```
help [-h]
```

Показывает список доступных команд.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка

Пример использования:

```
help
```

3.3.2. Команда mactable

```
mactable [-h]
```

Вывод таблицы MAC-адресов коммутатора второго (канального) уровня в виде пары соответствия: MAC-адрес — номер порта коммутатора. Нумерация портов начинается с нуля. Команда доступна только в оболочке коммутатора.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка

Пример использования:

```
mactable
```

3.3.3. Команда arp

```
arp [-h] [-r <address> <interface>]
```

Утилита командной строки для работы с ARP-кэшем локального узла. «CNS» позволяет формировать запрос для определения MAC-адреса по явно заданному IP-адресу, с помощью специальной опции. При вызове команды без параметров, выводится таблица ARP-кэша локального узла.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
-r <address> <interface>	Указывает утилите arp предпринять попытку поиска MAC-адреса по явно заданному IP-адресу

Пример использования:

```
arp
arp -r 192.168.0.1 eth0
```

3.3.4. Команда ping

```
ping [-h] [-i <interval>] [-t <ttl>] <destination>
```

Сетевая утилита, предназначенная для проверки соединений в сетях на основе TCP/IP. Использует формат протокола ICMP.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
-i <interval>	Интервал между запросами в секундах. По умолчанию отсылается один пакет в секунду
-t <ttl>	Указывает значение атрибута «Time to Live» (8-ми битовое поле ttl в заголовке IPv4) в генерируемых устройством IP-пакетах. По умолчанию ttl установлено равным 64
destination	IP-адрес исследуемого узла

Пример использования:

```
ping 10.0.0.1
```

3.3.5. Команда route

```
route [-h] [-add|-del <target> [-netmask <address>] [-gw <address>] [-metric <M>] [-dev <If>]]
```

Управление таблицей маршрутизации устройств поддерживающих протокол IP4 (маршрутизатор и рабочая станция). При вызове данной команды без параметров, на экран выводится таблица маршрутизации устройства.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
target	Адрес назначения. Назначением может быть подсеть или отдельный узел в зависимости от значения маски подсети. Если маска равна 255.255.255.255 или отсутствует вовсе назначением будет узел, иначе назначением будет сеть
-add	Добавление нового маршрута в таблицу маршрутизации
-del	Удаление маршрута из таблицы маршрутизации
-dev <If>	Принудительное присоединение маршрута к указанному интерфейсу
-gw <address>	Адрес шлюза, для указанной сети или узла
-netmask <address>	Маска подсети используемая совместно с адресом назначения при добавлении маршрута. Если маска не задана явно, подразумевается 255.255.255.255
-metric <M>	Метрика (целое число большее или равное нулю) используемая в данном маршруте

Пример использования:

```
route -add 0.0.0.0 -netmask 0.0.0.0 -gw 91.122.0.1
route -add 192.168.11.0 -netmask 255.255.255.240 -gw 89.110.53.35
route -del 192.168.11.0 -netmask 255.255.255.240 -gw 89.110.53.35 -dev eth0
```

3.3.6. Команда ifconfig

```
ifconfig [-h] [-a] [<interface>] [<address>] [-broadcast <address>] [-netmask <address>] [-up|-down]
```

Средство конфигурирования указанного интерфейса. При вызове данной команды без параметров, на экран выводится состояние всех *активных* интерфейсов.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
-a	Вывод информации о всех доступных интерфейсах устройства. Если данная опция отсутствует, то выводится информация только об активных интерфейсах
interface	Указание конкретного интерфейса
address	IP-адрес назначаемый указанному интерфейсу
-broadcast <address>	Широковещательный адрес сети
-netmask <address>	Маска подсети используемая совместно с адресом. Если не указывается явно, то маска сети принимается равной одному из стандартных значений классов подсетей А, В и С
-up	Включение указанного интерфейса. При запуске интерфейса для него автоматически добавляется соответствующий маршрут в таблице маршрутизации узла
-down	Отключение указанного интерфейса. При отключении интерфейса соответствующий маршрут автоматически удаляется из таблицы маршрутизации

Пример использования:

```
ifconfig -a
ifconfig eth0 192.168.1.1 -netmask 255.255.0.0 -up
ifconfig eth0 -down
```

3.3.7. Команда iwconfig для устройства «Точка доступа»

```
iwconfig [-h] [-essid <ssid>] [-p <password>] [-enable|disable]
```

Утилита конфигурирования беспроводного интерфейса точки доступа. При вызове команды без аргументов, выводится текущий статус беспроводного соединения.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
-essid <essid>	Идентификатор беспроводной сети
-p <password>	Ключ доступа к беспроводной сети
-enable disable	Взаимоисключающие аргументы. Включение (-enable) или отключение (-disable) беспроводного интерфейса точки доступа

Пример использования:

```
iwconfig -essid hotspot -p verysecret -enable
iwconfig -disable
```

3.3.8. Команда iwconfig для устройства «Ноутбук»

```
iwconfig [-h] [<interface>] [-essid <essid>] [-p <password>] [-address <IP>]
[-broadcast <broadcast-IP>] [-netmask <netmask-IP>] [-enable|disable]
```

Средство конфигурирования беспроводного интерфейса wlan0. При вызове команды с указанием беспроводного интерфейса (wlan0), в качестве аргумента, выводит текущий статус беспроводного соединения.

Опция	Назначение
-h	Краткая справка
interface	Указание интерфейса wlan0
-essid <essid>	Идентификатор беспроводной сети
-p <password>	Ключ доступа к беспроводной сети
-address <IP>	IP-адрес интерфейса wlan0
-broadcast <broadcast-IP>	Широковещательный адрес сети
-netmask <netmask-IP>	Маска подсети
-enable disable	Взаимоисключающие аргументы. Включение (-enable) или отключение (-disable) беспроводного интерфейса wlan0

Пример использования:

```
iwconfig wlan0
iwconfig wlan0 -essid ap1 -p scrt -address 10.0.0.2 -netmask 255.0.0.0 -enable
iwconfig wlan0 -disable
```


4. Пример выполнения лабораторной работы

Представленный раздел служит целям практического ознакомления с ПО и закреплению знаний, полученных в предыдущих пунктах. В качестве примера рассмотрен сценарий построения компьютерной сети передачи данных, использующей набор целевого оборудования Ethernet и сегментацию на маршрутизируемые IP-подсети.

4.1. Задача

Согласно плану виртуальной сети, изображенному на рис.8 необходимо разместить сетевое оборудование, объединить полученные узлы, выделить IP-подсети и адресовать удаленные устройства. Для объединения подсетей необходимо использовать маршрутизатор **R**, интерфейсы которого настраиваются в соответствии с поддерживаемыми подсетями (192.168.12.0/28 и 10.10.0.0/29). Объединение узлов ПК производится средствами двух коммутаторов **S** и концентратора **H**.

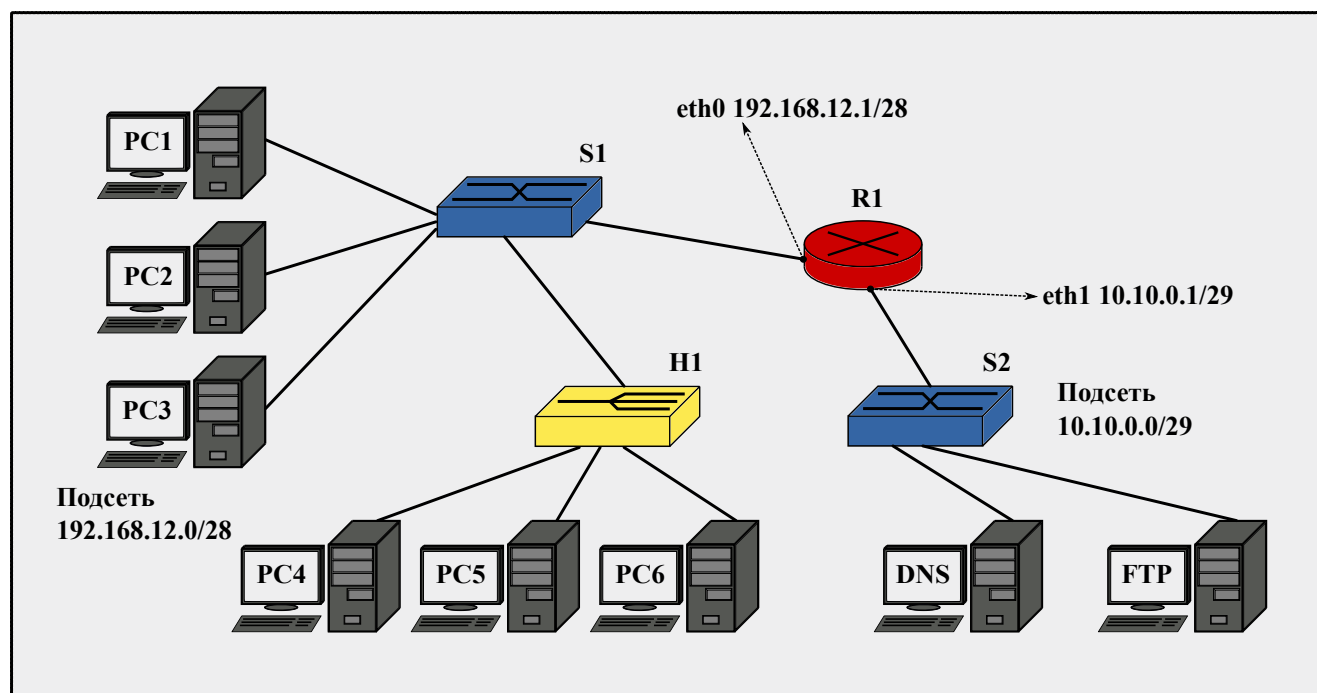


Рис. 8. Схема сети

Табл.1 и 2 содержат списки доступных IP-адресов в каждой подсети.

4.2. Построение виртуальной сети

Создадим новый проект, выбрав пункт «Создать» в меню «Проект». С помощью пункта «Свойства» внесем данные о ФИО и выполняемой лабораторной работе, для

Таблица 1. Пул IP-адресов подсети 192.168.12.0/28

IP-адрес	Маска	Назначение
192.168.12.0	255.255.255.240	Адрес сети
192.168.12.1	255.255.255.240	Интерфейс eth0 маршрутизатора R
192.168.12.2	255.255.255.240	ПК1
192.168.12.3	255.255.255.240	ПК2
192.168.12.4	255.255.255.240	ПК3
192.168.12.5	255.255.255.240	ПК4
192.168.12.6	255.255.255.240	ПК5
192.168.12.7	255.255.255.240	ПК6
192.168.12.8	255.255.255.240	Резерв
.....
192.168.12.15	255.255.255.240	Широковещательный адрес сети

Таблица 2. Пул IP-адресов подсети 10.10.0.0/29

IP-адрес	Маска	Назначение
10.10.0.0	255.255.255.248	Адрес сети
10.10.0.1	255.255.255.248	Интерфейс eth1 маршрутизатора R
10.10.0.2	255.255.255.248	DNS
10.10.0.3	255.255.255.248	FTP
10.10.0.4	255.255.255.248	Резерв
.....
10.10.0.7	255.255.255.248	Широковещательный адрес сети

отображения их в отчете программы. Средствами, описанными в разделе 3.2 данного пособия, добавим требуемые сетевые узлы — «Маршрутизатор»; два устройства «Коммутатор»; устройство «Концентратор» и восемь узлов «ПК», соединяя их отрезками кабеля («Патчкорд»). Полученная таким образом виртуальная сеть, представлена на рис.9.

4.3. Настройка интерфейсов маршрутизатора

Маршрутизатор **R** объединяет две подсети: 192.168.12.0/28 и 10.10.0.0/29. Интерфейс маршрутизатора **eth0** подключен к сети 192.168.12.0/28 и, согласно плану адресации данной сети, должен иметь IP-адрес 192.168.12.1 и маску 255.255.255.240. Интерфейс **eth1** подключен к сети 10.10.0.0/29 и должен быть настроен на IP-адрес 10.10.0.1 и маску подсети 255.255.255.248. Для конфигурирования маршрутизатора **R** вызовем терминал, два раза щелкнув левой клавишей мыши на изображении виртуального устройства.

С помощью команды `ifconfig`, рассматриваемой в разделе 3.3, внесем необходимые настройки на интерфейсе **eth0**, не забыв при этом активировать интерфейс с помощью опции `-up`:

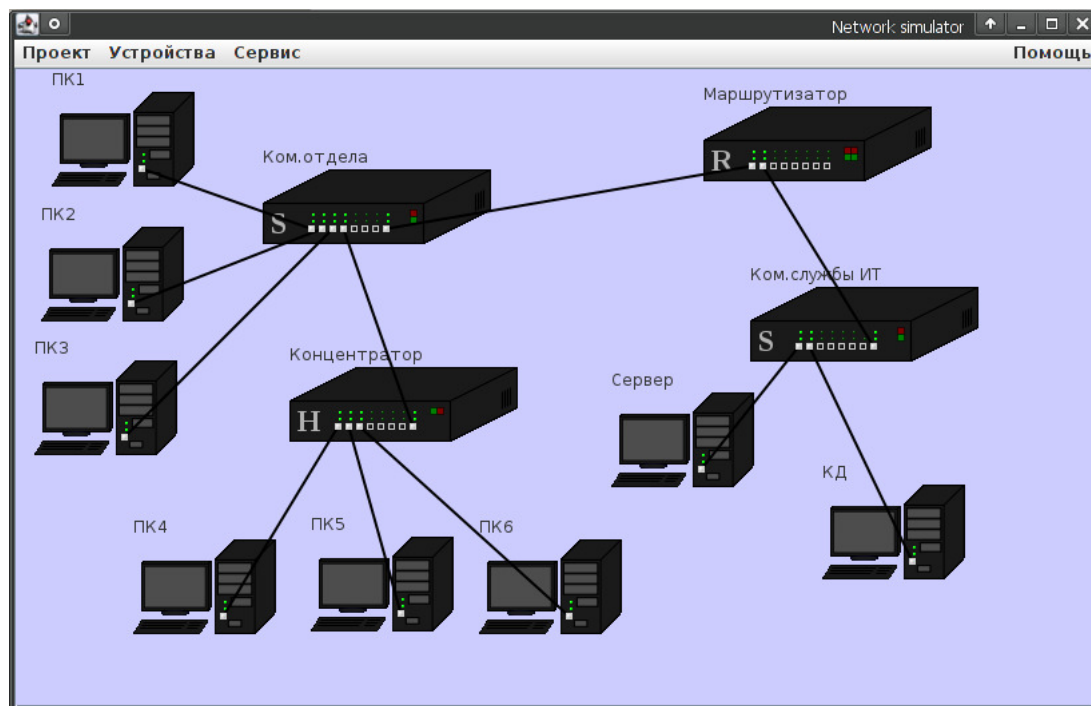


Рис. 9. Проект сети

Листинг 2. Настройка интерфейса eth0

```
> ifconfig eth0 192.168.12.1 -netmask 255.255.255.240 -up
```

Аналогично произведем настройку интерфейса eth1:

Листинг 3. Настройка интерфейса eth1

```
> ifconfig eth0 10.10.0.1 -netmask 255.255.255.248 -up
```

Закроем терминал и перейдем к настройке узлов «ПК».

4.4. Настройка интерфейсов удаленных узлов

Конфигурация узлов будет отличаться, в зависимости от принадлежности к одной из двух IP-подсетей. Для примера произведем настройку узла **ПК1**. Как и в предыдущем пункте пособия, вызовем терминал, два раза щелкнув левой клавишей мыши на изображении виртуального устройства.

Узел **ПК1** располагается в подсети 192.168.12.0/28 и, в соответствии с планом IP-адресации подсети, должен иметь IP-адрес 192.168.12.2. Следует напомнить, что узлы «ПК» поддерживают только один интерфейс Ethernet (eth0, см. раздел 3.2). С помощью команды `ifconfig`, введем настройки на интерфейсе eth0:

Листинг 4. Настройка интерфейса eth0 ПК1

```
> ifconfig eth0 192.168.12.2 -netmask 255.255.255.240 -up
```

Используя команду `route` (см. раздел 3.3) установим маршрут к сети 10.10.0.0/29 через шлюз 10.10.0.1, настроенный ранее (пункт 4.3):

Листинг 5. Настройка интерфейса `eth0` ПК1

```
> route -add 10.10.0.0 -netmask 255.255.255.248 -gw 192.168.12.1
```

Аналогичным образом конфигурируются все остальные узлы «ПК», размещенные в подсети 192.168.12.0/28.

Далее, настроим удаленный узел **Сервер**, расположенный в подсети 10.10.0.0/29. В лист.6 приведена соответствующая конфигурация.

Листинг 6. Настройка интерфейса `eth0` ПК «Сервер»

```
> ifconfig eth0 10.10.0.2 -netmask 255.255.255.248 -up
> route -add 192.168.12.0 -netmask 255.255.255.240 -gw 10.10.0.1
```

По завершению конфигурирования узлов, воспользовавшись командой `ping` можно проверить доступность удаленных сетей (лист.7-8):

Листинг 7. Проверка доступности узлов сети 192.168.12.0/28 с узла «Сервер»

```
> ping 192.168.12.4
64 bytes from 192.168.12.4: icmp_seq=0 ttl=63 time=243ms
64 bytes from 192.168.12.4: icmp_seq=1 ttl=63 time=243ms
64 bytes from 192.168.12.4: icmp_seq=2 ttl=63 time=243ms
^Ctrl-C
```

Листинг 8. Проверка доступности узлов сети 10.10.0.0/29 с узла «ПК1»

```
> ping 10.10.0.3
64 bytes from 10.10.0.3: icmp_seq=0 ttl=63 time=241ms
64 bytes from 10.10.0.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=241ms
64 bytes from 10.10.0.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=241ms
^Ctrl-C
```

С помощью пункта «Экспортировать в `html...`» меню «Проект» создадим отчетный электронный `html`-файл проекта, содержащий все необходимые данные для защиты лабораторной работы.

5. Лабораторные работы

5.1. Лабораторная работа 1. Введение в среду построения виртуальных вычислительных сетей

Цели: Лабораторная работа преследует цели ознакомления студента с программируемой оболочкой построения виртуальных локальных сетей и предназначена для закрепления теоретического материала и основных навыков работы с современным ПО, моделирующим работу виртуальной локальной сети.

Задачи: Создать проект виртуальной сети, основываясь на схеме рис.10, и расположив элементы проектируемой сети произвести конфигурирование узлов.

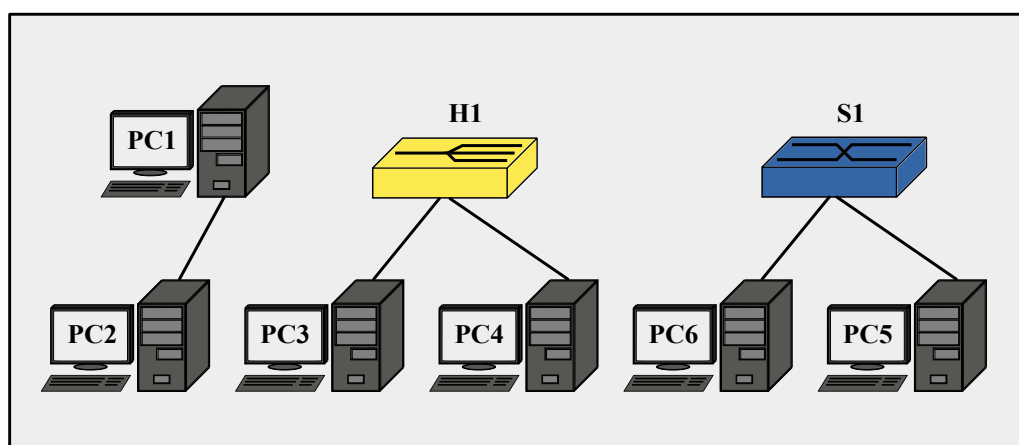


Рис. 10. Топология виртуальной сети 1

- 1) Произвести прямое подключение двух удаленных рабочих станций (PC_1 и PC_2) средствами отрезка кабеля («Патчкорд»). В качестве допустимых IP-адресов, необходимо использовать адреса из диапазона 1 (табл.3, вариант соответствует двум последним цифрам студенческого билета);
- 2) Запустив эмулятор терминала на удаленных рабочих станциях настроить соответствующие IP-адреса (команда `ifconfig`). В оболочке командного интерпретатора, выполнить команду `ping` для проверки доступности рабочих станций;
- 3) С помощью виртуального устройства «Концентратор», эмулирующего работу реального Ethernet концентратора ЛВС и нескольких отрезков кабеля («Патчкорд») произвести объединение удаленных узлов (PC_3 и PC_4). В качестве допустимых IP-адресов, необходимо использовать адреса из диапазона 2 (табл.3.);
- 4) Запустив эмулятор терминала, настроить IP-адреса рабочих станций. С помощью утилиты командной строки `ping`, реализованной в оболочке виртуального терминала проверить доступность удаленных узлов;

- 5) Добавить к проекту сетевое устройство **«Коммутатор»**, эмулирующее работу реального 8 портового Ethernet коммутатора ЛВС и с помощью нескольких отрезков кабеля (**«Патчкорд»**) объединить удаленные узлы (PC_5 и PC_6). В качестве IP-адресов удаленных узлов, использовать адреса из диапазона 192.168.99.0/30;
- 6) С помощью утилиты командной строки **ping**, проверить доступность удаленных узлов.

Отчет: По окончанию выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта **«Экспортировать в html...»** меню **«Проект»** сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект **«CNS»**. Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения **A**.

По окончанию работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Контрольные вопросы:

- 1) Процедуры и функции каких уровней эталонной сетевой модели ISO/OSI реализованы в устройствах: сетевой адаптер, концентратор, коммутатор?
- 2) Перечислите типы физических интерфейсов сетей стандарта Ethernet?
- 3) Объясните разницу между определениями «прямой-кабель» и «кросс-кабель»?
- 4) Каково назначение параметров MTU и MRU в сетях стандарта Ethernet?
- 5) Опишите различие в способах передачи данных в режимах симплексного, полудуплексного и полнодуплексного подключения?
- 6) Назовите основные единицы измерения блока данных на физическом, канальном и сетевом уровне эталонной модели ISO/OSI?
- 7) Изобразите кадр Ethernet-II 802.3 DIX, укажите длину и объясните назначение изображенных полей кадра?
- 8) Изобразите расширенный кадр Ethernet-II, содержащий мета-тег (VLAN ID) принадлежности к определенной виртуальной сети?
- 9) Укажите длину аппаратного адреса оборудования компьютерных сетей передачи данных? Объясните значение первых трех байт аппаратного адреса.

10) Объясните назначение следующих аппаратных адресов:

- 00:00:00:00:00:00;
- FF:FF:FF:FF:FF:FF;
- 01:00:00:00:00:00;
- 01:00:5e:00:00:00;
- C0:F8:DA:A6:2E:2B.

5.2. Лабораторная работа 2. Объединение удаленных узлов на основе концентраторов локальных вычислительных сетей

Цели: Лабораторная работа преследует цели закрепления теоретического материала по назначению и принципам функционирования концентраторов в структурированных локальных вычислительных сетях.

Задачи: Используя топологию сети, изображенную на рис.11, необходимо создать проект виртуальной ЛВС, и расположив элементы проектируемой сети (удаленные рабочие станции и концентраторы), структурировать ее на основе 8 портовых концентраторов. На заключительном этапе произвести конфигурирование IP-адресов рабочих станций.

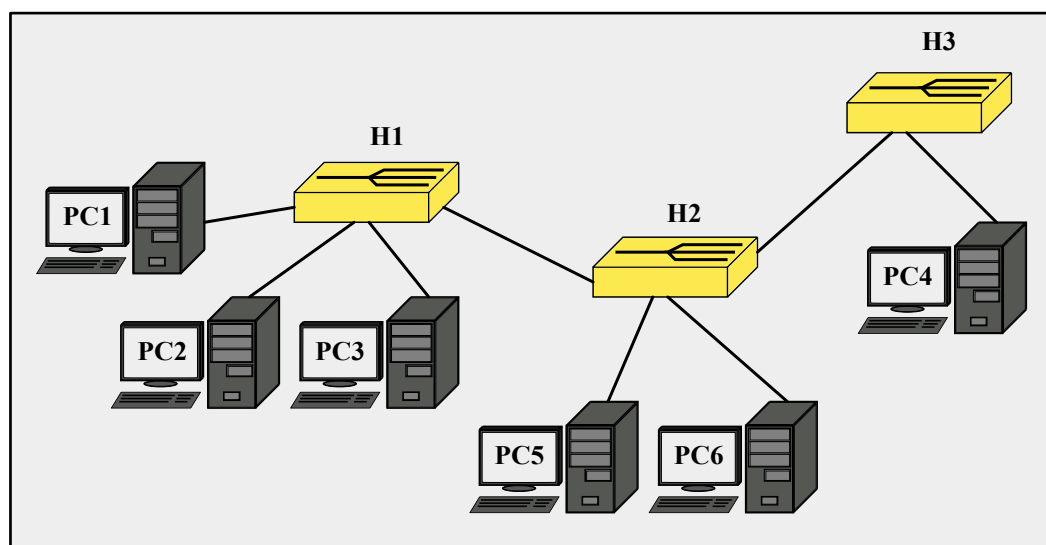


Рис. 11. Топология виртуальной сети 2

- 1) Добавить шесть узлов удаленных рабочих станций и три устройства «**Концентратор**». Объединить удаленные узлы и соответствующие порты концентраторов отрезками кабеля «**Патчкорд**»;
- 2) Используя адреса из диапазона 1 табл.3, назначить каждой рабочей станции соответствующий IP-адрес (`ifconfig`);
- 3) С помощью утилиты командной строки `ping`, проверить доступность всех удаленных узлов с рабочей станции *PC₃*;
- 4) Проследить направление рассылки кадров в сети. Отметить узел отправителя и узел получателя в каждом случае, а также все узлы участвующие в широковещательной рассылке кадра;
- 5) На отчете проекта выделить границы широковещательного домена и привести их объяснение.

По окончании работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Отчет: По окончании выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта «Экспортировать в html...» меню «Проект» сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект «CNS». Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения А.

Контрольные вопросы:

- 1) В чем заключается основной принцип работы устройств: концентратор, хаб, повторитель?
- 2) Укажите недостатки структурирования сети на основе концентраторов?
- 3) Используя схему сети, приведите пример передачи кадров от узла отправителя к узлу получателю?
- 4) Каким из указанных в проекте устройств необходимо наличие физических адресов (MAC)?
- 5) Какую логическую топологию выстраивает сетевой концентратор? Какую физическую топологию сети используют при применении концентраторов?
- 6) В каком режиме разделения общей среды передачи данных функционирует концентратор?
- 7) Опишите сценарий возникновения и обработки коллизии в сети передачи данных, основанной на применении концентраторов?
- 8) Перечислите наиболее распространенные типы физических сетевых разъемов и номенклатуру соединительных кабелей, используемых на концентраторах?
- 9) Укажите назначение Uplink-порта на Ethernet-концентраторе и назначение тумблера Normal/Uplink?
- 10) Объясните назначение маркировки MDI/MDI-X на портах Ethernet-концентратора?

5.3. Лабораторная работа 3. Структуризация локальных вычислительных сетей с помощью коммутаторов

Цели: Лабораторная работа преследует цели закрепления теоретического материала по назначению и принципам функционирования коммутаторов, а также методам структурирования в ЛВС.

Задачи: Основываясь на схеме сети, изображенной на рис.12, необходимо создать проект виртуальной сети, и расположить элементы проектируемой сети — удаленные рабочие станции, концентраторы и коммутаторы. Произвести логическую структуризацию сети, воспользовавшись доступным сетевым оборудованием, сконфигурировать IP-адреса рабочих станций.

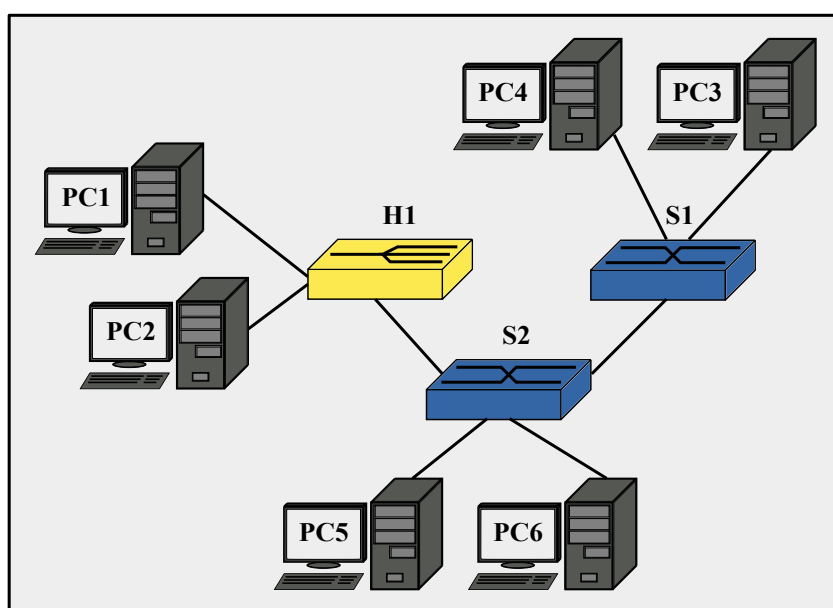


Рис. 12. Топология виртуальной сети 3

- 1) В соответствии с планом, изображенном на рис.12, добавить к проекту два устройства «Коммутатор», устройство «Концентратор» и шесть узлов удаленных рабочих станций;
- 2) Произвести объединение узлов, используя соответствующие порты сетевого оборудования и отрезки кабеля «Патчкорд»;
- 3) Используя адреса из диапазона 2 табл.3, назначить рабочим станциям $PC_1 - PC_6$ соответствующие IP-адреса (команда `ifconfig`);
- 4) С помощью утилиты командной строки `ping`, последовательно проверить доступность всех удаленных узлов с рабочих станций PC_1 , PC_4 и PC_5 .

- 5) Проследить направление рассылки кадров в сети. Отметить узел отправителя и узел получателя в каждом случае, а также все узлы участвующие в широковещательной рассылке кадра. Отметить отличия при обработке кадров концентратором и коммутаторами;
- 6) Запустить эмулятор терминала на каждом из устройств «**Коммутатор**» и с помощью команды `mactable` просмотреть содержимое таблицы MAC-адресов коммутатора;
- 7) Убедиться в достоверности соответствующего MAC-адреса номеру физического порта коммутатора, проверив физический адрес удаленной рабочей станции (командой `ifconfig`);
- 8) На отчете проекта выделить границы широковещательного домена. Отметить узлы участвующие в коммутировании кадров и в передаче широковещательных рассылок. Перечислить используемые адреса канального уровня.

По окончании работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Отчет: По окончании выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта «**Экспортировать в html. . .**» меню «**Проект**» сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект «CNS». Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения А.

Контрольные вопросы:

- 1) Укажите отличительные особенности в принципах работы концентратора и коммутатора? Приведите пример, основываясь на схеме проекта.
- 2) Каким из указанных в проекте устройств необходимо наличие физических адресов (MAC)?
- 3) Перечислите режимы коммутации?
- 4) Приведите разновидности коммутаторов?
- 5) Объясните, в чем заключается преимущество агрегирования коммутаторов?
- 6) Что представляет собой логическое объединение коммутаторов в стек?

- 7) Укажите методы физического подключения для управления современными коммутаторами? Перечислите основные сетевые протоколы управления активным оборудованием компьютерных сетей передачи данных?
- 8) Выделите отличительные особенности ассиметричной и симметричной коммутации?
- 9) Вычислите пропускную способность внутренней шины коммутации, если коммутатор работает в неблокирующем режиме и имеет 8 FastEthernet-портов?
- 10) Дайте определение понятию «транк» и изобразите подключение, описывающее данный термин?
- 11) Укажите отличительные черты функционирования сетевых мостов и коммутаторов компьютерных сетей передачи данных?
- 12) Объясните структуру объединения удаленных сетевых узлов, основанную на принципе микросегментации подключений в компьютерных сетях передачи данных?
- 13) Опишите основные отличия между способами доступа к разделяемой среде передачи данных по принципу CSMA/CD и CSMA/CA? Укажите основные реализации компьютерных сетей, использующие указанные методы доступа?

5.4. Лабораторная работа 4. Маршрутизаторы и применение статической маршрутизации в локальных вычислительных сетях

Цели: Лабораторная работа преследует цели закрепления теоретического материала по назначению и принципам функционирования маршрутизаторов в сетях ЛВС. Исследуются процедуры применения статической таблицы маршрутизации, в пределах нескольких сегментов локальной вычислительной сети.

Задачи: Согласно схеме подключений удаленных узлов, изображенной на рис.13, необходимо спроектировать виртуальную сеть и расположить коммутационное оборудование — коммутаторы и маршрутизаторы. Далее следует произвести структуризацию сети на три маршрутизируемых сегмента, воспользовавшись доступными маршрутизаторами. Для корректного функционирования сегментов сети произвести конфигурирование IP-адресов рабочих станций и соответствующих интерфейсов маршрутизаторов.

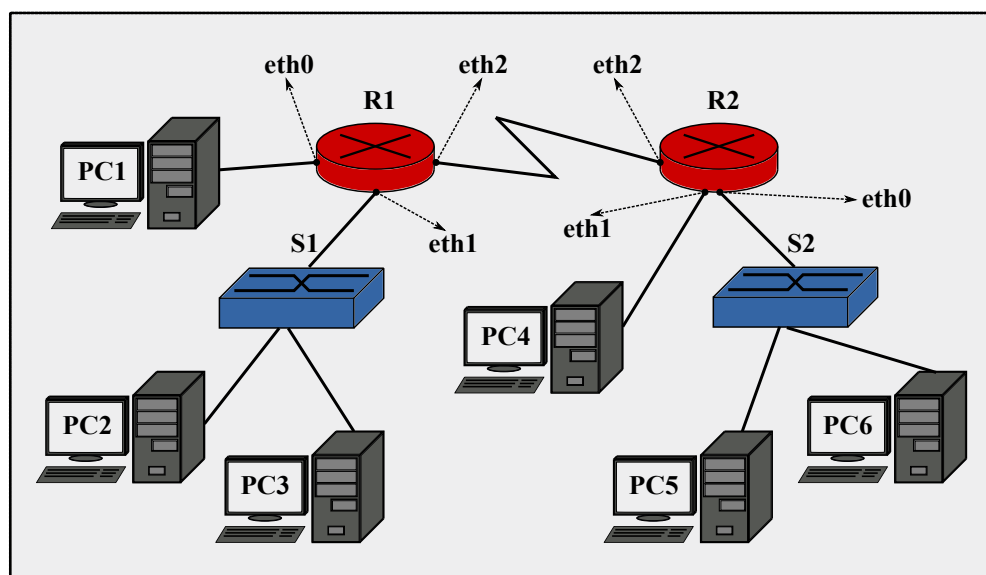


Рис. 13. Топология виртуальной сети 4

- 1) В соответствии с планом на рис.13, разместить указанные виртуальные устройства: «**Маршрутизатор**» (2 шт.), «**Коммутатор**» (2 шт.) и узлы удаленных рабочих станций $PC_1 - PC_6$. Произвести объединение узлов, используя соответствующие порты сетевого оборудования и отрезки кабеля «**Патчкорд**».
- 2) Рабочей станции PC_1 и соответствующему порту маршрутизатора R_1 ($eth0$) необходимо назначить IP-адреса из диапазона 91.122.40.4/30.
- 3) Для назначения IP-адресов узлам PC_2 и PC_3 , а также соответствующему порту маршрутизатора R_1 ($eth1$), следует использовать адреса из диапазона 1 табл.3 (команда `ifconfig`).

- 4) Рабочей станции PC_4 и соответствующему порту второго маршрутизатора R_2 (`eth1`) необходимо назначить IP-адреса из диапазона 91.122.40.8/30.
- 5) Аналогично, для назначения IP-адресов узлам PC_5 и PC_6 , а также соответствующему порту второго маршрутизатора R_2 (`eth0`), следует использовать адреса из диапазона 2 табл.3.
- 6) Интерфейсу `eth2` первого маршрутизатора (R_1), а также интерфейсу `eth2` второго маршрутизатора (R_2) необходимо назначить IP-адреса из диапазона 91.122.40.0/30.
- 7) С помощью эмулятора терминала, использовать команду `route` и установить правила статической маршрутизации для всех непосредственно подключенных и удаленных сетей на маршрутизаторах R_1 и R_2 .
- 8) Вновь, используя команду `route` эмулятора терминала, настроить правила маршрутизации на узлах рабочих станций $PC_1 - PC_6$. При этом узлам PC_2 и PC_3 должны быть доступны узлы PC_5 и PC_6 . А узлу PC_1 должен быть доступен узел PC_4 .
- 9) С помощью утилиты командной строки `ping`, последовательно проверить доступность удаленных узлов с рабочих станций PC_1 , PC_2 , PC_4 и PC_5 . Проследить при этом направление рассылки кадров в сети. Отметить узел отправителя и узел получателя в каждом случае, а также все узлы участвующие в рассылке кадра.
- 10) Запустить эмулятор терминала на каждом из устройств «Маршрутизатор» и с помощью команды `route` просмотреть содержимое таблицы маршрутизации.
- 11) На отчете проекта выделить границы сетей и широковещательных доменов. Перечислить используемые IP-адреса подсетей.

По окончании работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Отчет: По окончании выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта «Экспортировать в html...» меню «Проект» сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект «CNS». Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения А.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие процедуры и функции уровней эталонной сетевой модели ISO/OSI реализованы в маршрутизаторе?

- 2) Укажите, в чем заключается основное отличие принципов работы коммутаторов от маршрутизаторов? Приведите пример, основываясь на схеме проекта.
- 3) Укажите длину IP-адреса протокола IPv4 и протокола IPv6?
- 4) Объясните назначение следующих адресов:
 - 169.254.0.0/16;
 - 127.0.0.0/8;
 - 255.255.255.255;
 - 224.0.0.0;
 - 240.0.0.0;
- 5) Объясните необходимость наличия маски подсети, при указании IP-адреса устройства?
- 6) Перечислите служебные адреса подсети IPv4? Опишите границы частных диапазонов адресов IPv4?
- 7) Дайте определение понятиям: классовая маршрутизация, VLSM, CIDR?
- 8) Вычислите адреса и маски сетей по имеющимся IP-адресам:
 - 10.10.12.7 255.255.255.240;
 - 192.168.1.4 255.255.128.1;
 - 172.31.100.15 255.252.0.0;
- 9) Приведите недостатки и достоинства метода статической маршрутизации в сети ЛВС?
- 10) Перечислите ряд распространенных протоколов динамической маршрутизации для локальных и глобальных сетей?
- 11) Объясните различие терминов «сегментация» и «фрагментация», относительно структуризации данных в эталонной сетевой модели ISO/OSI?

5.5. Лабораторная работа 5. Принципы определения локальных адресов узлов сети и функции протокола ARP в локальных вычислительных сетях

Цели: Лабораторная работа преследует цели закрепления теоретического материала по процедурам и функциям разрешения сетевых адресов эталонной модели ISO/OSI на локальные (физические) адреса канального уровня в сетях ЛВС. Рассматриваются принципы применения динамического отображения адресов IPv4 на адреса MAC с помощью экземпляра протокола ARP.

Задачи: Используя схему подключений удаленных узлов, изображенную на рис.14, необходимо создать проект виртуальной сети, разместить сетевое оборудование и удаленные рабочие станции. Разделив сеть на два сегмента, с помощью маршрутизатора, установить правила статической маршрутизации между подсетями. На примере функционирующей сети, проследить и отметить особенности разрешения физических адресов рабочих станций в сегментах сети разделенных коммутаторами и маршрутизаторами.

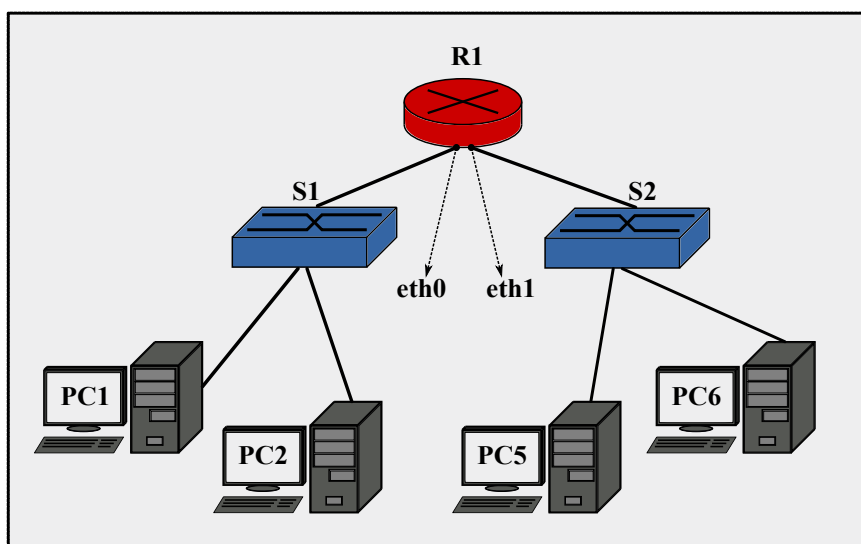


Рис. 14. Топология виртуальной сети 5

- 1) Добавить к проекту два устройства «Коммутатор», устройство «Маршрутизатор», а также четыре узла удаленных рабочих станций $PC_1 - PC_4$. Произвести объединение узлов, используя соответствующие порты сетевого оборудования и отрезки кабеля «Патчкорд».
- 2) Назначить рабочим станциям PC_1, PC_2 , а также интерфейсу `eth0` маршрутизатора соответствующие IP-адреса, используя диапазон 1 из табл.3.

- 3) Назначить рабочим станциям PC_3 , PC_4 , а также интерфейсу `eth1` маршрутизатора соответствующие IP-адреса, используя диапазон 2 из табл.3.
- 4) С помощью утилиты командной строки `ping`, последовательно проверить доступность всех удаленных узлов с рабочих станций PC_1 , PC_2 и PC_3 , PC_4 . Проследить при этом направление рассылки кадров в сети. Отметить узел отправителя и узел получателя в каждом случае, а также все узлы участвующие в рассылке кадра.
- 5) Запустить эмулятор терминала на каждом из устройств «**Коммутатор**» и с помощью команды `mactable` просмотреть содержимое таблицы MAC-адресов коммутатора. Убедиться в достоверности соответствующего MAC-адреса номеру физического порта коммутатора, проверив физический адрес удаленной рабочей станции (командой `ifconfig`).
- 6) Используя команду `arp` на маршрутизаторе и узлах PC_1 , PC_2 , PC_3 , PC_4 проверить содержимое ARP-кеша.
- 7) На узле PC_1 , с помощью команды `arp` выполнить принудительное разрешение адреса узла PC_2 и маршрутизатора, а затем адресов PC_3 и PC_4 . Полученные результаты записать и сохранить в отчете.
- 8) На отчете проекта выделить границы широковещательного домена. Отметить узлы участвующие в коммутации кадров, перечислить используемые адреса канального и сетевого уровня. Представить таблицу отображения IP-адресов на адреса канального уровня (MAC) для узла PC_1 и PC_4 .

По окончании работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Отчет: По окончании выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта «**Экспортировать в html...**» меню «**Проект**» сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект «CNS». Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения А.

Контрольные вопросы:

- 1) Перечислите основные функции протокола ARP в ЛВС?
- 2) Укажите методы получения информации о неизвестных физических адресах?
- 3) Перечислите типы записей, используемые в таблице кеша ARP?

- 4) Воспользовавшись планом сети, укажите значения полей в заголовке кадра Ethernet (IP-адрес отправителя, MAC-адрес отправителя, IP-адрес получателя, MAC-адрес получателя) при передаче кадра от узла PC_1 к узлу PC_2 и от узла PC_1 к узлу PC_4 ?
- 5) Дайте краткое описание принципов функционирования и отличительные особенности протоколов ARP, RARP, inARP?
- 6) Изобразите заголовок ARP и укажите назначение основных полей заголовка?
- 7) Заполните заголовок ARP для следующих сценариев работы компьютерной сети передачи данных:
 - Хост А (MAC $C0:F8:DA:11:23:43$, IP $10.10.0.2$) отправляет широковещательный ARP-запрос, для поиска аппаратного адреса удаленного узла В (MAC $C0:F8:DA:11:22:58$, IP $10.10.0.5$);
 - Хост В отправляет ARP-ответ узлу А.
- 8) Добавьте к изображенному ранее заголовку ARP, заголовок Ethernet-II DIX, для обоих перечисленных случаев.

5.6. Лабораторная работа 6. Организация беспроводного доступа к локальной вычислительной сети

Цели: Лабораторная работа преследует цели закрепления теоретического материала по принципам организации беспроводного доступа к сети передачи данных с использованием оборудования WiFi. Рассматривается принцип работы и параметры конфигурирования беспроводной точки доступа и портативного беспроводного клиента.

Задачи: Используя схему подключений удаленных узлов, изображенную на рис.15, необходимо создать проект виртуальной сети, разместить сетевое оборудование и удаленные рабочие станции. Разделив сеть на сегменты проводного (с помощью устройств «Коммутатор») и беспроводного доступа (с помощью устройств «Точка доступа»), установить правила маршрутизации между выделенными подсетями, и, т.о. обеспечить связь беспроводных клиентов $Laptop_1 - Laptop_4$ из обеих зон доступа к рабочим станциям $PC_1 - PC_4$.

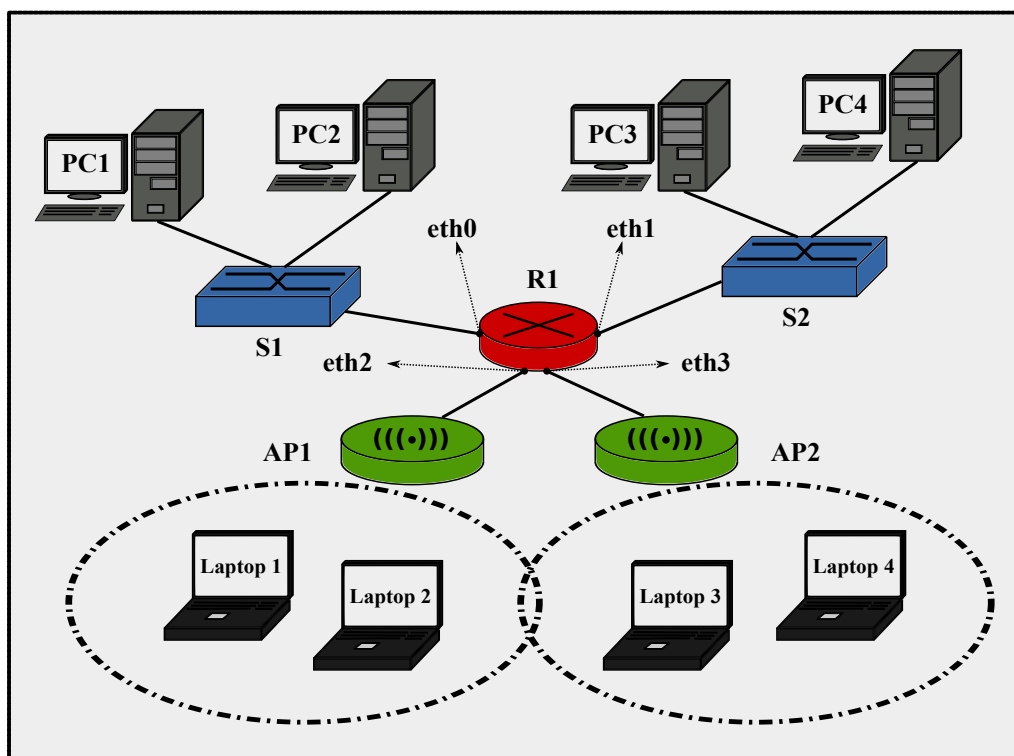


Рис. 15. Топология виртуальной сети 6

- 1) Создать новый проект виртуальной сети и добавить к нему два устройства «Коммутатор», устройство «Маршрутизатор», два устройства «Точка доступа». Согласно рис.15 разместить по два беспроводных клиента $Laptop_1$, $Laptop_2$ и $Laptop_3$,

*Laptop*₄ в каждой из двух зон беспроводного доступа (*AP*₁ и *AP*₂). Расположить рабочие станции *PC*₁ – *PC*₄. Произвести объединение узлов, используя соответствующие порты сетевого оборудования и отрезки кабеля «Патчкорд».

- 2) Назначить рабочим станциям *PC*₁, *PC*₂, а также интерфейсу `eth0` маршрутизатора соответствующие IP-адреса, используя диапазон 89.110.0.0/29.
- 3) Назначить рабочим станциям *PC*₃, *PC*₄, а также интерфейсу `eth1` маршрутизатора соответствующие IP-адреса, используя диапазон 89.110.1.0/29.
- 4) С помощью интерфейса командной строки, на точке доступа *AP*₁ установить идентификатор беспроводной сети (`essid`) «APspot1» и секретный ключ доступа к сети «ра33vvord» (команда `iwconfig`).
- 5) Интерфейсу `eth2` маршрутизатора назначить IP-адрес из диапазона 1 табл.3.
- 6) Используя утилиту `iwconfig`, назначить портативным рабочим станциям *Laptop*₁ и *Laptop*₂ соответствующие IP-адреса и маски подсети из диапазона 1 табл.3, а также идентификатор беспроводной сети «APspot1» и ключ «ра33vvord» для привязки клиентов к точке доступа *AP*₁.
- 7) На точке доступа *AP*₂ установить идентификатор беспроводной сети «APspot2» и ключ доступа «Зекрет».
- 8) Интерфейсу `eth3` маршрутизатора назначить IP-адрес из диапазона 2 табл.3.
- 9) Назначить портативным рабочим станциям *Laptop*₃ и *Laptop*₄ соответствующие адреса из диапазона 2 табл.3, идентификатор беспроводной сети «APspot2», ключ «Зекрет» для привязки клиентов к точке доступа *AP*₂.
- 10) С помощью утилиты командной строки `ping`, последовательно проверить доступность соответствующих интерфейсов маршрутизатора с портативных беспроводных клиентов *Laptop*₁, *Laptop*₂ и *Laptop*₃, *Laptop*₄.
- 11) Используя правила статической маршрутизации (команда `route`), обеспечить связь между беспроводными клиентами *Laptop*₁ – *Laptop*₄ локальной вычислительной сети и удаленными рабочими станциями *PC*₁ – *PC*₄. Для проверки связи между станциями использовать утилиту `ping`.

По окончании работы: Установить периферийные комплектующие АРМ в состояние до начала лабораторной работы, завершить работу всех приложений ОС АРМ. Задвинуть стулья на рабочие места и удалить посторонние предметы с мест АРМ. Закончив выполнение лабораторной работы отметить в электронном журнале успеваемости преподавателя.

Отчет: По окончании выполнения перечисленных заданий, с помощью пункта «Экспортировать в html...» меню «Проект» сформировать электронный отчет проекта (в формате html), а также сохранить xml-проект «CNS». Указанные файлы следует прикрепить к основному отчету по лабораторной работе, согласно форме из приложения А.

Контрольные вопросы:

- 1) Перечислите набор стандартов IEEE для организации беспроводной связи WiFi?
- 2) Укажите рабочие частотные диапазоны стандартов 802.11a, 802.11b, 802.11g и 802.11n?
- 3) Объясните назначение и функции следующего оборудования: беспроводная сетевая карта (WIC), точка доступа (AP), беспроводной маршрутизатор (WR)?
- 4) В чем заключается различие между топологиями беспроводной сети Ad-hoc и Hot-spot?
- 5) Укажите способы аутентификации беспроводного клиента? Приведите примеры практического использования указанных способов?
- 6) Приведите способы защиты доступа к информационной структуре беспроводной сети?
- 7) Дайте определение понятиям: SSID, WPA, WEP, WLAN, OFDM, DSSS?
- 8) Укажите методы первоначального конфигурирования класса беспроводного оборудования?
- 9) Объясните необходимость назначения IP-адреса беспроводной точке доступа?
- 10) Перечислите преимущества и области использования центральных сетевых контроллеров беспроводных точек доступа?

6. Литература

- [1] Кельнер А., Терешин М. <http://www.net-simulator.org/ru/index.shtml> Ресурс WWW, 2011.
- [2] Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для Вузов. 3-е издание. СПб.: Питер, 2008.
- [3] Крейг Х. TCP/IP. Сетевое администрирование, 3-е издание. СПб.: Символ-Плюс, 2004.
- [4] Боттс Т., Доусон Т., Перди Г. Н. Linux. Руководство администратора сети. 3-е издание. М.: Кудиц-Пресс, 2006.

А. Форма отчета

Отчет по результатам выполненной лабораторной работы формируется в электронном виде согласно шаблону (см.далее). Формат файла для сохранения — PDF.

К отчету прикрепляются файлы (xml, html), экспортированные из программы «CNS» во время выполнения заданий лабораторной работы.

PDF-отчет и файлы проекта, сохраняются в архиве (zip, tar и пр.). Название архива должно состоять из латинских символов, без использования тире, дефисов, двоеточий и т. д. Например, имя архива может состоять из фамилии и номера лабораторной работы — NebaevIA_lr8.tar.gz.

Архив с отчетом следует отправить на электронный адрес `reports@darkstar.su`. В поле **subject** электронного письма рекомендуется указать значимую тему, например, «*Отчет по л.р.Э*».

Приветствуется соблюдение правил сетевого этикета (<http://ru.wikipedia.org/wiki/Netiquette>).

Кафедра: «ОПДС»

Ф. И. О.

Курс: «КСПД»

Группа

ОТЧЕТ

к лабораторной работе №NN
«Название лабораторной работы»

Задачи, решенные в рамках лабораторной работы:

В краткой форме привести основные задачи лабораторной работы, указать способы и инструменты их решения. Например: «Основными задачами л.р. является Для решения указанных задач применяется следующее аппаратное обеспечение: . . . ». Кратко, с технической точки зрения, характеризовать и анализировать работу используемого сетевого оборудования. Например: «. . . используется для . . . , состоит из . . . , выполняется на . . . ».

Блок-диаграмма или схема соединений узлов сети:

Схематичное изображение функциональных компонентов (узлов) сети.

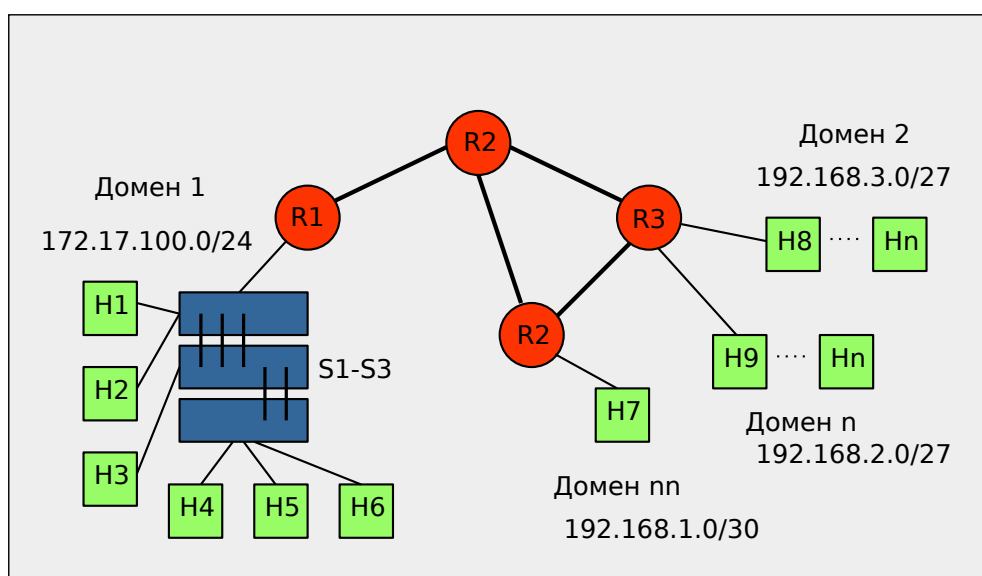


Рис. 16. Диаграмма соединений узлов . . .

Ответы на контрольные вопросы:

Технически грамотный ответ на каждый поставленный в лабораторной работе контрольный вопрос. Ответ на дополнительный, индивидуальный вопрос преподавателя для самоподготовки.

Приложение к отчету:

Экспортированные из «CNS» файлы проекта (xml) и отчета (html).

Б. Варианты адресации сетей

Таблица 3: Варианты адресации сетей

Вариант задания	Диапазон адресов 1	Диапазон адресов 2
01	10.1.0.0/16	192.168.1.0/24
02	172.20.2.0/24	192.168.0.0/16
03	10.3.0.0/24	172.16.0.0/12
04	192.168.4.0/24	10.4.0.0/16
05	172.30.5.0/24	10.0.0.0/8
06	10.6.0.0/16	192.168.0.0/16
07	10.7.0.0/24	172.17.7.0/24
08	172.18.8.0/24	192.168.0.0/16
09	192.168.9.0/24	10.0.0.0/8
10	192.168.10.0/24	10.10.0.0/16
11	172.21.11.0/24	192.168.0.0/16
12	10.12.0.0/16	192.168.0.0/16
13	192.168.13.0/24	10.13.0.0/16
14	172.24.0.0/12	10.14.0.0/16
15	10.15.0.0/24	192.168.0.0/16
16	192.168.16.0/24	10.16.0.0/16
17	172.27.17.0/24	10.0.0.0/24
18	10.18.0.0/16	192.168.0.0/16
19	192.168.19.0/24	10.19.0.0/24
20	192.168.20.0/24	172.20.1.0/24
21	172.21.1.0/24	10.0.0.0/16
22	172.23.22.0/24	10.10.0.0/16
23	192.168.0.0/16	172.23.23.0/24
24	10.24.0.0/16	192.168.24.0/24
25	172.27.0.0/16	10.25.1.0/24
26	192.168.26.0/24	10.26.1.0/24
27	10.27.0.0/24	172.17.110.0/24
28	172.28.0.0/24	192.168.0.0/16
29	10.29.0.0/16	192.168.0.0/16
30	172.29.30.0/24	10.30.0.0/16
31	192.168.31.0/24	10.31.0.0/16
32	172.16.32.0/24	192.168.32.0/24
33	10.0.73.0/24	172.31.33.0/24
34	192.168.2.0/24	172.18.34.0/24
35	10.35.0.0/16	192.168.20.0/24

Таблица 3: Варианты адресации сетей

Вариант задания	Диапазон адресов 1	Диапазон адресов 2
36	172.19.34.0/24	10.36.36.0/24
37	10.0.37.0/24	192.168.3.0/24
38	172.21.34.0/24	192.168.38.0/24
39	192.168.39.0/24	10.39.0.0/16
40	172.23.34.0/24	10.40.0.0/16
41	172.17.41.0/24	192.168.41.0/24
42	10.42.42.0/24	172.18.0.0/16
43	172.26.34.0/24	10.9.10.0/24
44	172.22.44.0/24	192.168.44.0/24
45	172.28.34.0/24	10.45.1.0/24
46	10.46.0.0/16	192.168.46.0/24
47	10.10.47.0/24	172.24.7.0/24
48	172.31.34.0/24	10.48.0.0/16
49	10.0.0.0/16	172.16.1.0/24
50	10.50.0.0/24	192.168.50.0/24
51	172.27.34.0/24	10.1.51.0/24
52	10.52.0.0/16	192.168.52.0/24
53	192.168.53.0/24	172.25.53.0/24
54	172.25.0.0/16	192.168.0.0/16
55	192.168.5.0/24	172.26.0.0/16
56	10.56.0.0/16	172.26.56.0/24
57	172.27.57.0/24	10.57.0.0/16
58	172.28.58.0/24	10.58.1.0/24
59	172.30.0.0/24	10.59.0.0/16
60	10.0.1.0/24	172.20.60.0/24
61	10.61.0.0/16	172.21.61.0/24
62	172.30.34.0/24	10.62.0.0/16
63	10.63.0.0/16	172.23.63.0/24
64	192.168.64.0/24	172.24.64.0/24
65	172.29.34.0/24	192.168.65.0/24
66	10.66.66.0/24	192.168.66.0/24
67	172.27.67.0/24	192.168.67.0/24
68	192.168.68.0/24	172.30.68.0/24
69	10.69.0.0/16	172.29.96.0/24
70	172.20.70.0/24	10.70.0.0/16
71	172.22.34.0/24	192.168.71.0/24
72	10.72.0.0/16	172.22.72.0/24

Таблица 3: Варианты адресации сетей

Вариант задания	Диапазон адресов 1	Диапазон адресов 2
73	10.73.0.0/16	172.23.73.0/24
74	192.168.74.0/24	172.18.74.0/24
75	172.25.34.0/24	10.75.0.0/24
76	10.76.0.0/16	172.16.76.0/24
77	10.77.0.0/16	192.168.0.0/16
78	192.168.78.0/24	172.18.78.0/24
79	10.79.1.0/24	172.17.19.0/24
80	10.10.80.0/24	192.168.80.0/24
81	172.24.34.0/24	10.81.0.0/16
82	10.82.0.0/16	172.24.82.0/24
83	192.168.8.0/24	172.28.83.0/24
84	172.24.48.0/24	10.10.84.0/24
85	10.10.85.0/24	192.168.85.0/24
86	192.168.6.0/24	172.26.86.0/24
87	10.78.0.0/16	192.168.87.0/24
88	10.88.1.0/24	192.168.9.0/24
89	192.168.89.0/24	172.29.89.0/24
90	10.90.0.0/16	192.168.90.0/24
91	10.91.1.0/24	192.168.0.0/16
92	192.168.29.0/24	172.28.92.0/24
93	10.93.0.0/16	172.23.93.0/24
94	10.94.0.0/16	172.30.94.0/24
95	192.168.95.0/24	10.95.0.0/16
96	10.96.1.0/24	172.19.96.0/24
97	10.97.0.0/16	192.168.11.0/24
98	192.168.1.0/24	172.18.98.0/24
99	10.99.0.0/16	172.17.99.0/24
00	172.30.0.0/24	10.0.10.0/24