

## Лабораторная работа №5

### Статическая маршрутизация

**Цель:** изучить основные принципы настройки средств маршрутизации.

## 1. Основные принципы маршрутизации пакетов

Как только в локальной сети появляется два сегмента, например, сегмент пользователей и сегмент серверов, возникает необходимость использования маршрутизирующего оборудования, т.е. оборудования, которое функционирует на 3 уровне модели OSI. Таким оборудованием являются L3 коммутатор и маршрутизатор. Маршрутизатор выполняет множество функций, которые недоступны L3 коммутатору. Например, сервисы NAT, VPN, межсетевой экран и др. Поэтому маршрутизаторы устанавливаются на границе между LAN и WAN и обеспечивают доступ к сервисам глобальной сети.

В стеке TCP/IP маршрутизаторы и конечные узлы принимают решения о том, кому передавать пакет для его успешной доставки узлу назначения, на основании так называемых таблиц маршрутизации (routing tables) (рис. 1).

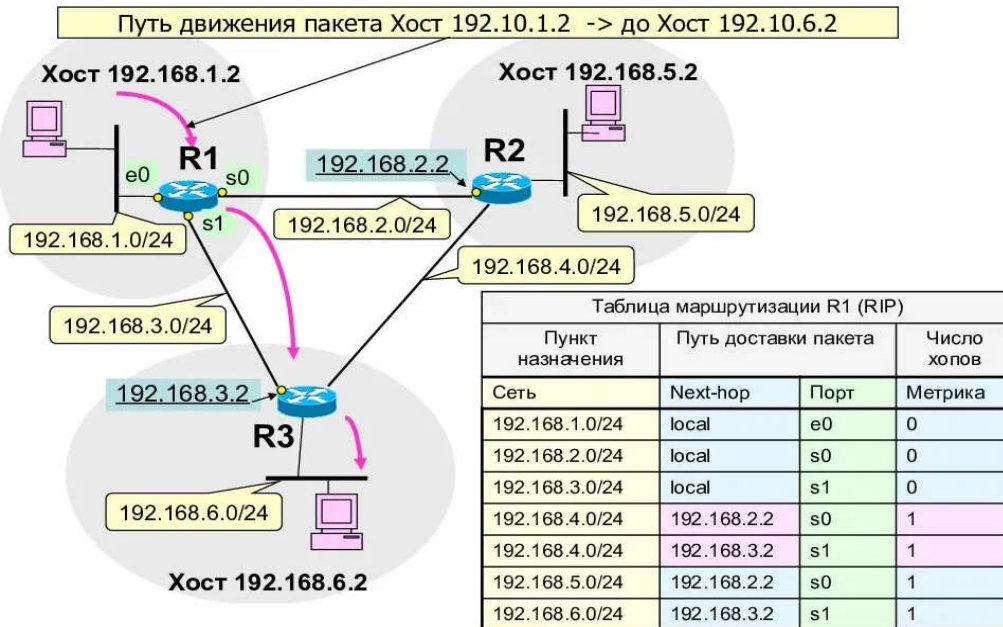


Рис. 1. Продвижение пакета на основе таблицы маршрутизации

В таблице в столбце "Пункт назначения" указываются адреса всех сетей, которым данный маршрутизатор может передавать пакеты. В столбце «Путь доставки пакета» содержатся сведения о том куда следует направить пакет, чтобы он достиг адресата, а «Число хопов» указывает на количество промежуточных сетей на пути следования.

В стеке TCP/IP принят так называемый одношаговый подход к оптимизации маршрута продвижения пакета (next-hop routing) – каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи пакета. Поэтому в каждой строке таблицы маршрутизации указывается не весь маршрут в виде последовательности IP-адресов маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет, а только один IP-адрес – адрес следующего маршрутизатора, которому нужно передать пакет. Вместе с пакетом следующему маршрутизатору передается ответственность за выбор следующего шага маршрутизации. Одношаговый подход к маршрутизации означает распределенное решение задачи выбора маршрута. Это снимает ограничение на максимальное количество транзитных маршрутизаторов на пути пакета.

Для отправки пакета следующему маршрутизатору требуется знание его локального адреса, но в стеке ТСР/ІР в таблицах маршрутизации принято использование только ІР-адресов

для сохранения их универсального формата, не зависящего от типа сетей, входящих в интернет. Для нахождения локального адреса по известному IP-адресу используется протокол ARP.

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

Для сокращения количества записей в таблице маршрутизации, кроме маршрута default, применяется **суммирование (агрегирование) маршрутов**. Агрегирующая запись о маршруте строится на основе маски, длина которой меньше, чем у исходных подсетей. Например, подсети 192.168.16.0/24 – 192.168.31.0/24 относятся к одной группе, которую можно охарактеризовать как сеть с адресом 192.168.16.0/20. Если для доступа ко всем 16 указанным подсетям используется один интерфейс маршрутизатора, то в таблице маршрутизации 16 записей можно заменить одной агрегирующей.

В таблице маршрутизации также можно встретить два типа специальных записей: **запись о специфичном для узла маршруте; запись о сетях, непосредственно подключенных к портам маршрутизатора**. Специфичный для узла маршрут содержит вместо номера сети полный IP-адрес с маской 255.255.255.255. Записи в таблице маршрутизации, относящиеся к сетям, непосредственно подключенным к маршрутизатору, в поле "Метрика" содержат ноль или обозначаются ключевым словом «Connected».

## 2. Задание

### 2.1. Обучающая часть

#### *Проект 1: «Локальная сеть малого предприятия на основе маршрутизатора»*

Сеть должна содержать 3 виртуальных сегмента, в каждом **из которых нужно обеспечить работу 3, 5 и 9 компьютеров соответственно**. Малое количество пользователей и небольшой трафик сети делают нецелесообразным применение L3-коммутатора на уровне распределения. Организуйте работу локальную сеть с помощью одного L2-коммутатора и маршрутизатора, подключенного к WAN. Для адресации узлов локальной сети выделен диапазон 192.168.12.160/27, который следует разделить на подсети с минимально необходимым количеством IP-адресов. Провайдер Интернет предоставил выделенную линию Gigabit Ethernet, IP-адрес для подключения 10.0.0.2/30 и IP-адрес шлюза 10.0.0.1/30.

#### Планирование и развертывание локальной сети

1. Для идентификации сетевых узлов в первом виртуальном сегменте потребуется 4 адреса (3 адреса для компьютеров + 1 для шлюза подсети). Для второго сегмента – 6 адресов, а для третьего 10. Поэтому при делении выделенного диапазона на подсети в первой из них должно содержаться 8 адресов хостов, во второй – 8, а в третьей – 16. Для адресации узлов третьего (наибольшего) сегмента используйте подсеть 192.168.12.160/28 с диапазоном адресов 192.168.12.160 – 192.168.12.175. Для адресации узлов первого сегмента используйте подсеть 192.168.12.176/29 с диапазоном адресов 192.168.12.176 – 192.168.12.183. Для адресации узлов второго сегмента используйте подсеть 192.168.12.184/29 с диапазоном адресов 192.168.12.184 – 192.168.12.191.

2. Создайте текстовый файл с названием **LabNet-5(фамилия\_группа)-task1.doc** и поместите в него пункт 1 – «IP-план сети» с таблицей следующего вида:

<i>Служба предприятия</i>	<i>Диапазон IP-адресов</i>	<i>Название сетевого ресурса</i>
<b>Отдел 3</b>	<b>192.168.12.160/28 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.12.161/28 (статический)	шлюз подсети
	192.168.12.162/28 – 192.168.12.174/28	пользовательский пул подсети
	192.168.12.175/26 (широковещательный)	-
<b>Отдел 1</b>	<b>192.168.12.176/29 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.12.177/29 (статический)	шлюз подсети
	192.168.12.178/29-192.168.12.182/29	пользовательский пул подсети
	192.168.12.183/29 (широковещательный)	-
<b>Отдел 2</b>	<b>192.168.12.184/29 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.12.185/29 (статический)	шлюз подсети
	192.168.12.186/29 – 192.168.44.190/29	пользовательский пул подсети
	192.168.12.191/29 (широковещательный)	резервный адрес

3. Определите идентификаторы и названия виртуальных сегментов предприятия и разместите их в таблице текстового файла **LabNet-5(фамилия\_группа)-task1.doc** под пунктом 2 – «Сведения о VLAN»:

<i>Название службы</i>	<i>Идентификатор VLAN (VID)</i>	<i>Название VLAN</i>
<b>Отдел 1</b>	2	segmen-1
<b>Отдел 2</b>	3	segment-2
<b>Отдел 3</b>	4	segment-3

4. Составьте план подключения по портам для L2-коммутатора модели 2960 и поместите его в текстовый файл под пунктом 3 – «План использования портов коммутатора **Sw1**»:

<i>Название подключаемого устройства</i>	<i>Название порта</i>	<i>VID</i>	
		<i>Access</i>	<i>Trunk</i>
PC-1 (отдел 1)	fa0/1	2	
PC-2 (отдел 1)	fa0/2	2	
PC-3 (отдел 1)	fa0/3	2	
PC-4 (отдел 2)	fa0/4	3	
PC-5 (отдел 2)	fa0/5	3	
PC-6 (отдел 2)	fa0/6	3	
PC-7 (отдел 2)	fa0/7	3	
PC-8 (отдел 2)	fa0/8	3	
PC-9 (отдел 3)	fa0/9	4	
PC-10 (отдел 3)	fa0/10	4	
PC-11 (отдел 3)	fa0/11	4	
PC-12 (отдел 3)	fa0/12	4	
PC-13 (отдел 3)	fa0/13	4	
PC-14 (отдел 3)	fa0/14	4	
PC-15 (отдел 3)	fa0/15	4	
PC-16 (отдел 3)	fa0/16	4	
PC-17 (отдел 3)	fa0/17	4	
R1	gi0/1		2, 3, 4

5. В качестве маршрутизатора предприятия используйте модель Router-PT-Empty. Она не содержит интерфейсных моделей. Поэтому их требуется добавить на шасси маршрутизатора. Для выполнения задания потребуется два модуля Gigabit Ethernet, размещение которых в правых свободных ячейках позволит задействовать интерфейсы gi0/0 и gi1/0. На физическом интерфейсе gi0/0 будет организовано три логических интерфейса: gi0/0.2, gi0/0.3, gi0/0.4, которые будут задействованы в качестве шлюзов для подсетей виртуальных сегментов.

Присвойте маршрутизатору имя **R1** и, используя названия этих интерфейсов, составьте план подключения по портам в виде следующей таблицы:

Название подключаемого устройства (порт)	Название порта	VID	Подсеть	IP-адрес шлюза
Sw1 (gi0/1-trunk)	gi0/0.2	2	192.168.12.176/29	192.168.12.177
Sw1 (gi0/1-trunk)	gi0/0.3	3	192.168.12.184/29	192.168.12.185
Sw1 (gi0/1-trunk)	gi0/0.4	4	192.168.12.160/28	192.168.12.161
ISP-R	gi1/0	-	10.0.0.0/30	10.0.0.2

Интерфейс gi1/0 маршрутизатора предприятия будет задействован для соединения с WAN провайдера Интернет через подсеть 10.0.0.0/30. В плане подключения по портам R1 маршрутизатор провайдера обозначен как ISP-R (Internet Service Provider - Router). Поместите приведенную выше таблицу в файл **LabNet-5(фамилия\_группа)-task1.doc** под пунктом 4 – «План использования портов маршрутизатора R1».

6. В CPT создайте новый проект и в соответствии с планами подключения по портам для Sw1 и R1 постройте сеть, физическая топология которой показана на рис. 2. Перед организацией линии связи между Sw1 и R1 на маршрутизатор следует добавить интерфейсные модули Gigabit Ethernet. Для этого щелкните по маршрутизатору в рабочей области CPT и в появившемся диалоговом окне откройте закладку «Physical». Выключите маршрутизатор, щелкнув по переключателя питания. Перетащите с помощью мыши два модуля PT-ROUTER-NM-1CGE в свободные правые ячейки и снова включите питание маршрутизатора. После загрузки образа прошивки (операционной системы) маршрутизатор будет готов к настройке.

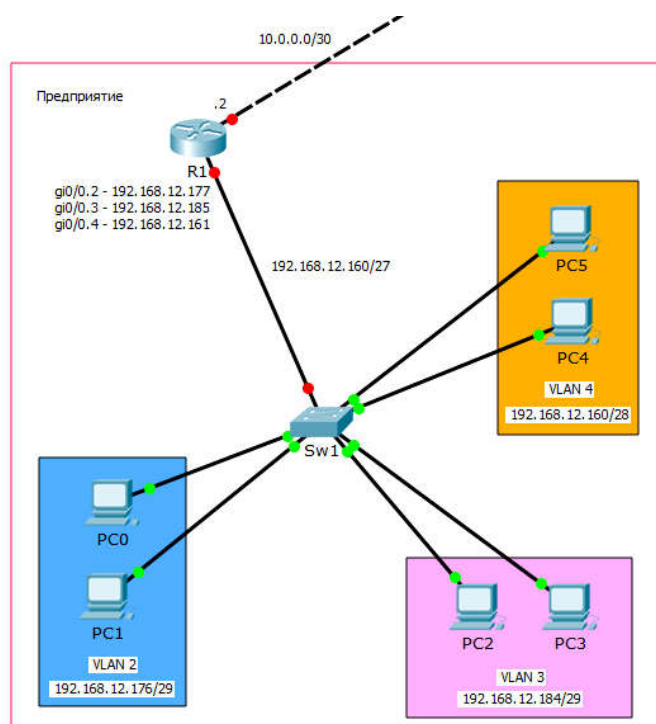


Рис. 2. Сеть предприятия

7. Выполните первоначальную настройку L2-коммутатора:
  - задайте и зашифруйте пароль для входа в привилегированный режим;
  - задайте локальное имя коммутатора: Sw1.
8. Создайте на коммутаторе три VLAN с идентификаторами (VID): 2, 3, 4.
9. В соответствии с планом подключения по портам настройте access-порты коммутатора. С целью упрощения настройки интерфейсов используйте конфигурирование диапазона

портов. Для этого, используя CLI в режиме глобального конфигурирования, введите команду:

```
interface range fa0/1-3
```

и нажмите «Enter». Далее введите команды:

```
switchport mode access  
switchport access vlan 2
```

Таким образом, порты коммутатора с 1 по 3 будут настроены на режим *access* для коммутации кадров во VLAN с VID=2. Аналогичным образом, в соответствии с «Планом использования портов коммутатора Sw1» настройте порты для VLAN с идентификаторами 3 и 4.

10. Порт, соединяющий L2-коммутатор с маршрутизатором, настройте для работы в режиме *trunk* с разрешением передачи трафика всех созданных VLAN. На этом настройка коммутатора завершена. Перейдите в привилегированный режим и скопируйте текущую конфигурацию коммутатора в стартовую с помощью команды

```
write memory
```

11. Выполните первоначальную настройку маршрутизатора:

- задайте и зашифруйте пароль для входа в привилегированный режим;
- задайте локальное имя маршрутизатора: R1.

12. У коммутаторов по умолчанию все порты находятся в состоянии UP, а у маршрутизаторов - в состоянии DOWN. Поэтому сначала активируем физический интерфейс, которым маршрутизатор подключен в коммутатору. Для этого в режиме конфигурирования соответствующего физического интерфейса выполните команду

```
no shutdown
```

13. На маршрутизатор через порт *gi0/0* приходит трафик из трех VLAN. Поэтому для соответствующего физического интерфейса необходимо создать три логических sub-интерфейса, каждый из которых будет привязан к собственной VLAN. Для входа в режим конфигурирования sub-интерфейса используйте команду:

```
interface <название интерфейса>.<название sub-интерфейса>
```

Например, если на маршрутизаторе использован порт GigabitEthernet 0/0, то для настройки sub-интерфейса введите команду *interface gi0/0.2* (номер после точки указывает идентификатор sub-интерфейса, в качестве которого желательно использовать VID).

14. В режиме конфигурирования sub-интерфейса **R1(config-subif)#** командой

```
encapsulation dot1q <идентификатор VLAN>
```

выполните его привязку к VLAN с соответствующим идентификатором. Например, для привязки sub-интерфейса *gi0/0.2* к VLAN с идентификатором 2 нужно выполнить команду: *encapsulation dot1q 2*.

15. Задайте IP-адрес sub-интерфейса (здесь нужно указать IP-адрес шлюза соответствующей подсети VLAN).

16. Переведите sub-интерфейс в состояние UP с помощью команды:

```
no shutdown
```

и завершите настройку sub-интерфейса командой *exit*.

17. Повторите действия пунктов 13-16 для конфигурирования остальных sub-интерфейсов.

18. Настройте на маршрутизаторе работу DHCP-сервера. Для этого необходимо создать три пула IP-адресов, используя «IP-план сети», и исключая из них статические адреса шлюзов соответствующих подсетей. DNS-сервером в каждом пуле адресов укажите IP-адрес: 192.168.0.1.

19. Сохраните рабочую конфигурацию маршрутизатора командой: *write memory* и перезагрузите его командой: *reload*. После перезагрузки DHCP-сервер готов к выдачи IP-адресов своим клиентам.

20. Настройте на компьютерах получение IP-адреса по протоколу DHCP. Проследите за тем какие адреса получают компьютеры различных VLAN Вашей сети.



21. В CLI маршрутизатора с помощью команды *show ip route* исследуйте записи таблицы маршрутизации. Посмотрите какие подсети непосредственно подключены к маршрутизатору и какие sub-интерфейсы с ними ассоциированы.
22. Командой *ping* на рабочих станциях сети протестируйте прохождение пакетов от источника до узла назначения и обратно.
23. Исследуйте продвижение пакета от источника до узла назначения с помощью команды *tracert*. Сравните количество "hop" при трассировке маршрута до шлюза подсети источника, шлюза подсети узла назначения и до узла назначения. Чем по Вашему является "hop"?

### Имитация сети Интернет

24. Добавьте в проект CPT маршрутизатор Router-PT-Empty и назовите его ISP-R (Internet Service Provider – Router). Это маршрутизатор будет принадлежать WAN провайдера и позволит имитировать подключение Вашей локальной сети к сервисам Интернет.
25. С помощью вкладки "Physical" выключите маршрутизатор, добавьте 3 Gigabit Ethernet-модуля и снова включите маршрутизатор.
26. Соедините R1 и ISP-R кабелем.
27. На R1 настройте интерфейс gi1/0. Для этого укажите IP-адрес, выданный провайдером и включите интерфейс.
28. Выполните первоначальную настройку маршрутизатора ISP-R с помощью CLI.
29. Настройте физический интерфейс ISP-R, которым он будет соединен с Вашей локальной сетью:
  - установите IP-адрес - 10.0.0.1 mask 255.255.255.252;
  - переведите интерфейс в состояние UP.
30. На маршрутизаторе локальной сети с помощью команды *show ip route* посмотрите записи таблицы маршрутизации. Каков номер сети, по которой осуществляется соединение локальной сети с Интернет-провайдером? Сколько IP-адресов содержится в данной подсети? Какие номера узлов сети имеют интерфейсы маршрутизатора локальной сети и маршрутизатора провайдера, связанные между собой? Можно ли назвать сеть, связывающую провайдера Интернет и локальную сеть, транзитной? Почему?
31. Добавьте в Ваш проект сервер. Дайте ему статический IP-адрес 142.17.83.59 255.255.0.0. В качестве шлюза по умолчанию установите адрес 142.17.83.1. В качестве DNS-сервера укажите адрес 192.168.0.1. Включите и настройте HTTP-сервис - измените заголовок главной страницы сайта: «Internet-Web». Сервер будет имитировать работу сети Интернет.
32. Подключите Интернет-сервер к ISP-маршрутизатору линией связи и настройте соответствующий интерфейс маршрутизатора на адрес 142.17.83.1 255.255.0.0.
33. Добавьте в сеть Интернет еще один сервер, на котором должна работать только DNS-служба, и соедините его с ISP-R (рис. 3). Серверу назначьте статический адрес 192.168.0.1 с маской 255.255.0.0, шлюзом 192.168.0.100 и собственным адресом в качестве DNS-сервера. Создайте на сервере две записи типа A-Record, указывающие на ресурсы HTTP-сервиса и DNS-сервиса: www.ugrasu.ru и dns.ugrasu.ru.
34. На маршрутизаторе ISP-R настройте интерфейс (IP: 192.168.0.100/16) для взаимодействия с DNS-сервером.

### Маршрут по умолчанию на R1

35. При обращении к ресурсам внешней сети (WAN) используются IP-адреса узлов назначения не принадлежащие подсетям, созданной Вами локальной сети. Причем любые исходящие запросы к WAN должны направляться на единственный интерфейс - порт маршрутизатора ISP с адресом 10.0.0.1. Поэтому для маршрутизации трафика во внешнюю сеть достаточно одного маршрута, который называют **маршрутом по**

умолчанию. Для создания подобного статического маршрута на маршрутизаторе локальной сети в режиме глобального конфигурирования введите команду

*ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.0.1*

В таблице маршрутизатора локальной сети должна появиться запись, начинающаяся символами S\*. Первый символ говорит о том, что маршрут статический, а второй, что он является маршрутом по умолчанию.

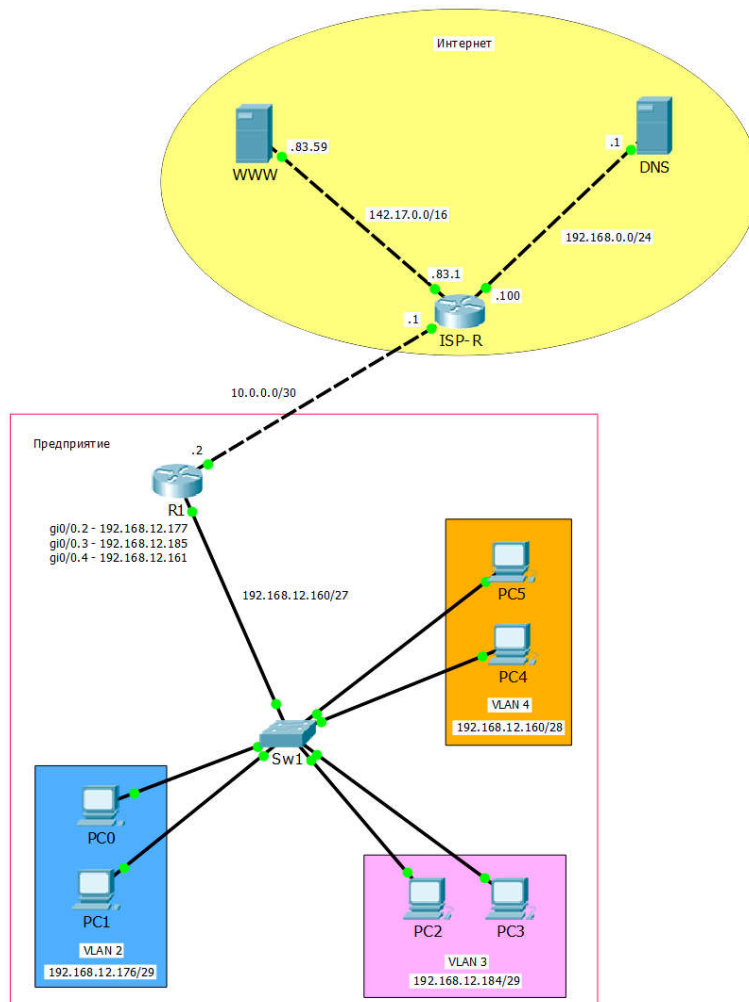


Рис. 3. Взаимодействие LAN с Интернет в СРТ

Маршрутизатор использует эту запись следующим образом. Из пакета извлекается IP-адрес узла назначения. На него накладывается маска, взятая из записи таблицы маршрутизации, и результат наложения сравнивается с номером подсети в этой записи. При совпадении из маршрутной записи извлекается номер интерфейса, на который нужно продвинуть пакет. В противном случае используется следующая запись таблицы маршрутизации. Если поиск по таблице маршрутизации не дал результата, то подобный пакет направляется на интерфейс, указанный в маршруте по умолчанию. При отсутствии маршрута по умолчанию пакет будет отфильтрован (уничтожен) маршрутизатором. Таким образом, если пакет предназначен для узла, не входящего в подсети локальной сети, то он будет в соответствии с маршрутом по умолчанию направлен на маршрутизатор Интернет-провайдера, который обладает сведениями о внешних сетях и способен продвинуть пакет в нужном направлении.

36. Проверьте прохождение пакетов с маршрутизатора R1 на Интернет-сервер. Пакеты должны проходить. Однако, если осуществить подобную операцию с рабочей станции локальной сети, то ее результат будет отрицательным. Это произойдет по следующей причине. В прямом направлении до Интернет-сервера локальный маршрутизатор и ISP-маршрутизатор смогут продвинуть пакеты на основе, имеющейся у них, маршрутной

информации. Однако у эхо-пакетов, отправленных Интернет-сервером в обратном направлении, в качестве узла назначения будет указан IP-адрес локальной подсети, о которой маршрутизатор провайдера ничего не знает. Поэтому такие пакеты будут уничтожены на обратном пути и команда ping сообщит о недоступности, указанного Интернет-сервера. Отследить продвижение ICMP-пакета можно в режиме «Simulation» CPT.

#### Создание статической маршрутной записи на ISP-R

37. С помощью команды

*ip route <IP подсети> <Маска подсети> <IP интерфейса соседнего роутера>*

добавьте статическую запись в таблицу ISP-маршрутизатора о подсети, в которой находится источник тестовых пакетов, отправляемых командой ping. Например, если команда ping выполнялась с хоста с адресом 192.168.12.178 255.255.255.248, то на ISP-маршрутизаторе нужно выполнить следующую команду

*ip route 192.168.12.176 255.255.255.248 10.0.0.2*

Она создаст на ISP-маршрутизаторе статический маршрут, который позволит ему направить эхо-пакет на интерфейс маршрутизатора локальной сети, у которого подсеть 192.168.12.176/29 представлена в таблице как непосредственно подключенная.

38. Проверьте теперь доступность Интернет-сервера для рабочей станции из данной подсети. Команда ping должна дать положительный результат, но только для подсети, которая была указана в таблице ISP-маршрутизатора. В остальных подсетях ping покажет недоступность Интернет-сервера.

#### Создание агрегирующей маршрутной записи на ISP-R

39. Решение этой проблемы возможно двумя способами. В первом случае можно добавить записи о каждой подсети на ISP-маршрутизатор. Однако при большом количестве подсетей таких записей может оказаться слишком много. Тогда используют подход основанный на **агрегирующей маршрутной записи** или **агрегирующем (суммирующем) маршруте**. Все подсети LAN предприятия появились в результате деления диапазона 192.168.12.160/27 на части. Следовательно указанный IP-адрес сети и будет агрегирующей маршрутной записью для всех подсетей предприятия. Если ISP-маршрутизатору будет необходимо направить пакет на узел в одну из этих подсетей, то, наложив на IP-адрес назначения маску 255.255.255.224 (операция логического И), он получит номер сети 192.168.12.160. Таким образом, для доступа ко всем обозначенным подсетям вместо 3 записей в таблице ISP-маршрутизатора потребуется всего лишь один агрегирующий маршрут, который можно создать командой

*ip route 192.168.12.160 255.255.255.224 10.0.0.2*

Определите агрегирующий маршрут для всех подсетей, которые были организованы Вами в локальной сети, и поместите соответствующую статическую запись в таблицу ISP-маршрутизатора.

32. Удалите из таблицы ISP-маршрутизатора запись о статическом маршруте в подсеть, которую Вы создали в п. 37, с помощью команды

*no ip route 192.168.12.176 255.255.255.248*

33. Проверьте командой ping доступность узлов www.fnp.ru и dns.fnp.ru из разных подсетей предприятия.

34. Проверьте доступность Web-ресурса на Интернет-сервере с любой рабочей станции предприятия.

35. После тестирования работоспособности проекта CPT и устранения неполадок продемонстрируйте действующую модель сети преподавателю.

36. Сохраните созданную модель сети в отдельном файле под именем:

**LabNet-5(Family\_group)-task-1.pkt**

для последующего отчета по лабораторной работе.



## 2.2. Самостоятельная работа

### Проект 2: «Объединение LAN предприятия на основе маршрутизации».

Соединить две локальных сети предприятия с помощью маршрутизатора. Настроить пограничный маршрутизатор предприятия и маршрутизатор провайдера Интернет для продвижение трафика в глобальную сеть и обратно.

1. В CPT создайте новый проект и скопируйте в него сети из проектов:

**LabNet-4(Family\_group).pkt и LabNet-5(Family\_group)-task-1.pkt.**

Пусть сеть на основе маршрутизатора называется LAN1, а сеть на основе L3-коммутатора называется LAN2.

2. Соедините порт gi0/1 L3-коммутатора с Gigabit Ethernet портом маршрутизатор R1 (рис.4).
3. Переведите gi0/1 L3-коммутатора в режим маршрутизируемого порта. Для этого в режиме конфигурирования соответствующего интерфейса L3-коммутатора выполните команду:

*no switchport*

4. После выполнения указанной команды порт L3-коммутатора можно использовать как интерфейс маршрутизатора и присвоить ему IP-адрес. Назначьте данному интерфейсу адрес 20.0.0.2/30 и выполните команду:

*no shutdown*

5. Присвойте IP-адрес 20.0.0.1/30 интерфейсу маршрутизатора R1, посредством которого он будет взаимодействовать с L3-коммутатором. Активируйте интерфейс маршрутизатора командой: *no shutdown*.
6. Поместите в таблицу маршрутизации L3-коммутатора статический маршрут по умолчанию, который будет направлять трафик на R1. Таким образом, пока обмен данными осуществляется между сетевыми узлами LAN2 трафик будет коммутироваться (в пределах одной VLAN) или маршрутизироваться (в пределах LAN2) с помощью L3-коммутатора. Если сетевым узлом LAN2 потребуются доступ к узлам LAN1 или выход в Интернет, то будет задействован маршрут по умолчанию, который перенаправит данные на R1, обладающий необходимой маршрутной информацией.
7. Поместите в таблицу маршрутизации R1 статическую запись, являющуюся агрегирующим маршрутом для всех подсетей LAN2.
8. С помощью утилиты *ping* протестируйте прохождение пакетов в прямом и обратном направлениях между узлами сетей LAN1 и LAN2.
9. Поместите в таблицу маршрутизации ISP-R статическую запись, являющуюся агрегирующим маршрутом для всех подсетей LAN2.
10. С помощью утилиты *ping* протестируйте прохождение пакетов в прямом и обратном направлениях между узлами сетей LAN1, LAN2 и Интернет.
11. Используя Веб-браузер на рабочих станциях сетей LAN1 и LAN2 проверьте доступность http-серверов сети Интернет и LAN2 по их IP-адресу. Попробуйте открыть указанные ресурсы с помощью доменных имен. Какой сервер доступен для узлов LAN2 по доменному имени, а какой не доступен? На такие же вопросы ответьте по отношению к узлам LAN1.

#### Настройка ссылки на DNS-сервер зоны fnp.ugrasu

12. DNS-сервер для сетевых узлов LAN1 доступен по адресу 192.168.0.1. Он не содержит сведений о ресурсах локальной сети LAN2. Поэтому из сети LAN1 невозможен доступ к сетевым ресурсам LAN2 по их доменным именам. За разрешение доменных имен в LAN2 отвечает собственный DNS-сервер, который обслуживает зону fnp.ugrasu.

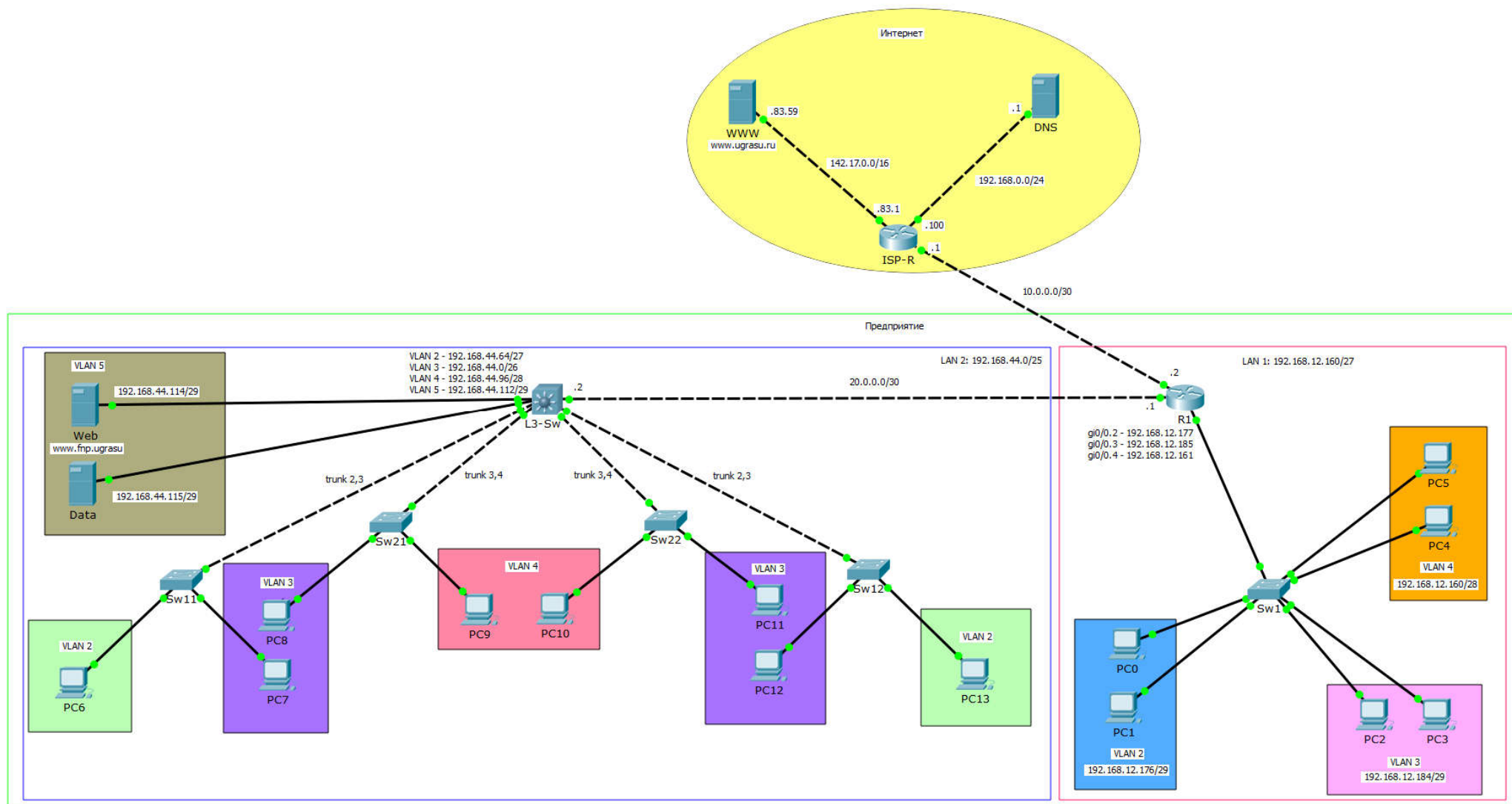


Рис. 4. Структура сети предприятия на основе двух LAN

Если DNS-серверу (192.168.0.1) указать IP-адрес DNS-сервера зоны fnp.ugrasu, то он сможет перенаправить ему запрос на разрешение доменного имени из LAN1 и откроет доступ узлам этой сети к ресурсам LAN2 по их доменным именам. Для размещения в базе данных DNS-сервера (192.168.0.1) ссылки на сервер зоны fnp.ugrasu используется запись типа «NS». Этот тип записей позволяет установить соответствие между названием зоны и доменным именем сервера. Поэтому потребуется еще запись типа A-Record для соотнесения доменного имени сервера зоны fnp.ugrasu и его IP-адреса. Таким образом, в базе данных DNS-сервера (192.168.0.1) нужно разместить две записи, выделенные на рисунке 5.

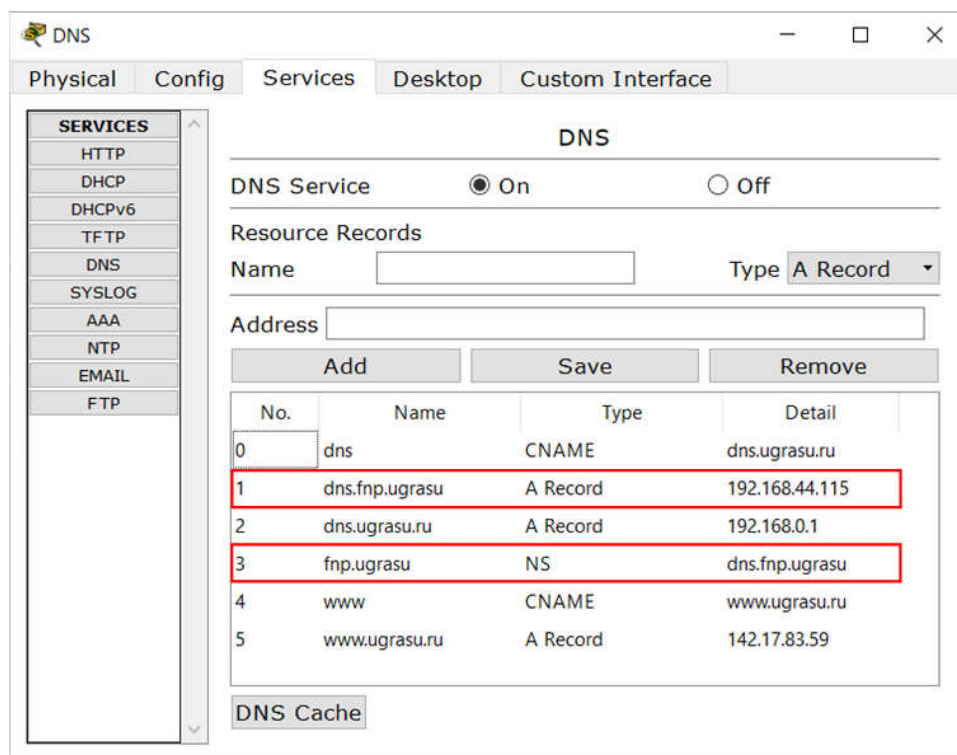


Рис. 5. Настройка ссылки на DNS-сервер зоны fnp.ugrasu

- После размещения в БД DNS-сервера (192.168.0.1) ссылки на DNS-сервер зоны fnp.ugrasu на рабочей станции LAN1 с помощью утилиты *ping* проверьте доступность http-сервера по имени [www.fnp.ugrasu](http://www.fnp.ugrasu), а также с помощью Веб-браузера откройте главную страницу сайта [www.fnp.ugrasu](http://www.fnp.ugrasu).

#### Самостоятельная настройка ссылки на DNS-сервер зоны ugrasu.ru

- DNS-сервер зоны fnp.ugrasu не содержит сведений о зоне ugrasu.ru. Поэтому для узлов LAN2 сетевой ресурс с доменным именем [www.ugrasu.ru](http://www.ugrasu.ru) на http-сервере недоступен. Чтобы открыть такой доступ, поместите в его базу данных ссылку на DNS-сервер зоны ugrasu.ru.
- Протестируйте с рабочих станций сети LAN2 доступность http-сервера с доменным именем [www.ugrasu.ru](http://www.ugrasu.ru).
- В режиме «Симуляции» СРТ включите наблюдение за пакетами протокола DNS и в пошаговом режиме отследите как осуществляется разрешение доменных имен в зоне fnp.ugrasu при обращении к ресурсам Интернет из LAN2.

**Примечание.** Перед командой

*ping www.ugrasu.ru*

очистите кеш на DNS-сервере зоны fnp.ugrasu, нажав кнопку «DNS Cache» и стерев все имеющиеся там записи с помощью «Clear Cache».

Проследите как продвигается пакет с DNS-запросом в двух случаях: 1) когда DNS-кеш пуст; 2) когда кеш содержит запись о ресурсе [www.ugrasu.ru](http://www.ugrasu.ru).

17. После тестирования работоспособности проекта CPT и устранения неполадок продемонстрируйте действующую модель сети преподавателю.

18. Сохраните созданную модель сети в отдельном файле под именем:

### **LabNet-5(Family\_group)-task-2.pkt**

для последующего отчета по лабораторной работе.

## **2.3. Индивидуальное задание**

### **Проект 3: «Расширенная модель сети Интернет».**

Внедрить в CPT-модель сети Интернет маршрутизатор, подключить к нему почтовый сервер и организовать обмен сообщениями между пользователями сетей LAN1 и LAN2 в домене **mail.ru**. Использовать индивидуальные характеристики транзитной и целевой сети сервиса [mail.ru](http://mail.ru), приведенные в **Приложении**.

1. Создайте новый проект CPT и скопируйте в него сеть из файла **LabNet-5(Family\_group)-task-2.pkt**.
2. В CPT измените топологию сети Интернет, как показано на рисунке 6.

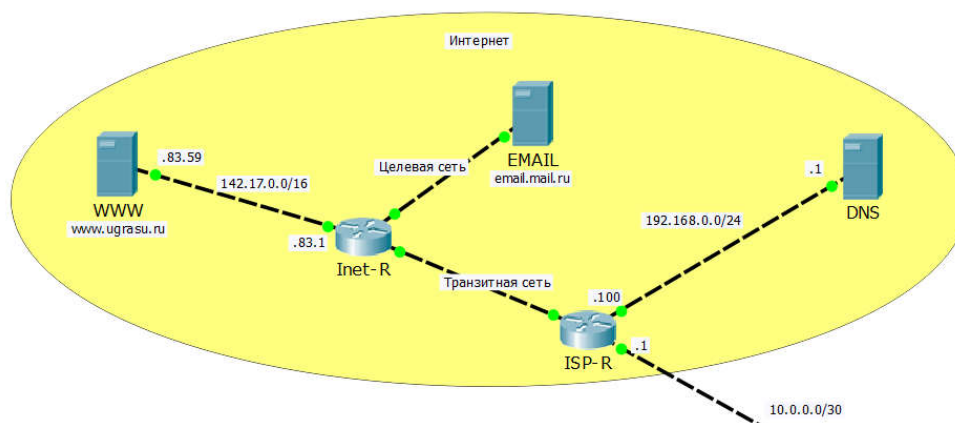


Рис. 6. Целевая CPT-модель сети Интернет

3. На основе назначенного варианта задания определите параметры транзитной и целевой сети. В соответствии с ними настройте интерфейсы маршрутизаторов **Inet-R** и **ISP-R** (рис. 6).
4. В качестве конечного сетевого узла целевой сети используйте сервер, на котором следует оставить работающей только почтовую службу. Настройте статические параметры протокола IP на сервере **EMAIL** (рис. 6). В том числе, в качестве DNS-сервера укажите адрес 192.168.0.1.
5. Используя знания и навыки, полученные в предыдущих проектах лабораторной работы, создайте статические записи в таблицах маршрутизации **Inet-R** и **ISP-R**, чтобы гарантировать обмен пакетами между серверами сети Интернет и LAN Предприятия. С помощью утилиты `ping` протестируйте доступность всех серверов из сетей LAN1 и LAN2 на основе их IP-адресов.
6. На DNS-сервере (192.168.0.1) создайте запись типа A-Record для почтового сервера с доменным именем **email.mail.ru**.
7. На EMAIL-сервере организуйте почтовый домен **mail.ru** и создайте две учетные записи пользователей.
8. В сети LAN1 на двух произвольно выбранных рабочих станциях настройте EMAIL-браузеры, используя доменное имя почтового сервера, и проверьте обмен сообщениями между пользователями.

9. Добавьте ссылку на DNS-сервер зоны mail.ru в базу данных DNS-службы в зоне fnr.ugrasu.
10. На EMAIL-сервере создайте еще две учетные записи пользователей.
11. В сети LAN2 на двух произвольно выбранных рабочих станциях настройте EMAIL-браузеры на новые учетные записи пользователей электронной почты. При этом используйте доменное имя почтового сервера. Протестируйте обмен почтовыми сообщениями между пользователями сети LAN2.
12. Протестируйте обмен почтовыми сообщениями между пользователями сети LAN1 и LAN2 на предприятии.
13. После тестирования работоспособности проекта CPT и устранения неполадок продемонстрируйте действующую модель сети преподавателю.
14. Сохраните созданную модель сети в отдельном файле под именем:

**LabNet-5(Family\_group)-task-3.pkt**

для последующего отчета по лабораторной работе.

### 3. Подготовка отчета, представление и оценка работы

#### Структура отчета

В качестве отчета по заданию необходимо предоставить готовый проект Cisco Packet Tracer и файл документации по разработанной сети (если требуется по заданию). В рабочей области проекта нужно текстовыми метками указать логины и пароли, которые были задействованы при настройке или требуются для использования какого-либо устройства или сетевой службы. В отчете (файлах, направляемых на Eluniver) оценивается точность названий, для которых в задании определен шаблон или уникальное значение, параметры настройки сетевого оборудования.

Загрузку проектов на сайт Eluniver следует выполнять после демонстрации задания преподавателю. Желательно загружать все файлы одновременно.

#### Представление и защита работы

Представлением работы является ее демонстрация преподавателю. В ходе представления преподаватель может задать вопрос по любому пункту задания или попросить выполнить какие-либо построения на основе навыков, полученных при разработке проекта. Оценка за представление задания выставляется на основе работоспособности проекта, правильности ответа студента на вопросы по проекту и готовности выполнить дополнительное задание без использования методического материала.

Защита работы заключается в ответе на два контрольных вопроса, выбранных произвольно преподавателем из списка контрольных вопросов (п.4). Оценивается детальность и точность ответа. Во время ответа пользоваться методическим материалом нельзя. Возможность ответа на контрольные вопросы дается студенту после представления задания.

#### Структура оценки лабораторной работы

№	Вид оценки	Максимальный балл
1.	Выполнение задания по Проекту 1	15
2.	Выполнение задания по Проекту 2	15
3.	Выполнение задания по Проекту 3	20
4.	Отчет по Проекту 1	5
5.	Отчет по Проекту 2	5
6.	Отчет по Проекту 3	10
7.	Контрольный вопрос 1	15
8.	Контрольный вопрос 2	15
<b>Итого:</b>		<b>100</b>



#### 4. Контрольные вопросы

1. Чем отличаются коммутируемые и маршрутизируемые сети?
2. Можно ли порту L3-коммутатора присвоить IP-адрес?
3. В каких режимах может работать порт L3-коммутатора?
4. Назовите преимущества маршрутизатора по сравнению с L3-коммутатором?
5. Почему L3-коммутаторы более эффективно передают данные в локальных сетях?
6. Какие преимущества имеет маршрутизатор перед L3-коммутатором?
7. Какое место отведено маршрутизаторам в современных локальных сетях?
8. Как на основе плана сети осуществляется конфигурирование DHCP-сервера на маршрутизаторе?
9. Какая команда L3-коммутатора переключает порт в режим маршрутизации?
10. Какое преимущество дает маркировка трафика в маршрутизируемых сетях?
11. Какая последовательность команд используется для настройки DHCP-сервера на маршрутизаторе в сетях с несколькими VLAN?
12. Какой тип IP-сетей называют транзитным?
13. Что понимается под маршрутом по умолчанию? Какая команда Cisco IOS позволяет его настроить?
14. С помощью какой команды администратор может указать статический маршрут до сети?
15. Каково назначение и принцип действия утилиты tracer?
16. Какой критерий используется для выбора оптимального маршрута?
17. Что понимается под принципом одношаговой маршрутизации?
18. Чем отличается метрика от административного расстояния?
19. На каком уровне модели OSI работают маршрутизаторы?
20. Куда направляется пакет рабочей станцией, если его адресат принадлежит другой подсети?
21. Без какого параметра IP-протокола невозможна передача данных между сетями?
22. Каким образом осуществляется взаимодействие протоколов IP и ARP?
23. С помощью какой команды Cisco IOS можно получить данные таблицы маршрутизации?
24. Какую метрику имеют connected-сети?
25. Какой прием используется для сокращения объема таблиц маршрутизации?
26. В чем различие между сетями и подсетями?
27. Что понимается под агрегированием маршрутной информации?
28. Как выполняется агрегирование маршрутов? Приведите пример агрегированного маршрута.
29. В каком случае при выполнении команды ping icmp-пакет проходит до узла назначения, но не может вернуться обратно?
30. Изменяется ли MAC-адрес узла назначения при продвижении кадра в маршрутизируемой сети?

**Приложение. Индивидуальные параметры транзитной и целевой сети**

Вариант	Транзитная сеть	Целевая сеть
1.	10.56.48.176/28	11.12.23.0 255.255.255.248
2.	10.35.134.192/27	112.29.45.0 255.255.255.240
3.	10.2.5.128/25	45.35.69.0 255.255.255.248
4.	10.126.0.48/28	36.21.49.0 255.255.255.240
5.	10.92.67.192/27	95.24.85.0 255.255.255.248
6.	10.99.38.96/28	56.24.71.0 255.255.255.240
7.	10.93.64.64/26	2.112.35.0 255.255.255.248
8.	10.28.167.224/27	197.26.11.0 255.255.255.240
9.	10.0.0.192/26	33.200.61.0 255.255.255.248
10.	10.26.94.32/27	49.16.124.0 255.255.255.240
11.	10.68.19.240/28	94.60.228.0 255.255.255.248
12.	10.29.144.64/26	201.47.87.0 255.255.255.240
13.	10.18.90.192/26	74.9.62.0 255.255.255.248
14.	10.0.0.24/29	88.22.55.128 255.255.255.240
15.	10.95.73.100/30	95.2.67.192 255.255.255.248
16.	10.205.16.8/29	60.93.173.224 255.255.255.240
17.	10.105.16.4/30	97.0.95.128 255.255.255.240
18.	10.45.168.0/25	110.14.92.0 255.255.255.248
19.	10.26.12.192/28	9.6.3.192 255.255.255.240
20.	10.26.77.32/27	58.41.91.0 255.255.255.248
21.	10.28.101.72/29	29.16.44.80 255.255.255.240
22.	10.183.17.128/25	218.126.2.0 255.255.255.248
23.	10.0.9.0/29	55.26.31.192 255.255.255.240
24.	10.118.0.64/28	40.30.24.208 255.255.255.248
25.	10.92.0.36/30	187.12.59.0 255.255.255.240
26.	10.0.0.136/29	88.22.55.128 255.255.255.240
27.	10.45.168.64/27	95.24.85.0 255.255.255.248
28.	10.35.134.200/29	55.26.31.192 255.255.255.240
29.	10.26.12.196/30	36.21.49.0 255.255.255.240
30.	10.183.17.232/29	49.16.124.0 255.255.255.240