

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Тема: Статическая и динамическая адресация

Количество часов: 4

Цель работы: изучить особенности настройки сети с использованием статической и динамической адресации

Оборудование: IBM PC-совместимый компьютер

Программа-симулятор сети передачи данных Cisco Packet Tracer

Ход работы:

1. Внимательно ознакомьтесь с теоретическими сведениями
2. Постройте простейшую сеть с использованием маршрутизатора и статической адресации;
3. Постройте сеть с использованием маршрутизатора и динамической адресации;
4. Постройте сеть с выделенным DHCP-сервером;
5. Составьте отчет о проделанной работе.

Методические указания к выполнению:

1 Dynamic Host Configuration Protocol

1.1 DHCP

DHCP (англ. Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамической настройки узла) — сетевой протокол, позволяющий компьютерам автоматически получать IP-адрес и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP. Данный протокол работает по модели «клиент-сервер». Для автоматической конфигурации компьютер-клиент на этапе конфигурации сетевого устройства обращается к так называемому серверу DHCP и получает от него нужные параметры. Сетевой администратор может задать диапазон адресов, распределяемых сервером среди компьютеров. Это позволяет избежать ручной настройки компьютеров сети и уменьшает количество ошибок. Протокол DHCP используется в большинстве сетей TCP/IP.

Помимо IP-адреса, DHCP также может сообщать клиенту дополнительные параметры, необходимые для нормальной работы в сети. Эти параметры называются опциями DHCP. Список стандартных опций можно найти в RFC 2132.

Опции — строки переменной длины, состоящие из октетов. Первый октет — код опции, второй октет — количество следующих октетов, остальные октеты зависят от кода опции.

Например, опция «DHCP Message Type» при отправке сообщения «Offer» будет выглядеть так: 0x35,0x01,0x02, где 0x35 — код опции «DHCP Message Type» , 0x01 — означает, что далее идет только один октет, 0x02 — значение «Offer».

Некоторыми из наиболее часто используемых опций являются:

- IP-адрес маршрутизатора по умолчанию;
- маска подсети;
- адреса серверов DNS;
- имя домена DNS.

1.2 Распределение IP-адресов

Протокол DHCP предоставляет три способа распределения IP-адресов:

– Ручное распределение. При этом способе сетевой администратор сопоставляет аппаратному адресу (для Ethernet сетей это MAC-адрес) каждого клиентского компьютера определённый IP-адрес. Фактически, данный способ распределения адресов отличается от ручной настройки каждого компьютера лишь тем, что сведения об адресах хранятся централизованно (на сервере DHCP), и потому их проще изменять при необходимости.

– Автоматическое распределение. При данном способе каждому компьютеру на постоянное использование выделяется произвольный свободный IP-адрес из определённого администратором диапазона.

– Динамическое распределение. Этот способ аналогичен автоматическому распределению, за исключением того, что адрес выдаётся компьютеру не на постоянное пользование, а на определённый срок. Это называется арендой адреса. По истечении срока аренды IP-адрес вновь считается свободным, и клиент обязан запросить новый (он, впрочем, может оказаться тем же самым). Кроме того, клиент сам может отказаться от полученного адреса.

1.3 Базовые настройки DHCP-сервера на маршрутизаторе Cisco

Настройка соединения между коммутатором и маршрутизатором

Настройка DHCP-сервера

Пример топологии (данная топология не является рекомендацией, а используется просто в качестве примера):

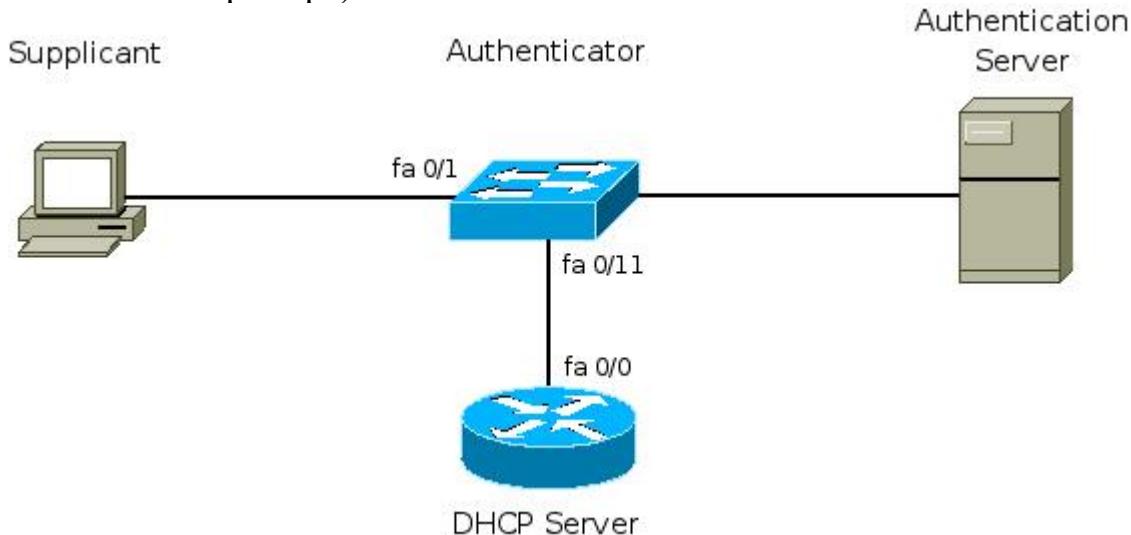


Рисунок 1.1 – Пример топологии

Необходимо настроить порт коммутатора fa0/11 для передачи трафика нескольких VLAN маршрутизатору.

На интерфейсе маршрутизатора fa0/0:

1. Создать интерфейс для каждого VLAN'а (подсети)
2. Настроить инкапсуляцию 802.1q и указать номер VLAN'а
3. Задать на них адрес из соответствующей подсети

Настройка пула DHCP

Настройка DHCP-пула на маршрутизаторе (аналогичным образом настраиваются пулы для каждой подсети) и указание шлюза по умолчанию для клиентов:

```
Router(config)# service dhcp
Router(config)# ip dhcp pool guest
Router(config-pool)# network 192.168.20.0 255.255.255.0
Router(config-pool)# default-router 192.168.20.1
```

Как дополнительные параметры в пуле можно описать:

1. Имя домена для DHCP-клиента - domain-name
 2. DNS-сервер - dns-server
 3. Сервер WINS для сетей microsoft - netbios-name-server
- ```
Router(config-pool)# domain-name test.kv.ua
Router(config-pool)# dns-server 192.168.20.101
Router(config-pool)# netbios-name-server 192.168.20.101
```

### Исключение IP-адресов

Исключить из пула адрес интерфейса маршрутизатора и DNS-сервера:

```
Router(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.20.1
Router(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.20.101
```

## 2 Выполнение работы

Задание 1. Постройте простейшую сеть с использованием маршрутизатора

Запустите симулятор Cisco Packet Tracer.

Расположите и соедините оборудование в соответствии с рисунком 2.1 (маршрутизатор – Cisco 1841):

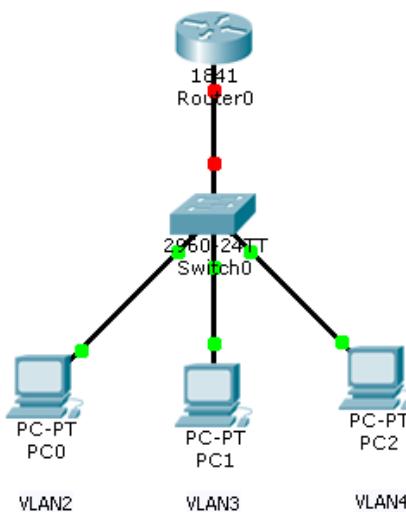


Рисунок 2.1 – Расположение оборудования

Войдите на коммутатор, перейдите в режим глобального конфигурирования и создайте 3 VLAN с именами VLAN2, VLAN3, VLAN4 (рисунок 2.2):

```

Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#name v1
Switch(config-vlan)#name vlan2
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#v1
Switch(config)#vlan 3
Switch(config-vlan)#name vlan3
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#v1
Switch(config)#vlan 4
Switch(config-vlan)#name vlan4

```

Рисунок 2.2 – Создание VLAN

Присвойте каждому из ПК в сети отдельный VLAN. Для этого настройте интерфейсы коммутатора соответствующим образом (порты нетегированные) (рисунок 2.3):

```

Switch(config)#interface fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#exit

```

Рисунок 2.3 – Присвоение VLAN интерфейсам

Далее проверьте правильность присвоения командой show run.

Настройте интерфейс, ведущий к маршрутизатору как тегированный и включите в него созданные VLAN (рисунок 2.4):

```

Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface fa
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 1,2,3,4
Switch(config-if)#

```

Рисунок 2.4 – Настройка тегированного интерфейса коммутатора L2

Перейдите на маршрутизатор. По умолчанию порты маршрутизатора выключены, поэтому следует включить интерфейс командой no shutdown (рисунок 2.5):

```

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa
Router(config)#int fastEthernet 0/1
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
*LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

```

Рисунок 2.5 – Проверка настроек

У маршрутизатора Cisco 1841 всего лишь 2 порта Fast Ethernet, на которые необходимо «приземлить» 3 VLAN. Количества портов для выделения каждой VLAN

отдельного выделенного интерфейса недостаточно, поэтому следует использовать субинтерфейсы (рисунок 2.6):

```
Router(config-if)#
*LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

*LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
o up

Router(config-if)#
Router(config-if)#ex
Router(config)#int fa
Router(config)#int fastEthernet 0/1.2
Router(config-subif)#
*LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1.2, changed state to up

*LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1.2, changed state
t.o up
```

Рисунок 2.6 – Включение субинтерфейса

Применение для каждого субинтерфейса инкапсуляцию пакетов и задайте ip-адрес (рисунок 2.7):

```
Router(config)#int fa
Router(config)#int fastEthernet 0/1.2
Router(config-subif)#enc
Router(config-subif)#encapsulation do
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q
* Incomplete command.
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
Router(config-subif)#ip
Router(config-subif)#ip ad
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#ex
Router(config)#int
Router(config)#interface fa
Router(config)#interface fastEthernet 0/1.3
Router(config-subif)#
*LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1.3, changed state to up

*LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1.3, changed state
to up
enc
Router(config-subif)#encapsulation dot
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 3
Router(config-subif)#ip add
Router(config-subif)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
```

Рисунок 2.7 – Настройка субинтерфейсов

Проверьте правильность настроек командой show run (рисунок 2.8):

```

interface FastEthernet0/0
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 shutdown
!
interface FastEthernet0/0.4
 encapsulation dot1Q 4
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1.2
 encapsulation dot1Q 2
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/1.3
 encapsulation dot1Q 3
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0

```

Рисунок 2.8 – Команда show run

Задайте ПК IP-адреса, маску и основной шлюз (в качестве шлюза задайте ip-адрес соответствующего VLAN) и проверьте работоспособность сегмента сети и сети целиком с помощью утилиты ping (рисунок 2.9):

```

Pinging 192.168.2.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=11ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.2.1: bytes=32 time=0ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.2.1:
 Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
 Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 2ms

PC>ping 192.168.3.2

Pinging 192.168.3.2 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=0ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.3.2:
 Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
 Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

Рисунок 2.9 – Проверка работоспособности

Задание 2 Постройте сеть с использованием маршрутизатора и динамической адресации

Создайте сеть аналогично рисунку 2.10. В качестве маршрутизатора используйте Cisco 1841. Для соединения устройств используйте интерфейсы FastEthernet:

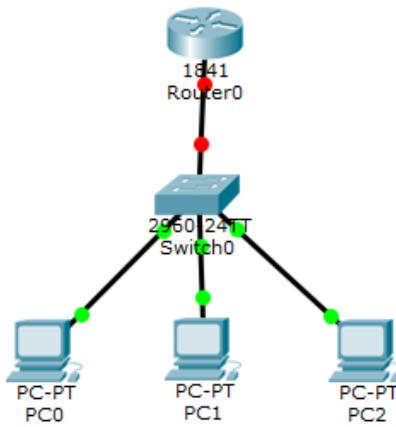


Рисунок 2.10 – Конфигурация сети

Перейдите на маршрутизатор и настройте его интерфейс. Задайте IP-адрес 192.168.1.1/24 и включите интерфейс (рисунок 2.11):

```

Router>
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int
Router(config)#interface fa
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#no sh
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to
up
ip address
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ex
Router(config)#

```

Рисунок 2.11 – Настройка интерфейса маршрутизатора

Далее необходимо задать пул адресов dhcp, т.е. тот диапазон адресов, который будет выдаваться ПК при динамическом распределении. Для этого следует воспользоваться командой ip dhcp pool <имя>. (рисунок 2.12)

```

Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ex
Router(config)#ip dhcp
Router(config)#ip dhcp pool
Router(config)#ip dhcp pool DHCP

```

Рисунок 2.12 – Настройка тегированного порта

Теперь необходимо настроить пул командой network <сеть> <маска>. Задаваемая сеть должна быть той же, которой принадлежит маршрутизатор, поэтому записываем 192.168.1.0.

Помимо IP-адреса и маски протокол DHCP может выдавать другие сетевые настройки, например, основной шлюз и предпочтаемый DNS-сервер, если речь пойдет о доступе в сеть интернет. Задайте основной шлюз командой default-router <адрес маршрутизатора> и предпочтаемый DNS-сервер командой dns-server <адрес сервера> (в нашем случае будем использовать адрес DNS-сервера Google – 8.8.8.8) (рисунок 2.13).

```

Router(config)#ip dhcp
Router(config)#ip dhcp pool
Router(config)#ip dhcp pool DHCP
Router(dhcp-config)#net
Router(dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#def
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.1.1
Router(dhcp-config)#dns
Router(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
Router(dhcp-config)#

```

Рисунок 2.13 – Настройка DHCP

Возможна ситуация, когда в нашей сети появится устройство, которому следует задавать исключительно статический адрес, например, сервер. Такую ситуацию необходимо предусмотреть и исключить IP-адрес из общего пула командой `ip dhcp excluded <адрес>`. Исключим, к примеру, из общего пула адрес 192.168.1.100, а также адрес 192.168.1.1, т.к. он является адресом маршрутизатора (рисунок 2.14):

```

Router(config)#ip dhcp
Router(config)#ip dhcp exclude
Router(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.100
Router(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.1
Router(config)#ex
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr mem
Router#wr memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

Рисунок 2.14 – Задание ip-адресов VLAN

Далее настройте ПК, сменив значение IP Configuration из значения static в значение DHCP (рисунок 2.15):

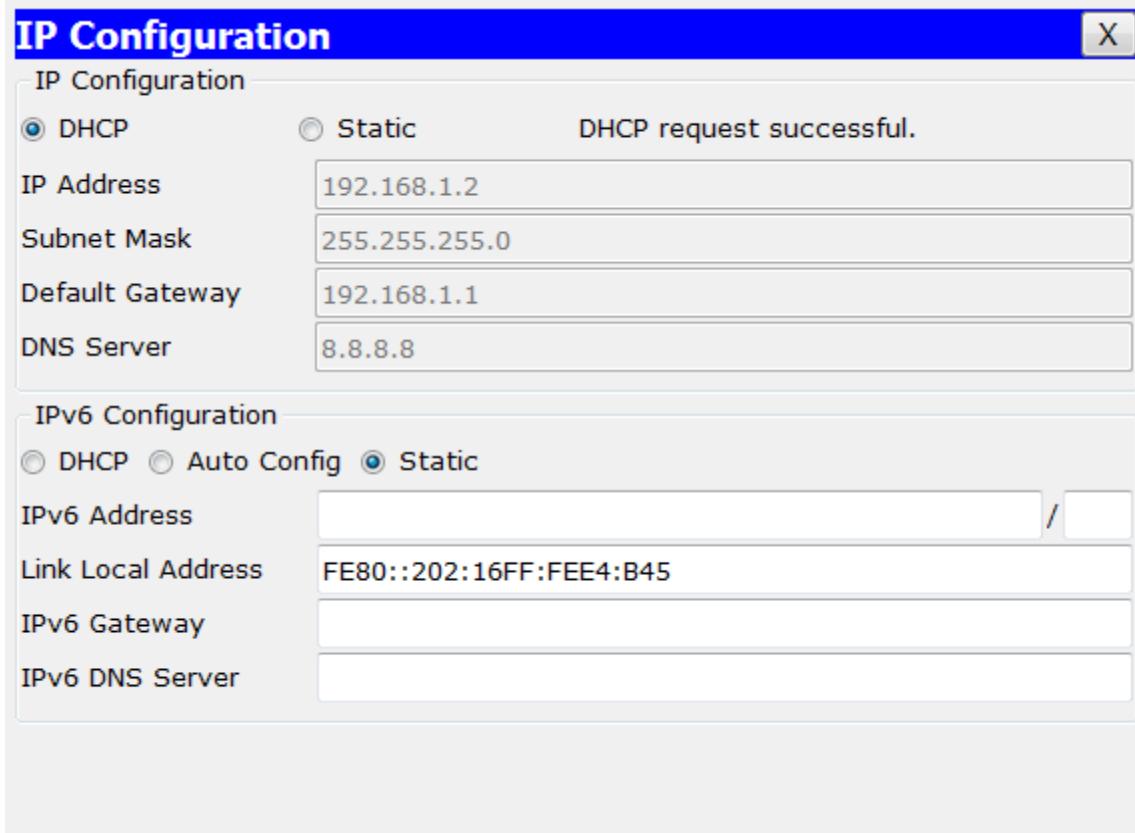


Рисунок 2.15 – Настройка ПК

Компьютеры автоматически получили сетевые настройки и теперь необходимо проверить сетевое взаимодействие, осуществив пинг к шлюзу и к другим ПК в сети (рисунок 2.16)

```
PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=13ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.1:
 Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
 Approximate round trip times in milli-seconds:
 Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 3ms

PC>ping 192.168.1.3

Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.3:
 Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
 Approximate round trip times in milli-seconds:
 Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Рисунок 2.16 – Проверка работоспособности сети

### Задание 3. Постройте сеть с выделенным DHCP-сервером

Создайте сеть в соответствии с конфигурацией, показанной на рисунке 2.17. В качестве маршрутизатора используйте Cisco 2911:

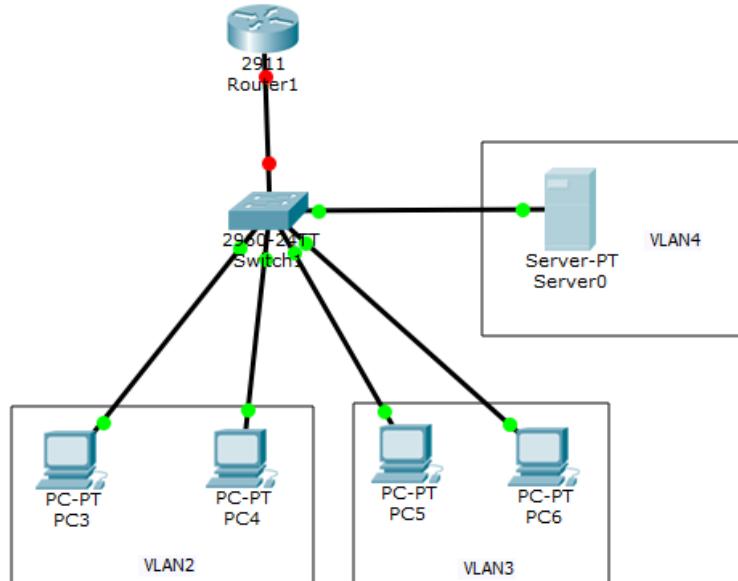


Рисунок 2.17 – Команда ping на маршрутизаторе

Для начала на коммутаторе создайте 3 VLAN с именами VLAN2, VLAN3 и DHCP (рисунок 2.18):

```

Switch>
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#v1
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#na
Switch(config-vlan)#name vlan2
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#v1
Switch(config)#vlan 3
Switch(config-vlan)#na
Switch(config-vlan)#name v1
Switch(config-vlan)#name vlan3
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#v1
Switch(config)#vlan 4
Switch(config-vlan)#na
Switch(config-vlan)#name DHCP
Switch(config-vlan)#

```

Рисунок 2.18 – Создание VLAN

Настройте порты коммутатора, задав режим работы access и поместите интерфейсы в соответствующие VLAN (рисунок 2.19):

```

Switch(config-if-range)#sw
Switch(config-if-range)#switchport mo
Switch(config-if-range)#switchport mode acc
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#sw
Switch(config-if-range)#switchport ac
Switch(config-if-range)#switchport access v1
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 2
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#

```

Рисунок 2.19 – Настройка интерфейсов коммутатора

Настройте интерфейс коммутатора, который идет к маршрутизатору. Т.к. этот интерфейс будет объединять в себе несколько VLAN, то следует задать ему режим работы trunk и прописать инкапсуляцию dot1q(рисунок 2.20):

```

Switch(config-if)#switchport mo
Switch(config-if)#switchport mode tr
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport tr
Switch(config-if)#switchport trunk all
Switch(config-if)#switchport trunk allowed v1
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3,4
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#ex
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr mem
Switch#wr memory
Building configuration...
[OK]

```

Рисунок 2.20 – Настройка trunk-порта коммутатора

Теперь перейдем к настройке маршрутизатора. Поднимите физический интерфейс командой no shutdown.

Далее необходимо настроить субинтерфейсы, т.к. линия связи между коммутатором и маршрутизатором единственная. Для этого войдите на субинтерфейсы и задайте им соответствующие VLAN и IP-адреса (рисунок 2.21):

```

Router(config)#interface gigabitEthernet 0/1.2
Router(config-subif)#
*LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.2, changed state to up

*LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.2, changed
state to up
enc
Router(config-subif)#encapsulation do
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
Router(config-subif)#ip
Router(config-subif)#ip ad
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1
* Incomplete command.
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#
```

Рисунок 2.21 – Настройка субинтерфейсов

Теперь необходимо настроить DHCP-сервер. Для начала, следует задать ему статический IP-адрес 192.168.4.2/24 и шлюз 192.168.4.1 и проверить взаимодействие с маршрутизатором (рисунок 2.22):

```
Packet Tracer SERVER Command Line 1.0
SERVER>ping 192.168.4.1

Pinging 192.168.4.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.4.1: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.4.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.4.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.4.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
|
Ping statistics for 192.168.4.1:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Рисунок 2.22 – Проверка работоспособности

Все работает и теперь можно перейти к настройке выделенного сервера. Для этого перейдите на вкладку Services в пункт DHCP. Задайте имя пула DHCP-VLAN2, шлюз по умолчанию 192.168.2.1, DNS-сервер 8.8.8.8, начальный адрес 192.168.2.0, включите его нажав на галочку On и добавьте пул нажав кнопку Add(рисунок 2.23):

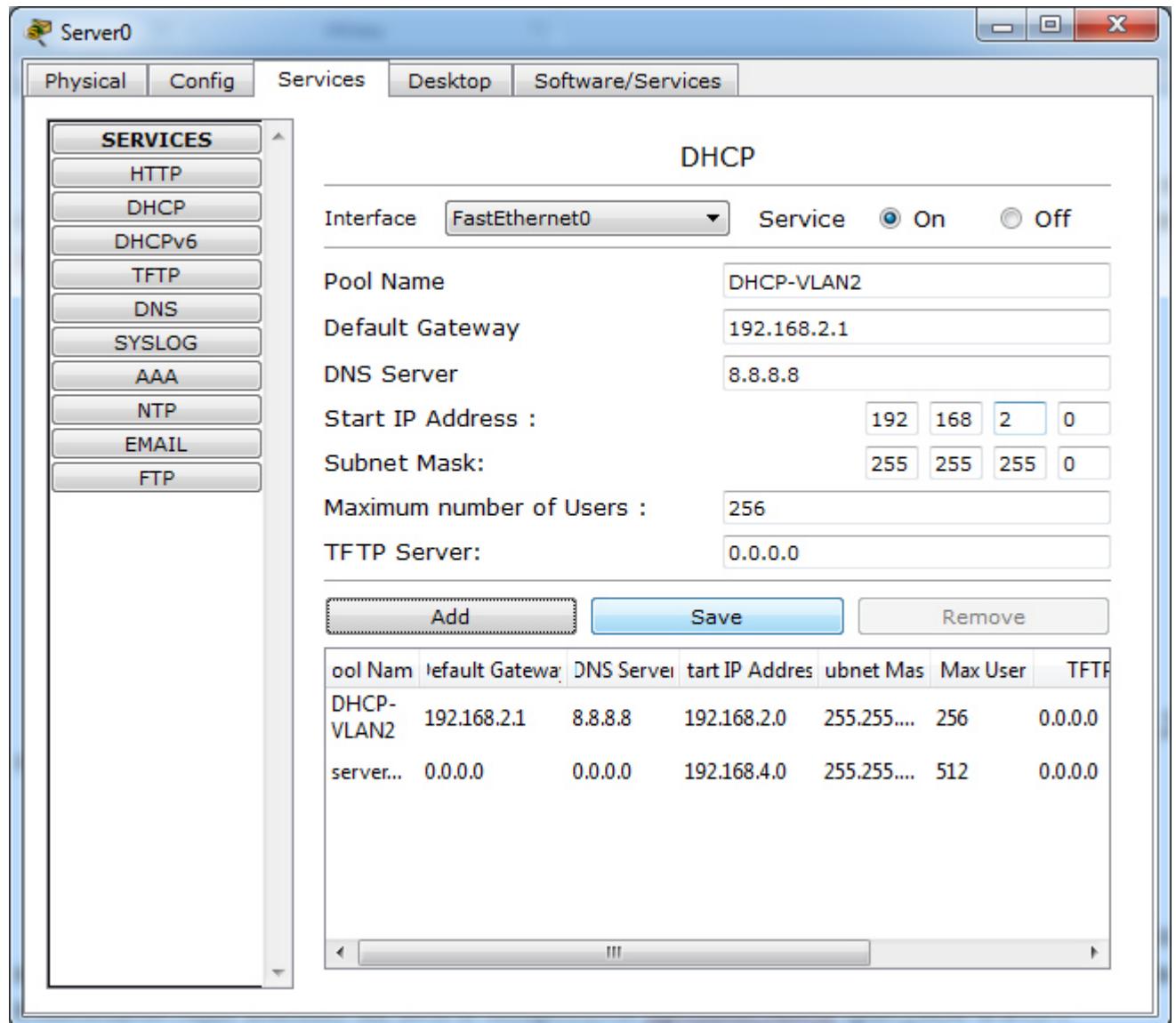


Рисунок 2.23 – Настройка сервера

Произведите аналогичные действия для VLAN 3.

Т.к. ПК и сервер находятся в разных сегментах, то сервер не сможет выдавать адреса, потому что не будет видеть ПК из других сегментов.

Для переадресации запросов на получение IP-адреса на маршрутизаторе существует функция перенаправления DHCP-запросов (DHCP-relay). Для ее настройки следует войти на маршрутизатор и воспользоваться командой `ip-helper address` для сегментов сети с ПК, т.е. VLAN2 и VLAN3. В качестве адреса команды указываем IP-адрес DHCP-сервера (рисунок 2.24):

```

Router(config)#interface gig
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/1.2
Router(config-subif)#ip
Router(config-subif)#ip he
Router(config-subif)#ip help
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.4.2
Router(config-subif)#ex
Router(config)#int
Router(config)#interface gig
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/1.3
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.4.2
Router(config-subif)#ex
Router(config)#ex
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
wr mem
Router#wr memory
Building configuration...
[OK]

```

Рисунок 2.24 – Перенаправление запросов

Проверьте правильность настроек, установив на ПК автоматическое получение IP-адреса и выполнив пинг между ПК в сегментах сети (рисунок 2.25):

```

PC>ping 192.168.2.3

Pinging 192.168.2.3 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.2.3: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.2.3:
 Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
 Approximate round trip times in milli-seconds:
 Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

```

Рисунок 2.25 – Тест работоспособности сети

### *Содержание отчета*

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Выполнение заданий.
4. Проверка. Ответ.

### **4. Вопросы для самопроверки**

1. Какие алгоритмы используются при маршрутизации?
2. Что такое шлюз по умолчанию?
3. Почему шлюз по умолчанию называют «шлюз последней надежды»?
4. Что такое метрика?
5. Какие показатели отражаются в таблице маршрутизации?
6. В чем отличие статической маршрутизации от динамической?
7. Какие маршруты могут быть статическими?
8. Перечислите основные протоколы маршрутизации.
9. Принцип работы LSA-алгоритмов.
10. Принцип работы DVA-алгоритмов

### **Критерии оценки:**

1. Работа оценивается на «пять баллов», если все части задания выполнены верно и выводы сделаны правильно.

2. Работа оценивается на «четыре балла» если не выполнена одна часть задания, выводы сделаны правильно

3. Работа оценивается на «три балла» если не выполнены 2 части задания, выводы сделаны правильно

### **Список литературы**

1. Компьютерные сети : принципы, технологии, протоколы : учеб. пособие : гриф Минобрнауки РФ : пер. с англ. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 4-е изд. – СПб. и др. : Питер, 2012. – 943 с. : ил. – (Учебник для вузов : стандарт третьего поколения) . – На рус. яз. – ISBN 978-5-459-00920-0 : 403.70.

2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Т18 Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012. — 960 с.: ил.

3. Первухин Д.А. Информационные сети и телекоммуникации: Учеб. пособие/Д.А. Первухин, О.В. Афанасьева, Ю.В. Ильюшин. - СПб.: «СатисЬ», 2015. - 267 с. Бондаренко М.Ф., Белоус Н.В., Руткас А.Г. Компьютерная дискретная математика. Харьков: «Компания СМИТ», 2008. - 480с.

4. Шевченко В.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник / В.П. Шевченко. – М.:КНОРУС, 2012. – 288 с.

5. Головин Ю.А. Информационные сети : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Головин Ю.А., Сукинников А.А., Яковлев С.А. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 384 с. ISBN 978-5-7695-6459-8

6. Основы инфокоммуникационных технологий. Учебное пособие для вузов / В.В. Величко, Г.П.Катунин, В.П. Шувалов; под редакцией профессора В.П. Шувалова. – М. : Горячая линия–Телеком, 2009. – 712 с.: ил. ISBN 978-5-9912-0055-4