## Настройка маршрутизации на виртуальной машине

### Цель работы

Продемонстрировать умение настраивать сетевые параметры на виртуальных машинах для обеспечения совместной работы, в том числе в физической сети.

### Задания для выполнения

1. Запускаем две виртуальные машины одновременно
2. Узнаём их адреса
3. Пингуем на каждой адрес 127.0.0.1
4. Пингуем на каждой собственный адрес
5. Настраиваем сетевые интерфейсы виртуальных машин и конфигуратора сетей VM, чтобы каждая из них могла пинговать другую, и на обеих машинах был доступ к Интернету
6. Пингуем на каждой адрес другой виртуальной машины
7. Пингуем на каждой адрес хост-машины
8. Пингуем на каждой внешний адрес 8.8.8.8
9. Пингуем на каждой внешний DNS адрес ya.ru, google.com
10. Пингуем на каждой внешний адрес преподавательского компьютера 10.38.5.27
11. Пингуем на каждой адрес маршрутизатора лабораторной подсети 10.38.5.1

### Методические указания

Манипуляции с таблицей маршрутизации позволяют тонко настраивать работу ваших сетей. Чаще всего это не нужно, но иногда требуется сделать что-то необычное, особенно, когда на компьютере несколько адаптеров, и тогда приходится браться за таблицы маршрутизации.

#### Просмотр таблицы маршрутизации

Таблица маршрутизации в UNIX просматривается командой

netstat -rn

В Linux это можно сделать также при помощи команд route и ip.

route -n

ip route или ip r s

А также напрямую просмотрев файл /proc/net/route:

cat /proc/net/route

Приведем вывод команды route на компьютере:

| Сетевой адрес | Маска сети | Адрес шлюза | Интерфейс | Метрика |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 192.168.1.1 | 192.168.1.100 | 20 |
| 127.0.0.0 | 255.0.0.0 | On-link | 127.0.0.1 | 306 |
| 127.0.0.1 | 255.255.255.255 | On-link | 127.0.0.1 | 306 |
| 127.255.255.255 | 255.255.255.255 | On-link | 127.0.0.1 | 306 |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | On-link | 192.168.1.100 | 276 |
| 192.168.1.100 | 255.255.255.255 | On-link | 192.168.1.100 | 276 |
| 192.168.1.255 | 255.255.255.255 | On-link | 192.168.1.100 | 276 |
| 244.0.0.0 | 240.0.0.0 | On-link | 127.0.0.1 | 306 |
| 244.0.0.0 | 240.0.0.0 | On-link | 192.168.1.100 | 276 |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | On-link | 127.0.0.1 | 306 |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | On-link | 192.168.1.100 | 276 |

Вот так мы можем просмотреть таблицы маршрутизации. Попробуем описать, что все это означает. Каждая строчка определяет, куда отправлять какие пакеты. То есть для диапазона, задаваемого значениями в колонках "сетевой адрес" и "маска сети" создается сетевой маршрут. Например, адрес 192.168.0.1 и маска 255.255.255.0 означают, что имеется в виду диапазон 192.168.0.\*. Маска всегда имеет вид, когда вначале стоят 255, в конце - нули, а последним ненулевым числом может быть степень двойки минус один. Например, для маски 255.255.127.0 и того же адреса 192.168.0.1 диапазон будет чуть шире, в него войдут и адреса вида 192.168.1.\*. Чтобы описать это точнее, надо представить все числа в двоичном виде.

Итак, если мы определились с диапазоном, мы должны понять, куда же компьютер будет направлять пакеты, если они предназначены адресам из этого диапазона. Начнем с четвертой колонки. Она определяет тот адаптер, на который нужно отправлять пакеты. Например, в данном случае, в ней встречаются 192.168.1.100 - это адрес моей сетевой карты и 127.0.0.1 - так называемая обратная петля. Пакеты "на этот адаптер" компьютер даже не будет пытаться отправлять куда-либо. Если бы у меня была активна другая карта, например, WiFi, то в четвертой колонке встречался бы и е адрес.

Третья колонка определяет "шлюз" - тот маршрутизатор, которому нужно послать эти пакеты. В случае, когда там написано "On-link", имеется в виду, что никаких маршрутизаторов не нужно - адрес и так находится в прямой досягаемости. Последняя колонка - метрика. Она определяет предпочтение для маршрута, когда есть варианты. Строки с наименьшей метрикой предпочтительны при совпадении диапазонов.

Итак, давайте разберем описанные маршруты. На самом деле, самой важной является в данном случае первая строчка. Она говорит, что для любого адреса (адрес 0.0.0.0 с маской 0.0.0.0 задает полный диапазон) есть маршрут с использованием моей сетевой карты, и направить можно эти пакеты по адресу 192.168.1.1. Последний адрес является роутером, что все и объясняет. Любой адрес, который компьютер не сможет найти где-то рядом, он направит на роутер и предоставит тому с ним разбираться.

Поговорим про остальное. Три строчки про 127 - системные, связаны с тем, что эти адреса всегда должны возвращаться на сам компьютер. Адреса диапазона 192.168.1.\* являются локальной сетью, 192.168.1.100 - вообще наш адрес, 192.168.1.255 - специальный адрес для широковещательных пакетов в локальной сети. Адреса 244.0.0.0 - тоже специальные зафиксированные адреса для широкого вещания, а две последние строчки определяют сами адаптеры.

Но этот случай достаточно неинтересный. Посмотрим на таблица на моем роутере. Внешний вид будет немного другой, поскольку на нем Линукс, и я вывожу соответствующие таблицы командой route -n.

| Destination | Gateway | Genmask | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10.0.20.43 | 0.0.0.0 | 255.255.255.255 | UH | 0 | 0 | 0 | ppp0 |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0 | 255.255.255.0 | U | 0 | 0 | 0 | br0 |
| 10.22.220.0 | 0.0.0.0 | 255.255.255.0 | U | 0 | 0 | 0 | vlan1 |
| 10.0.0.0 | 10.22.220.1 | 255.224.0.0 | UG | 0 | 0 | 0 | vlan1 |
| 127.0.0.0 | 0.0.0.0 | 255.0.0.0 | U | 0 | 0 | 0 | lo |
| 0.0.0.0 | 10.0.20.43 | 0.0.0.0 | UG | 0 | 0 | 0 | ppp0 |

Заметим сразу, что колонки немного изменились. На всех мы останавливаться не будем, существенной измененной колонкой является последняя - вместо IP-адреса адаптера мы указываем его имя. Здесь lo - это "петля" (никуда не отправлять), br0 - внутренняя сеть, ppp0 - внешняя, vlan0 - установленное vpn-соединение. Итак, разберем строчки. Также в колонке с флагами буква G означает Gateway - шлюз, а H - Host, наш компьютер.

Последняя строчка - шлюз по умолчанию. Любой пакет мы может отправить на адрес 10.0.20.43. Что интересно, это - наш собственный адрес, полученный при установке VPN - соединения! Так всегда получается, когда установлено VPN-соединения, пакет, в первую очередь отправляем своему виртуальному интерфейсу, где он инкапсулируется в другой пакет, который пойдет до реального шлюза. Естественно, в таблицах маршрутизации этого не видно. Также к описанию этого соединения относится и первая строчка.

Настоящий шлюз мы видим в третей строчке - адресы диапазона 10.22.220.\* отправляются на vlan1, шлюз, предоставленный провайдером, коммуникатор, с которым мы соединены сетевым кабелем напрямую. Вторая строчка говорит о том, что адреса диапазона 192.168.1.\* - это локальная сеть, и пакеты к ним нужно отправлять внутрь, а не вовне. Пятая - обычная информация про "локальные адреса".

#### Команды таблицы маршрутизации

Я ничего не сказал про предпоследнюю строчку. А она самая интересная, ведь я ее добавил руками. В чем ее смысл? Адреса диапазона 10.1-32.\*.\* я отправляю на шлюз 10.22.220.1. Пакеты на эти адреса не пойдут в интернет, а останутся в локалке провайдера. Да, пакеты на диапазон 10.22.220. и так идут туда, но этого мало. Так я не получаю полноценного доступа к локальным ресурсам.

В случае Windows такой маршрут в таблицы маршрутизации был бы добавлен командой route -p add 10.0.0.0 mask 255.224.0.0 10.22.220.1. -p означает, что маршрут постоянный, он не должен удаляться после перезагрузки компьютера.

### Контрольные вопросы

1. Можно ли на виртуальной машине настроить несколько сетевых адаптеров? Для чего это может понадобиться?
2. С помощью каких команд можно просмотреть основную информацию о сетевых параметрах компьютера?
3. Как работает утилита ping? Для чего она нужна?
4. Зачем пинговать localhost?
5. В чем разница обращения к удаленному узлу по IP-адресу и по DNS-имени?

### Дополнительные задания

1. Создать сеть виртуальных машин, состоящую из двух подсетей, соединенных компьютером-шлюзом. Проверить работоспособность сети, доступность всех сетевых узлов, корректность маршрутизации.
2. Настроить маскарадинг на компьютере-шлюзе (роутере).