

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЕТИ В NET-SIMULATOR

Составитель: Коробецкая А.А.

Установка NET-Simulator

NET-Simulator – это бесплатно распространяемая программа, позволяющая имитировать работу компьютерных сетей.

Скачать программу можно с официального сайта: <http://www.net-simulator.org>

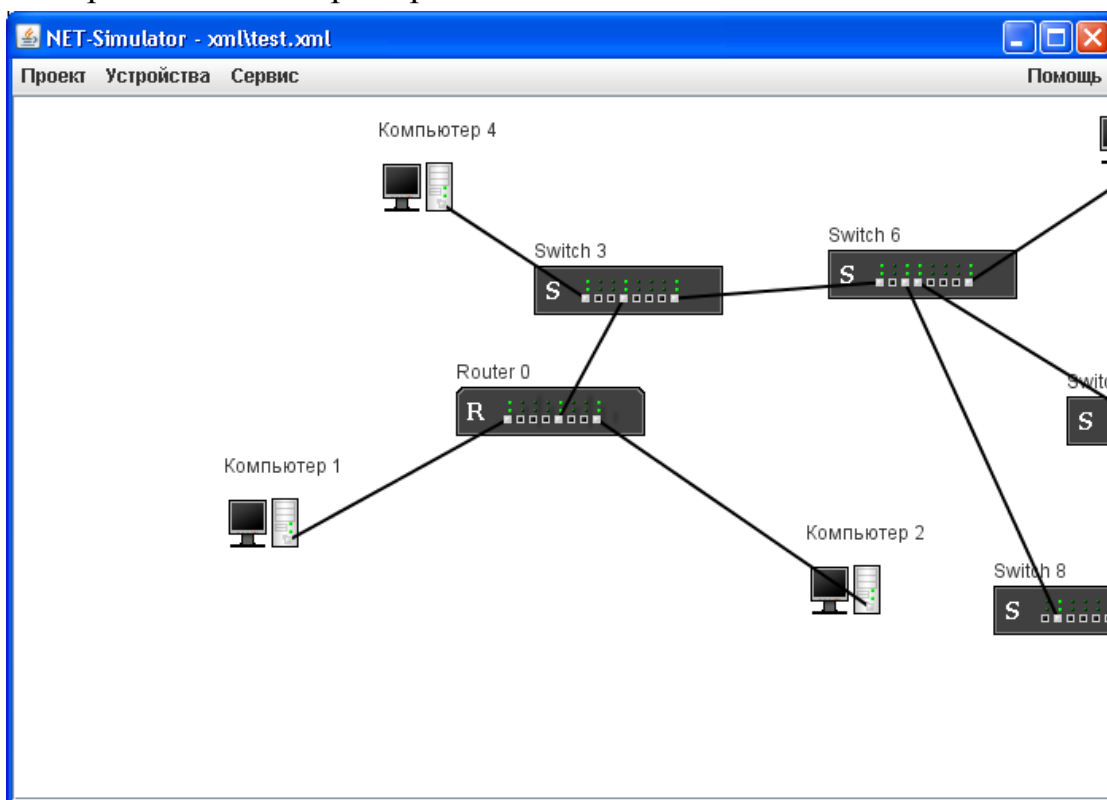
На том же сайте находится инструкция по установке, справка и описание примера сети.

Для работы программы необходимо установить Java-машину: <http://java.com/ru/download/index.jsp>

Для запуска NET-Simulator просто разархивируйте архив и запустите файл *run.bat*.

Внимание! Путь к папке с NET-Simulator не должен содержать русских символов!

Если все выполнено правильно, сначала запустится командная строка, а затем откроется окно с примером сети.



На практике используются более сложные симуляторы сетей, в которых доступно множество реальных устройств. Примеры симуляторов:

- ns-3 (бесплатная);
- NetSim (проприетарная);
- HP Network Simulator (бесплатная);
- Cisco CCNA Labs Simulation (проприетарная).

Задание

1. (2 балла) Ознакомиться с документацией и примером сети. Ответить на вопросы.
 - Какие сетевые устройства можно использовать в Net-Simulator?
 - Как добавить и удалить устройства в проект?
 - Как подсоединить кабель к устройству?
 - Как запустить терминал для настройки устройств?
 - Какие команды поддерживает терминал NET-Simulator?
2. (4 балла) Реализовать примеры сетей из методички.
 - сеть «точка-точка»;
 - сеть с топологией «шина» на общем концентраторе;
 - сеть с топологией «пассивная звезда» с использованием коммутатора;
 - соединение сетей вручную через коммутатор;
 - соединение различных сетей через роутер.
3. (6 баллов) Реализовать собственную сеть в соответствии с вариантом и сгенерировать отчет. Описать подсети, из которых состоит сеть, по схеме:
 - адрес сети;
 - маска сети;
 - топология сети;
 - число хостов в сети;
 - максимально допустимое число хостов;
 - какие устройства входят в сеть;
 - адрес шлюза по умолчанию (если он есть);
 - адрес широковещательной рассылки.

Всего за работу: 12 баллов.

По работе оформляется отчет в Word, который должен содержать ответы по каждому пункту задания.

Указания к выполнению работы

В данных указаниях **не** дублируется информация с сайта NET-Simulator. Самостоятельно ознакомьтесь и при необходимости обращайтесь к документации программы!

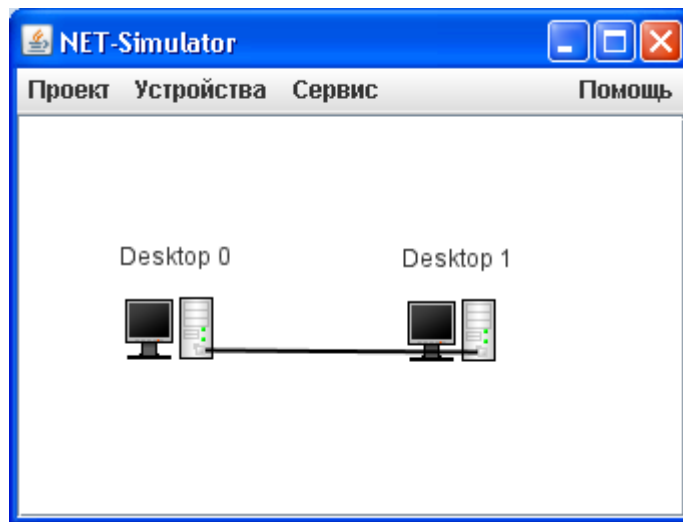
Каждый пример сохраняется в отдельном проекте.

Сеть «точка-точка» (point-to-point)

«Точка-точка» – простейшая сеть, состоящая из 2-х рабочих станций, соединенных кабелем.

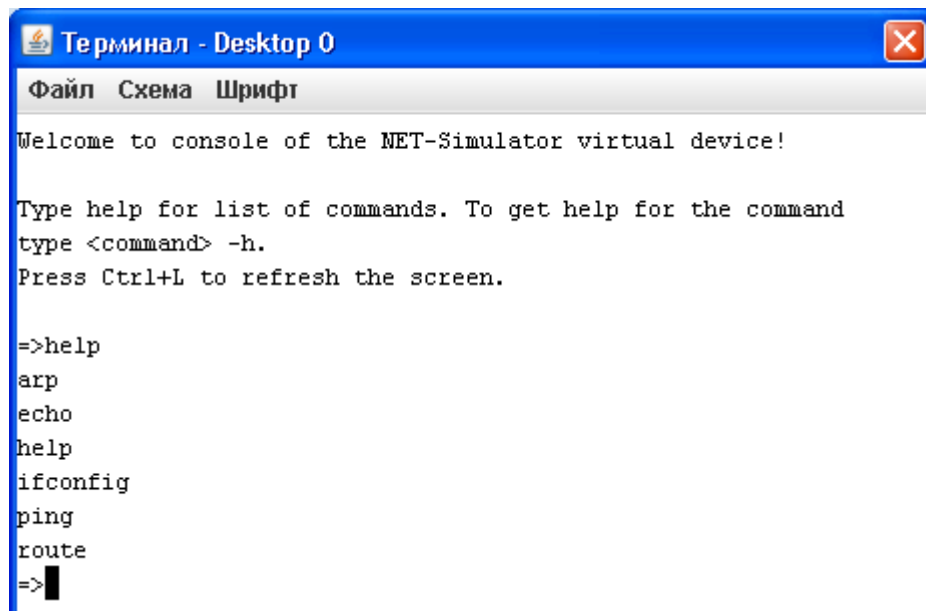
Создайте новый проект.

Разместите на листе 2 компьютера и соедините их кабелем. При правильном подключении на компьютерах загорятся 2 зеленые лампочки.



Дважды кликните по компьютеру “Desktop 0”. Откроется окно терминала.

Введите **help** чтобы увидеть список доступных команд.



Команда **ifconfig** позволят посмотреть и настроить параметры сетевых интерфейсов (сетевых карт, разъемов роутера и т.п.).

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

=>ifconfig -h
usage: ifconfig [-h] [-a] [<interface>] [<address>] [-broadcast <address>]
          [-netmask <address>] [-up|-down]
Configure a network interface. If no arguments are given, ifconfig displays the
status of the currently active interfaces. If the only <interface> argument is
given, ifconfig displays the status of the interface.
  -a                display the status of all interfaces, even those that
                    are down
  -broadcast <address> set the protocol broadcast address for this interface
  -down            this flag causes the driver for this interface to be
                    shut down
  -h              display this help
  -netmask <address> set the IP network mask for this interface (this value
                    defaults to the usual class A, B or C network mask)
  -up            this flag causes the interface to be activated
=>
```

Пока мы не настраивали свою сеть, сетевые карты компьютеров отключены и не имеют своего адреса. Чтобы это увидеть, введите команду **ifconfig** с параметром **-a**:

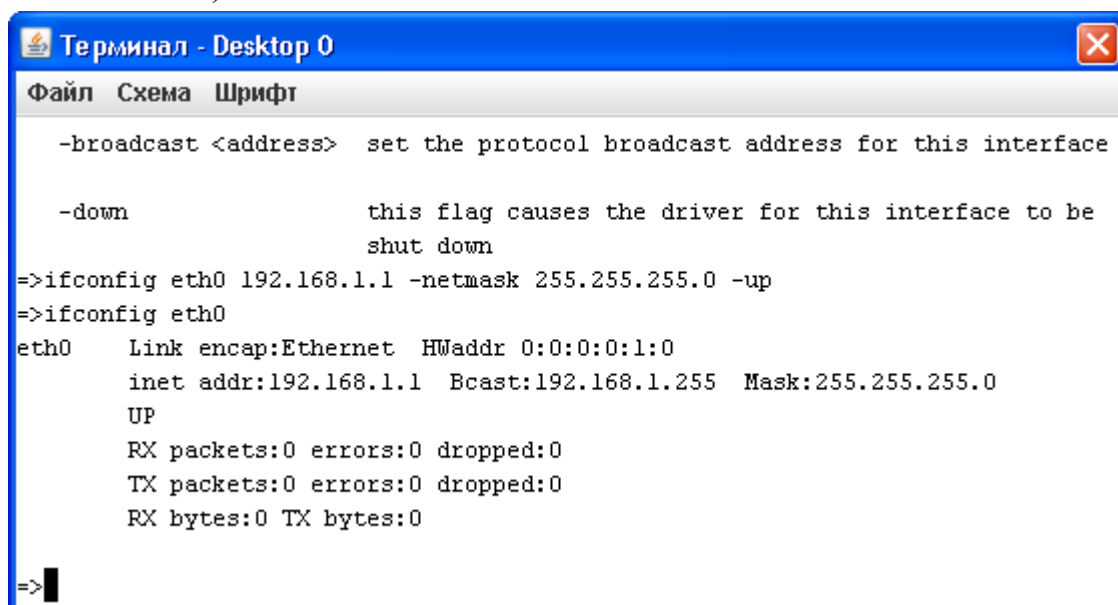
```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

given, ifconfig displays the status of the interface.
  -a                display the status of all interfaces, even those that
                    are down
  -broadcast <address> set the protocol broadcast address for this interface
  -down            this flag causes the driver for this interface to be
                    shut down
  -h              display this help
  -netmask <address> set the IP network mask for this interface (this value
                    defaults to the usual class A, B or C network mask)
  -up            this flag causes the interface to be activated
=>ifconfig -a
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:1:0
        DOWN
        RX packets:0 errors:0 dropped:0
        TX packets:0 errors:0 dropped:0
        RX bytes:0 TX bytes:0
=>
```

eth0 — это имя интерфейса (в реальности может быть произвольным);

Link encap: Ethernet – используемый стандарт подключения;
HWaddr – физический адрес (MAC-адрес), неизменяемый;
DOWN – состояние (выкл.);
далее идет статистика передачи данных.

Назначим первому компьютеру IP-адрес 192.168.1.1 с маской 255.255.255.0 (адреса 192.168.x.x/24 стандартно используются для небольших локальных сетей):



```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

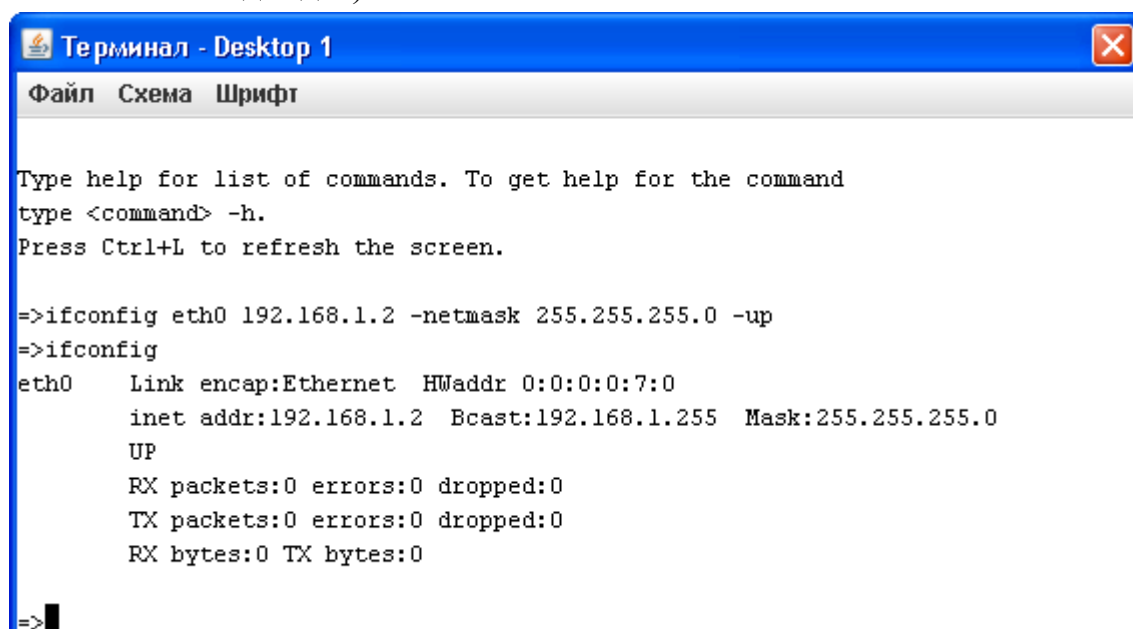
-broadcast <address>  set the protocol broadcast address for this interface

-down                  this flag causes the driver for this interface to be
                        shut down
=>ifconfig eth0 192.168.1.1 -netmask 255.255.255.0 -up
=>ifconfig eth0
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:1:0
        inet addr:192.168.1.1  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
        UP
        RX packets:0 errors:0 dropped:0
        TX packets:0 errors:0 dropped:0
        RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```

В описание интерфейса добавилась строка с настройками IP-адреса и статус сменился с **DOWN** на **UP**.

Аналогично настроим второй компьютер на адрес 192.168.1.2/24 (адрес должен быть из той же сети, например, 192.168.20.2 не подойдет, а 192.168.1.100 – подойдет).



```
Терминал - Desktop 1
Файл  Схема  Шрифт

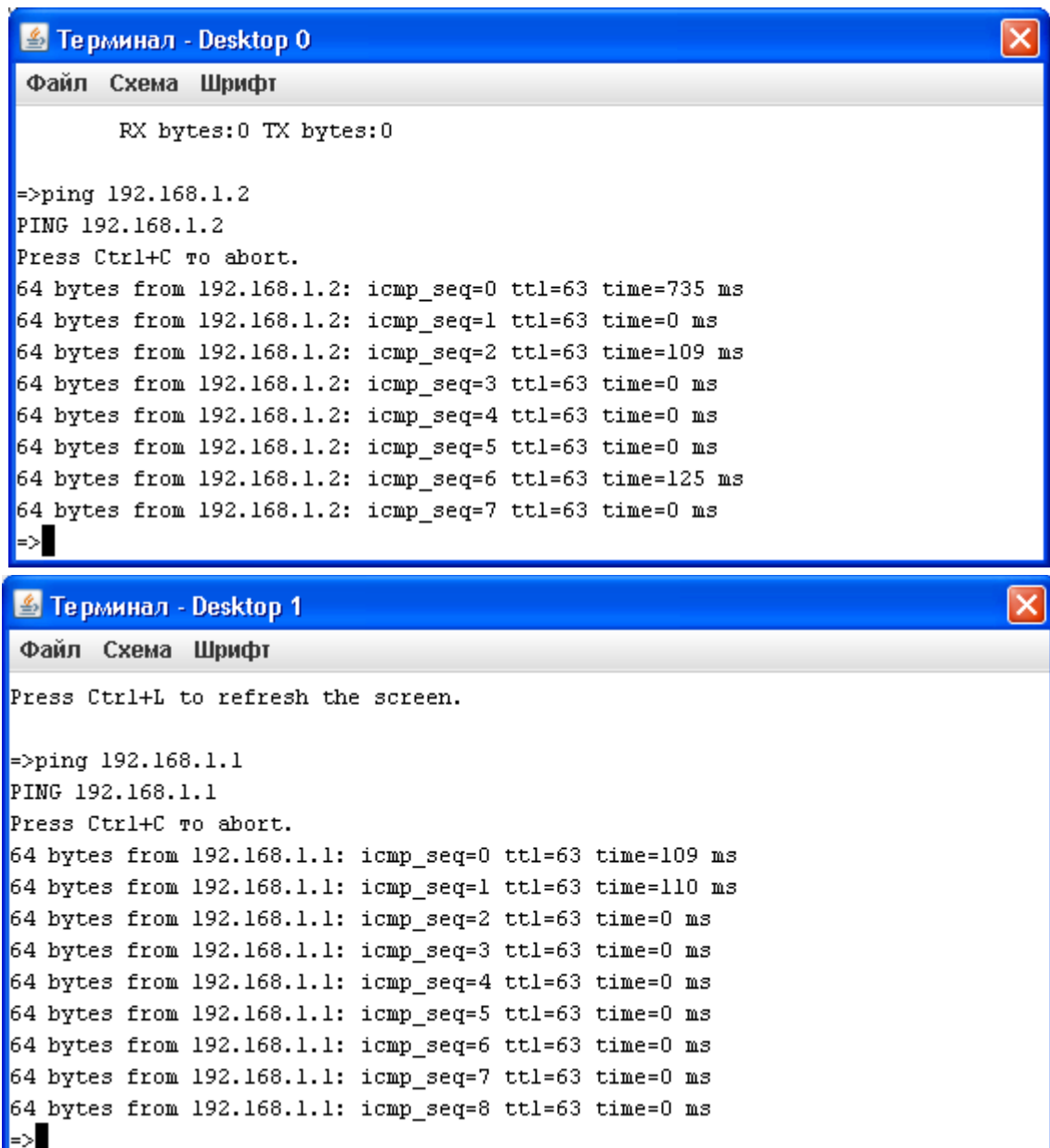
Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ifconfig eth0 192.168.1.2 -netmask 255.255.255.0 -up
=>ifconfig
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:7:0
        inet addr:192.168.1.2  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
        UP
        RX packets:0 errors:0 dropped:0
        TX packets:0 errors:0 dropped:0
        RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```

Теперь проверим работоспособность сети с помощью команды **ping** (Ctrl+C – остановить передачу, всего необходимо отправить 7-10 пробных

пакетов). **Обратите внимание**, пока ведется передача/получение данных, у узлов мигают зеленые лампочки, а кабель подсвечивается синим.



The image shows two terminal windows. The top window, titled 'Терминал - Desktop 0', displays the output of a ping command to 192.168.1.2. It shows eight successful responses with varying times. The bottom window, titled 'Терминал - Desktop 1', displays the output of a ping command to 192.168.1.1. It shows eight successful responses, with the first two having higher times than the subsequent six.

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт
RX bytes:0 TX bytes:0

=>ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=735 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=109 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=5 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=6 ttl=63 time=125 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=7 ttl=63 time=0 ms
=>
```

```
Терминал - Desktop 1
Файл  Схема  Шрифт
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=0 ttl=63 time=109 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=110 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=5 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=6 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=7 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=8 ttl=63 time=0 ms
=>
```

В ходе передачи ни один пакет не был потерян. Мы получили работоспособную сеть «точка-точка».

Сохраните результат в виде отдельного проекта.

Контрольные вопросы:

Что такое маска сети?

Какой адрес у созданной в примере сети (net id)?

Каковы адреса узлов (host id) в сети?

Сеть на основе концентратора. Топология «шина» (пассивная звезда)

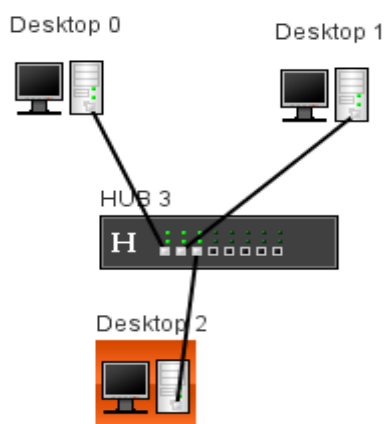
Мы продолжим совершенствовать ранее созданную сеть «точка-точка», но сохранить ее нужно в отдельном проекте.

Предположим, мы хотим создать сеть из трех компьютеров. Напрямую соединить их уже не получится, т.к. у каждого компьютера только один интерфейс (сетевая карта).

Даже если в реальной сети у компьютера две сетевых карты, настроить общую сеть без сетевых устройств довольно затруднительно – один из компьютеров придется сделать сервером.

В примере мы реализуем простейшую сеть на основе **концентратора**. Ее можно рассматривать и как «шину», и как пассивную звезду. Реальную шину с одним общим кабелем в Net-Simulator создать нельзя, т.к. на кабель подключается ровно 2 устройства.

Итак, добавьте к ранее созданной сети «точка-точка» еще один компьютер, концентратор (hub) и соедините кабелем, как показано на рисунке (расположение узлов на листе может быть любым):



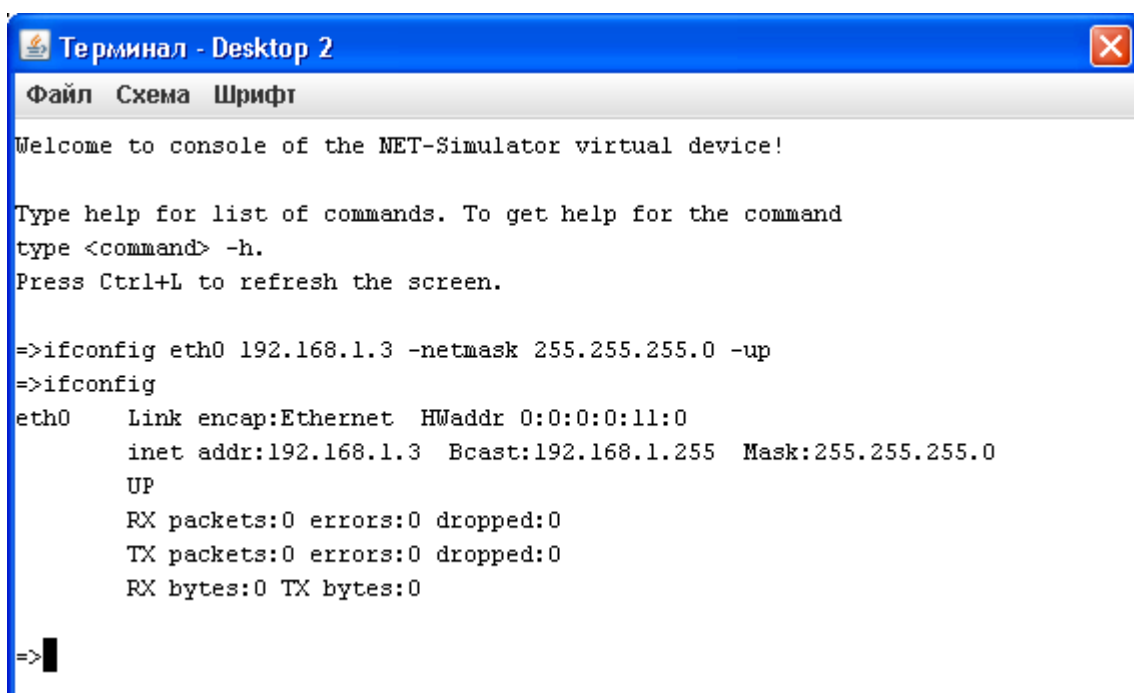
Адрес сети мы оставим прежним, поэтому первые два узла перенастраивать не нужно. Они по-прежнему будут работоспособны.

Совет

Для повтора предыдущей команды терминала нажмите на клавиатуре стрелку «вверх».

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=5 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=6 ttl=63 time=125 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=7 ttl=63 time=0 ms
=>ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=219 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
=>
```

Необходимо настроить только третий узел, выдав ему адрес из той же сети, например 192.168.1.3:



```
Терминал - Desktop 2
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

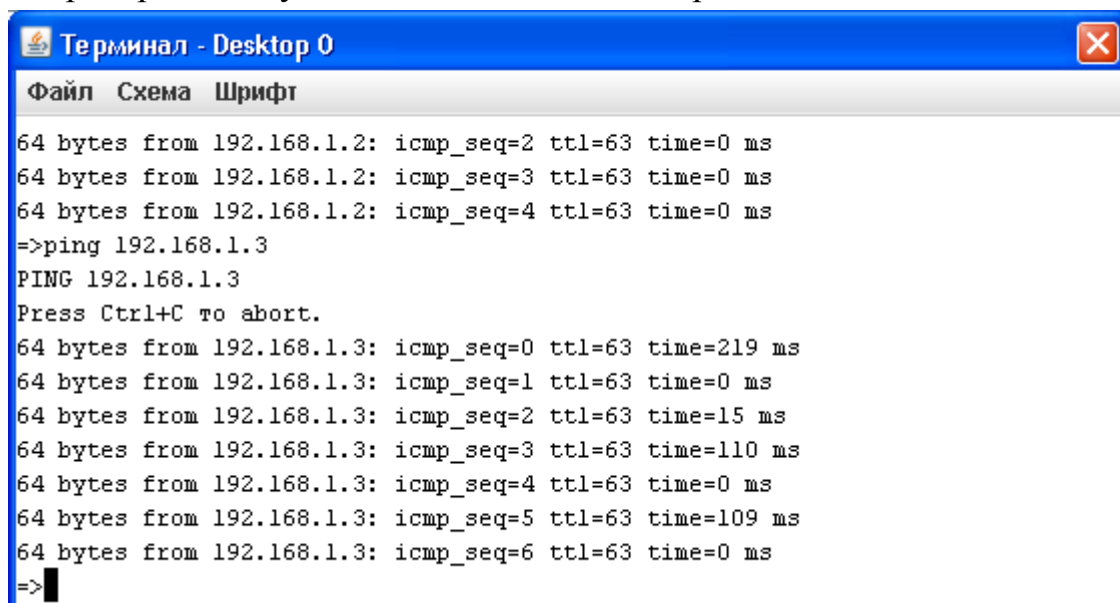
Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ifconfig eth0 192.168.1.3 -netmask 255.255.255.0 -up
=>ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:11:0
          inet addr:192.168.1.3  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          UP
          RX packets:0 errors:0 dropped:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0
          RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```

Сам концентратор не является активным устройством и не настраивается.

Проверим доступность нового компьютера:



```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
=>ping 192.168.1.3
PING 192.168.1.3
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=0 ttl=63 time=219 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=15 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=3 ttl=63 time=110 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=5 ttl=63 time=109 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=6 ttl=63 time=0 ms

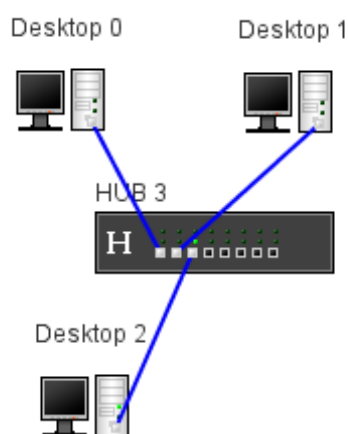
=>
```



```
Терминал - Desktop 2
Файл  Схема  Шрифт
=>ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2
Press Ctrl+C to abort.
icmp_seq=0 Destination Host Unreachable
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=219 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=5 ttl=63 time=219 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=6 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=7 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=8 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=9 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=10 ttl=63 time=0 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=11 ttl=63 time=0 ms
=>
```

Первый пакет с нового компьютера был потерян (возможно, неполадки в сети), затем передача шла без сбоев.

Обратите внимание, при передаче данных мигают лампочки у всех компьютеров, т.е. данные получают все устройства в сети. Поэтому такая сеть будет весьма загруженной.

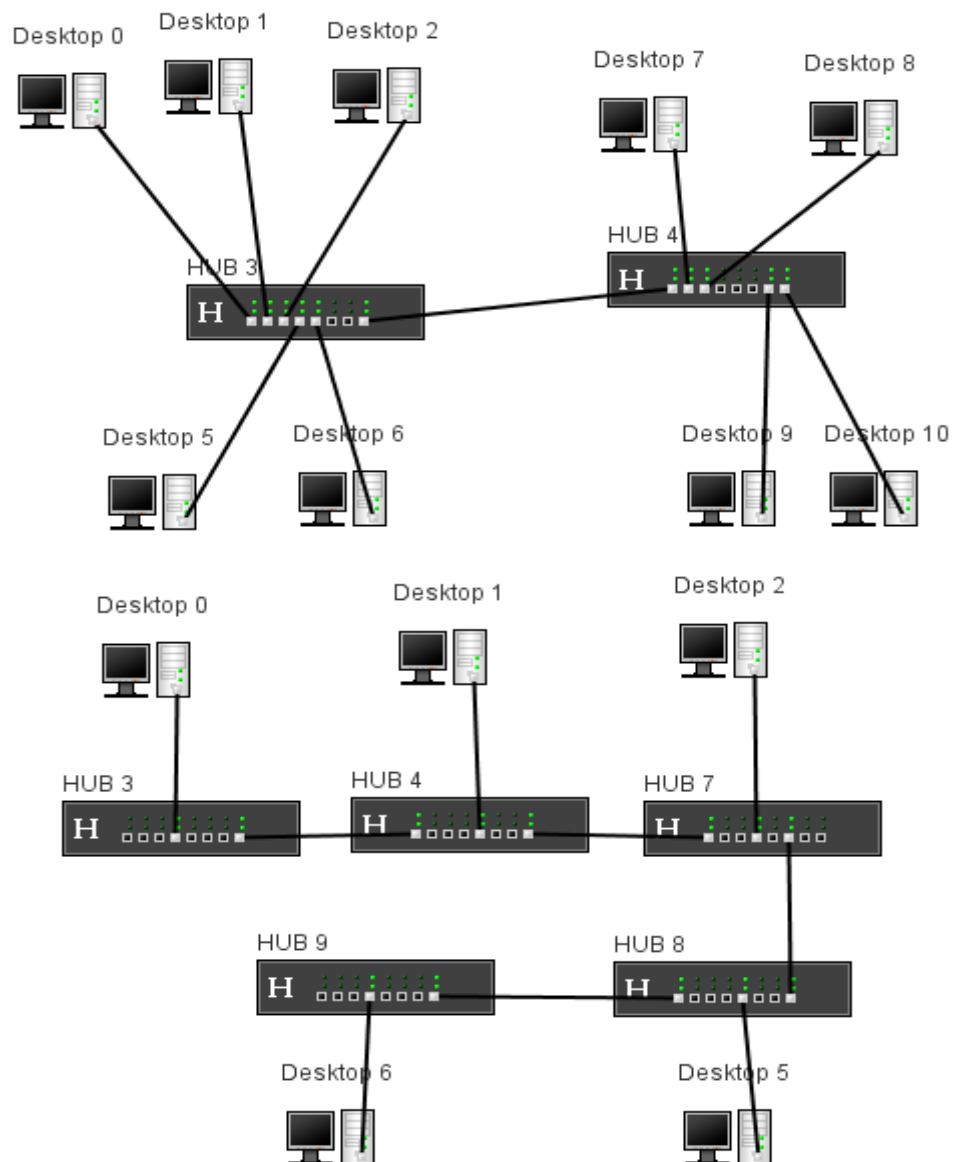


Сохраните полученную сеть в отдельный проект.

Аналогично можно добавить четвертый, пятый и т.д. узел. Если число узлов больше числа разъемов концентратора, то можно использовать несколько концентраторов, или даже выделить свой концентратор каждому компьютеру, чтобы сделать сеть похожей на «шину».

Настройка сети будет во всех случаях одинаковой. И в любом случае, сеть можно считать реализованной по топологии «шина».

Примеры (реализовывать не нужно).



Контрольные вопросы

1. Какой сетевой адрес у концентратора?
2. Сколько узлов может быть в сети с топологией «шина» (в реальной и в модельной)?

Сети с использованием коммутатора. Пассивная звезда

Чтобы снизить нагрузку сети, вместо концентратора можно использовать **коммутатор (switch)**. Это устройство может анализировать физический адрес и передает пакеты не всем узлам, а только конкретному получателю.

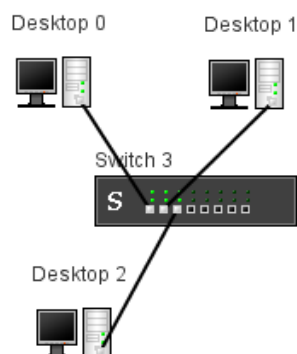
Такая сеть имеет топологию «пассивная звезда»: находящийся в центре коммутатор не управляет сетью, но передача идет не на все компьютеры, как в «шине», а только на нужные.

Для этого у коммутатора есть таблица физических адресов (**мactable**), в которой записано, к какому интерфейсу какой узел подключен.

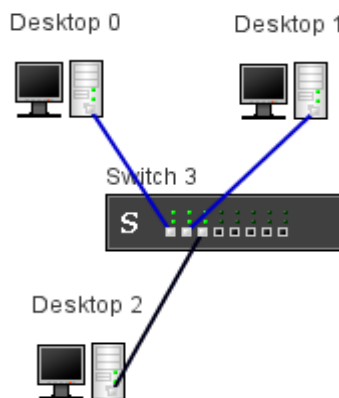
Эта таблица заполняется автоматически. При попытке передачи коммутатор сначала опрашивает все подключенные устройства и узнает их адреса. Адреса заносятся в таблицу, и далее коммутатор ведет передачу только по нужному адресу через нужный интерфейс.

Поскольку устройства могут подключаться и отключаться, МАС-таблица периодически очищается и коммутатор опрашивает устройства снова. Это позволяет поддерживать таблицу в актуальном состоянии.

Для реализации такой сети просто замените концентратор в предыдущем проекте на коммутатор. Перенастраивать компьютеры не нужно.



Теперь, если проверить работоспособность сети, сначала произойдет отправка на все хосты, а потом коммутатор будет отправлять данные только на нужный (со 192.168.1.1 на 192.168.1.2):



```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ping 192.168.1.2
PING 192.168.1.2
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=211 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=3 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=5 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=6 ttl=63 time=4 ms
```

Не останавливая пинг, проверьте таблицу MAC-адресов коммутатора:

```
Терминал - Switch 3
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>help
echo
help
mactable
=>mactable
MACAddress      port
0:0:0:0:1:0     0
0:0:0:0:7:0     1
```

Одновременно запустите передачу с узла 192.168.1.2 на 192.168.1.3 и еще раз проверьте MAC-таблицу:

```
Терминал - Desktop 1
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ping 192.168.1.3
PING 192.168.1.3
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=0 ttl=63 time=115 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=1 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=2 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=3 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=4 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=5 ttl=63 time=4 ms
```

```
Терминал - Switch 3
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>help
echo
help
mactable
=>mactable
MACAddress      port
0:0:0:0:1:0     0
0:0:0:0:7:0     1
=>mactable
MACAddress      port
0:0:0:0:1:0     0
0:0:0:0:11:0    2
0:0:0:0:7:0     1
```

После остановки передачи, через несколько секунд таблица очистится.

```
Терминал - Switch 3
Файл  Схема  Шрифт

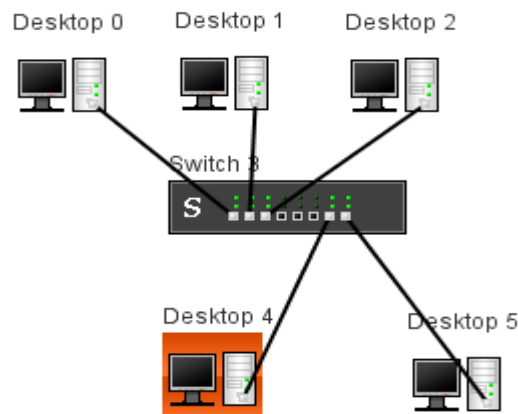
=>mactable
MACAddress      port
```

Сохраните полученную сеть в отдельный проект.

Две сети на общем коммутаторе

Мы можем подключить две различных сети к одному коммутатору, как если бы это были отдельные сети.

Добавьте в предыдущий проект еще два компьютера и назначьте им адреса 192.168.100.1/28 и 192.168.100.2/28. Подсоедините новые компьютеры к свободным разъемам коммутатора.



```
Терминал - Desktop 4
Файл Схема Шрифт
Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ifconfig eth0 192.168.100.1 -netmask 255.255.255.240 -up
=>ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:E5:0
          inet addr:192.168.100.1  Bcast:192.168.100.15  Mask:255.255.255.240
          UP
          RX packets:0 errors:0 dropped:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0
          RX bytes:0 TX bytes:0

Терминал - Desktop 5
Файл Схема Шрифт
Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

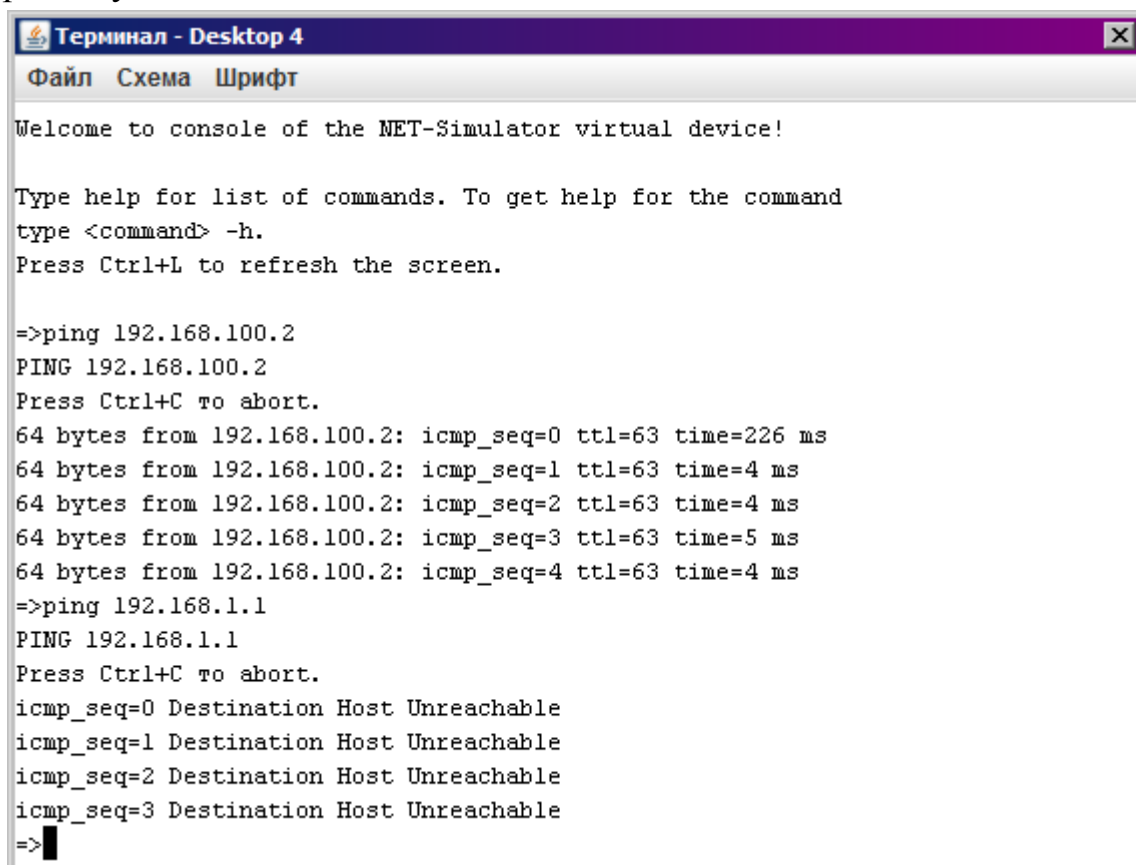
=>ifconfig eth0 192.168.100.2 -netmask 255.255.255.240 -up
=>ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:FF:0
          inet addr:192.168.100.2  Bcast:192.168.100.15  Mask:255.255.255.240
          UP
          RX packets:0 errors:0 dropped:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0
          RX bytes:0 TX bytes:0
```

Таким образом, у нас получилось две подсети:

- 1) 192.168.1.0 с маской 255.255.255.0, компьютеры Desktop 0, Desktop 1, Desktop 2

2) 192.168.100.0 с маской 255.255.255.240, компьютеры Desktop 4, Desktop 5

Если мы проверим работу сети, то увидим, что внутри каждой из подсетей пакеты циркулируют свободно, но не могут попасть из одной подсети в другую, хоть эти сети и подключены к одному и тому же устройству.



```
Терминал - Desktop 4
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

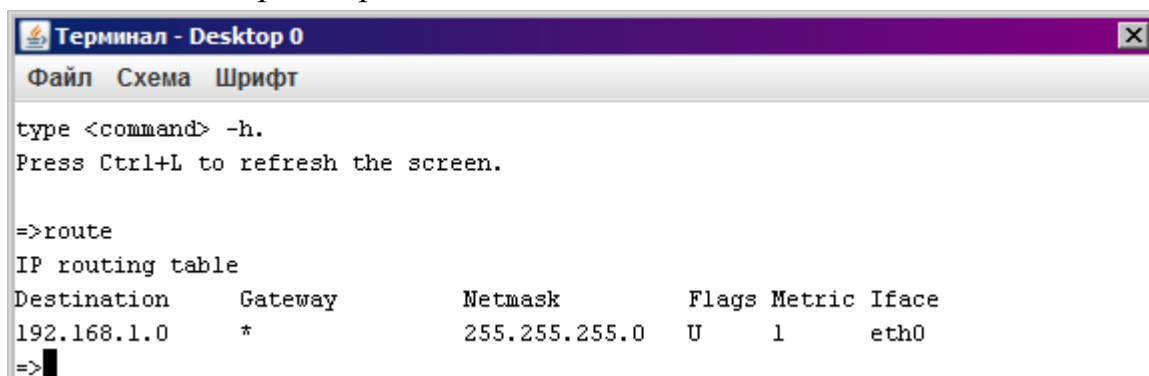
Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ping 192.168.100.2
PING 192.168.100.2
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.100.2: icmp_seq=0 ttl=63 time=226 ms
64 bytes from 192.168.100.2: icmp_seq=1 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.100.2: icmp_seq=2 ttl=63 time=4 ms
64 bytes from 192.168.100.2: icmp_seq=3 ttl=63 time=5 ms
64 bytes from 192.168.100.2: icmp_seq=4 ttl=63 time=4 ms
=>ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1
Press Ctrl+C to abort.
icmp_seq=0 Destination Host Unreachable
icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
=>
```

Причина в том, что у компьютеров не настроены **таблицы маршрутизации**, т.е. компьютеры не знают, каким образом передать данные в другую сеть. Они просто не начнут передачу на неизвестный адрес.

Когда мы назначали ip-адреса компьютерам, в их таблицы маршрутизации автоматически добавлялась одна единственная строка: с собственной сетью компьютера.

Просмотреть и настроить таблицу маршрутизации можно командой **route**. У компьютеров первой подсети она выглядит так:



```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.1.0      *                255.255.255.0    U        1     eth0
=>
```

А во второй подсети так:

```
Терминал - Desktop 4
Файл  Схема  Шрифт

type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.100.0    *                255.255.255.240 U        1    eth0
=>
```

Destination – адрес назначения, для которого адреса задается маршрут в данной строке

Gateway – на какой шлюз отправлять пакеты, * – ни на какой, передача внутри локальной подсети

Flags – флаги (проставляются автоматически): **U** – маршрут активен, **G** – маршрут использует шлюз, **H** – адрес назначения является адресом отдельного хоста, а не сети

Metric – метрика, определяет приоритет маршрутов

Iface – интерфейс, через который ведется передача

Т.е. компьютеры первой подсети «знают» только свои локальные адреса из диапазона 192.168.1.0, а второй подсети – только из 192.168.100.0.

Чтобы связать сети между собой, необходимо добавить их в таблицы маршрутизации каждого компьютера.

Для компьютеров первой подсети (Desktop 0, Desktop 1, Desktop 2):

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.1.0      *                255.255.255.0   U        1    eth0
=>route -add 192.168.100.0 -netmask 255.255.255.240 -dev eth0
=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.100.0    *                255.255.255.240 U        0    eth0
192.168.1.0      *                255.255.255.0   U        1    eth0
=>
```

Для второй подсети (Desktop 4, Desktop 5):

```
Терминал - Desktop 4
Файл  Схема  Шрифт

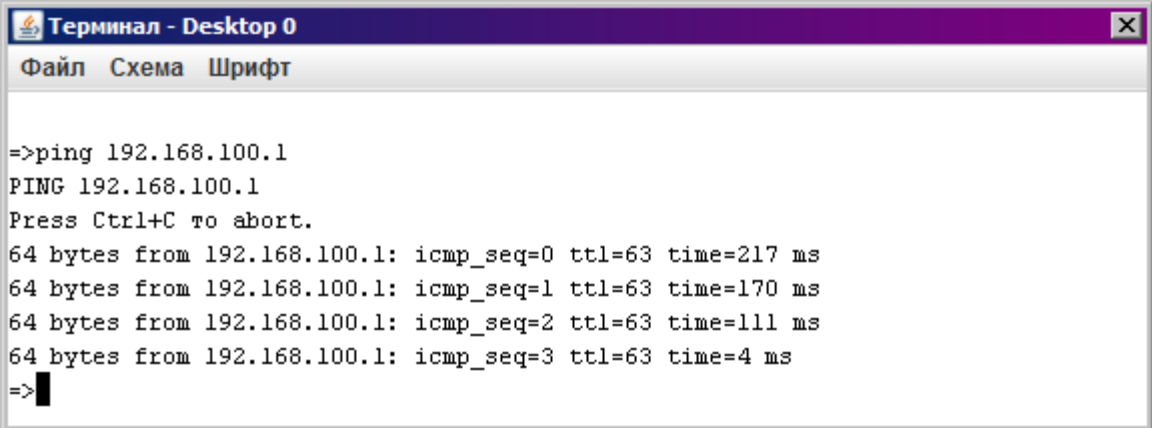
192.168.100.0    *                255.255.255.240 U        1    eth0
=>route -add 192.168.1.0 -netmask 255.255.255.0 -dev eth0
=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.100.0    *                255.255.255.240 U        1    eth0
192.168.1.0      *                255.255.255.0   U        0    eth0
=>
```


Совет

Если вы ошиблись при добавлении маршрута, вам нужно сначала удалить из таблицы неправильный маршрут, а потом добавить правильный:

1. Стрелкой «вверх» пролистайте команды до той, в которой вы ошиблись.
2. Замените `—add` на `—del` и выполните команду.
3. Еще раз пролистайте команды и исправьте ошибку.

Теперь (только после настройки обеих подсетей!) они могут передавать пакеты друг другу.



```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

=>ping 192.168.100.1
PING 192.168.100.1
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 192.168.100.1: icmp_seq=0 ttl=63 time=217 ms
64 bytes from 192.168.100.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=170 ms
64 bytes from 192.168.100.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=111 ms
64 bytes from 192.168.100.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=4 ms
=>
```

Таким образом, мы получили две подсети, подключенных к общему маршрутизатору.

Сохраните полученную сеть в отдельный проект.

Контрольные вопросы:

1. Откуда взялась маска второй подсети 255.255.255.240? Сколько максимум компьютеров можно подключить к сети с такой маской?
2. Есть ли таблица маршрутизации у коммутатора?

Соединение различных сетей через маршрутизатор

Если две маленьких сети, как в предыдущем примере, можно объединить с помощью одного коммутатора, то для больших сетей, которые включают много узлов и подсетей, этот вариант не подходит, потому что:

- а) таблица физических адресов коммутатора становится очень большой, что требует дополнительной памяти и замедляет его работу;
- б) для обновления таблицы коммутатор запрашивает физические адреса всех устройств сети, а это дополнительный трафик;
- в) каждому компьютеру придется вписать в таблицу маршрутизации адреса всех подсетей.

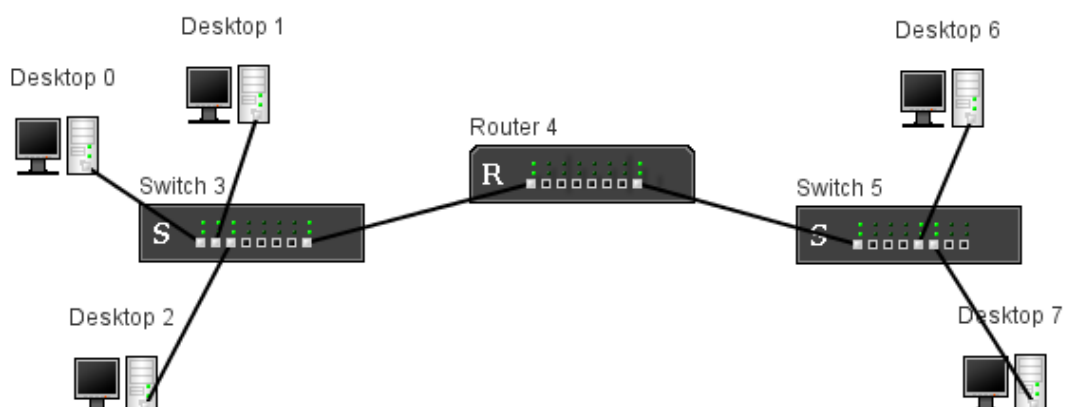
В реальности для объединения сетей используется **маршрутизатор (роутер)**. Он распределяет трафик между подсетями и определяет путь доставки каждого пакета.

Тогда каждому компьютеру не нужно знать адреса всех сетей, нужно только знать адрес своего роутера, который уже решит, куда отправлять пакет.

Коммутаторы и концентраторы в таких сетях тоже используются, но они функционируют в пределах подсети. Создаваемый ими трафик не выходит дальше ближайшего роутера.

Откройте проект, в котором мы создали сеть «пассивная звезда» на коммутаторе, но еще не добавили вторую подсеть.

Добавьте в проект маршрутизатор, еще один концентратор, два компьютера и необходимые кабели, как показано на рисунке.



Задайте для двух новых компьютеров адреса 172.16.0.101/16 и 172.16.0.110/16. Проверьте работоспособность каждой из подсетей.

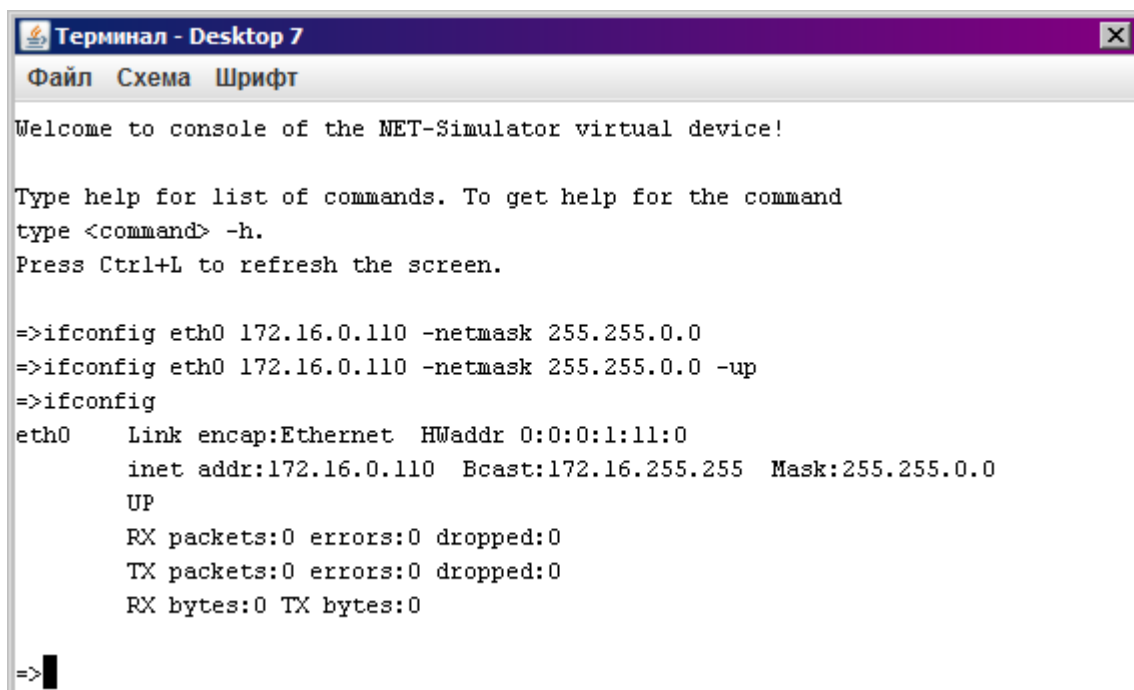
```
Терминал - Desktop 6
Файл Схема Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ifconfig eth0 172.16.0.101 -netmask 255.255.0.0 -up
=>ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:1:B:0
          inet addr:172.16.0.101  Bcast:172.16.255.255  Mask:255.255.0.0
          UP
          RX packets:0 errors:0 dropped:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0
          RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```



```
Терминал - Desktop 7
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>ifconfig eth0 172.16.0.110 -netmask 255.255.0.0
=>ifconfig eth0 172.16.0.110 -netmask 255.255.0.0 -up
=>ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:1:1:0
          inet addr:172.16.0.110  Bcast:172.16.255.255  Mask:255.255.0.0
          UP
          RX packets:0 errors:0 dropped:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0
          RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```

Теперь настроим маршрутизатор.

В отличие от компьютеров, маршрутизатор имеет 8 портов, каждому из которых соответствует свой интерфейс (eth0-eth7) и свой ip-адрес.

Мы подключили первую подсеть (192.168.1.0/24) к интерфейсу eth0, а вторую (172.16.0.0/16) – в интерфейсу eth7. Этим интерфейсам нужно выдать адреса из диапазона соответствующей сети, например 192.168.1.100 и 172.16.1.100.

Примечание

В реальных сетях традиционно маршрутизатор получает адрес с последним байтом равным 1 (например, 10.0.0.1), а прочие устройства – начиная со 100 (например, 10.0.0.101, 10.0.0.102 и т.д.). Придерживайтесь этого правила при выполнении своего варианта.

```
Терминал - Router 4
Файл Схема Шрифт

echo
help
ifconfig
ping
route
=>ifconfig eth0 192.168.1.100 -netmask 255.255.255.0 -up
=>ifconfig eth7 172.16.1.100 -netmask 255.255.0.0 -up
=>ifconfig
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 0:0:0:0:E5:0
        inet addr:192.168.1.100  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
        UP
        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:E5:7
        inet addr:172.16.1.100  Bcast:172.16.255.255  Mask:255.255.0.0
        UP
        RX packets:0 errors:0 dropped:0
        TX packets:0 errors:0 dropped:0
        RX bytes:0 TX bytes:0

=>
```

```
Терминал - Router 4
Файл Схема Шрифт

Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.1.0      *                255.255.255.0    U        1    eth0
172.16.0.0       *                255.255.0.0     U        1    eth7

=>
```

Осталось сообщить компьютерам в сети адрес их маршрутизатора (внести его в таблицу маршрутизации).

Нам нужно указать, что пакеты для всех адресов, кроме локальных, должны отправляться на маршрутизатор.

«Все адреса» вносятся в таблицу как назначение 0.0.0.0 с маской 0.0.0.0 – «шлюз по умолчанию».

Настройка Desktop 0 (аналогично настраиваются Desktop 1 и Desktop 2):

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

=>route -add 0.0.0.0 -netmask 0.0.0.0 -gw 192.168.1.100 -dev eth0
=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.1.0      *                255.255.255.0    U      1      eth0
0.0.0.0          192.168.1.100   0.0.0.0          UG     0      eth0
=>
```

Настройка Desktop 6 (аналогично настраивается Desktop 7):

```
Терминал - Desktop 6
Файл  Схема  Шрифт

Welcome to console of the NET-Simulator virtual device!

Type help for list of commands. To get help for the command
type <command> -h.
Press Ctrl+L to refresh the screen.

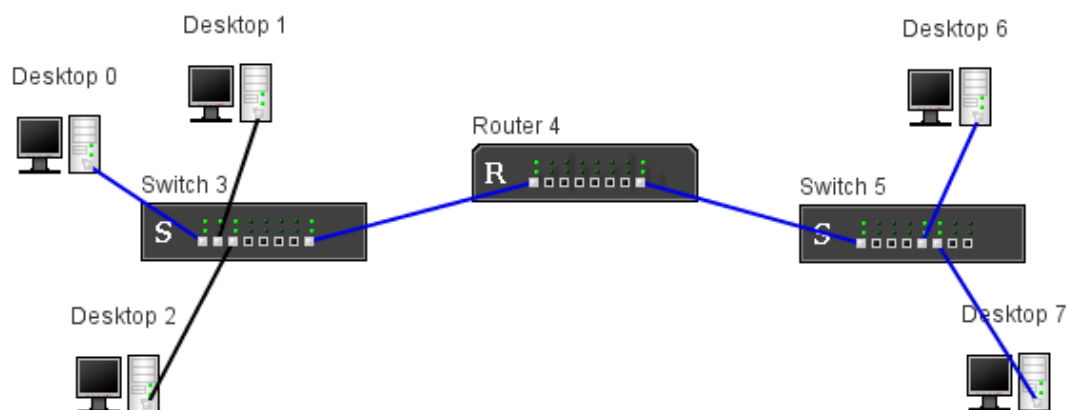
=>route -add 0.0.0.0 -netmask 0.0.0.0 -gw 172.16.1.100 -dev eth0
=>route
IP routing table
Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
172.16.0.0       *                255.255.0.0      U      1      eth0
0.0.0.0          172.16.1.100    0.0.0.0          UG     0      eth0
=>
```

Проверка доступности соседней подсети:

```
Терминал - Desktop 0
Файл  Схема  Шрифт

Destination      Gateway          Netmask          Flags Metric Iface
192.168.1.0      *                255.255.255.0    U      1      eth0
0.0.0.0          192.168.1.100   0.0.0.0          UG     0      eth0

=>ping 172.16.0.101
PING 172.16.0.101
Press Ctrl+C to abort.
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=0 ttl=62 time=429 ms
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=1 ttl=62 time=10 ms
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=2 ttl=62 time=7 ms
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=3 ttl=62 time=10 ms
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=4 ttl=62 time=218 ms
64 bytes from 172.16.0.101: icmp_seq=5 ttl=62 time=221 ms
=>
```



Для того, чтобы узнать физический адрес, маршрутизатор использует ARP-запросы. Во время передачи можно просмотреть его ARP-таблицу (потом она очищается):

```

Терминал - Router 4
Файл  Схема  Шрифт

=>arp
Address      HWaddress    iface
192.168.1.1   0:0:0:0:1:0   eth0
172.16.0.101  0:0:0:1:B:0   eth7
=>
  
```

Если запустить передачу одновременно на всех узлах сети:

```

Терминал - Router 4
Файл  Схема  Шрифт

=>arp
Address      HWaddress    iface
192.168.1.1   0:0:0:0:1:0   eth0
192.168.1.3   0:0:0:0:11:0  eth0
192.168.1.2   0:0:0:0:7:0   eth0
172.16.0.110  0:0:0:1:11:0  eth7
172.16.0.101  0:0:0:1:B:0   eth7
=>
  
```

Примечание

У реальных устройств обычно нет команды, аналогичной **arp**. Она добавлена в Net-Simulator для наглядности.

Полностью настройки сети можно просмотреть через html-отчет (см. пример ниже).

Сохраните проект в отдельном файле и сгенерируйте для него отчет.

Контрольный вопрос

Какие устройства придется настроить, чтобы подсоединить к маршрутизатору еще одну подсеть с адресом 10.10.10.0/24 и тремя узлами?

NET-SIMULATOR PROJECT REPORT

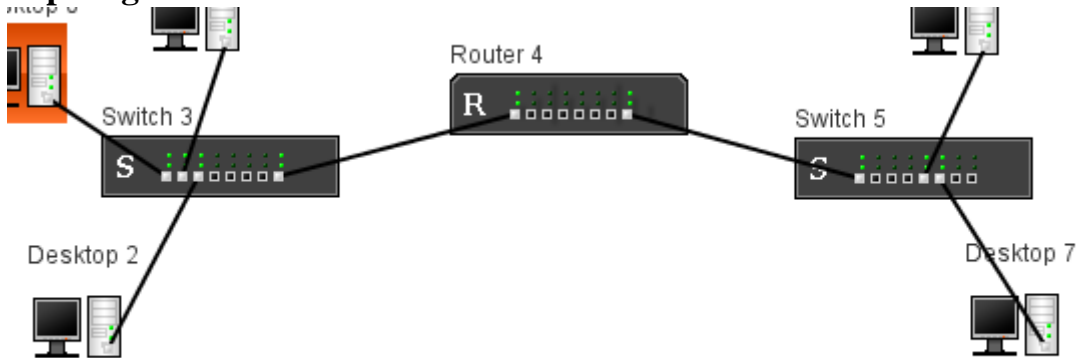
Project file:

Author:

Description:

Project created at:

Report generated at: 2014-10-2 0:56:6



Desktop

Name:	Desktop 0
Description:	

Interfaces:

Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	192.168.1.1	255.255.255.0	192.168.1.255

Routing table:

Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
192.168.1.0	255.255.255.0	*	1	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.100	0	eth0

Desktop

Name:	Desktop 1
Description:	

Interfaces:

Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.255

Routing table:

Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
--------	---------	---------	--------	-----------

192.168.1.0	255.255.255.0	*	1	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.100	0	eth0

Desktop

Name:	Desktop 2
Description:	

Interfaces:

Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.255

Routing table:

Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
192.168.1.0	255.255.255.0	*	1	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.100	0	eth0

Switch

Name:	Switch 3
Description:	

Router

Name:	Router 4
Description:	

Interfaces:

Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	192.168.1.100	255.255.255.0	192.168.1.255
eth1	DOWN			
eth2	DOWN			
eth3	DOWN			
eth4	DOWN			
eth5	DOWN			
eth6	DOWN			
eth7	UP	172.16.1.100	255.255.0.0	172.16.255.255

Routing table:

Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
192.168.1.0	255.255.255.0	*	1	eth0
172.16.0.0	255.255.0.0	*	1	eth7

Switch

Name:	Switch 5
Description:	

Desktop

Name:	Desktop 6
Description:	

Interfaces:

Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	172.16.0.101	255.255.0.0	172.16.255.255

Routing table:

Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
172.16.0.0	255.255.0.0	*	1	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	172.16.1.100	0	eth0

Desktop

Name:	Desktop 7
Description:	

Interfaces:

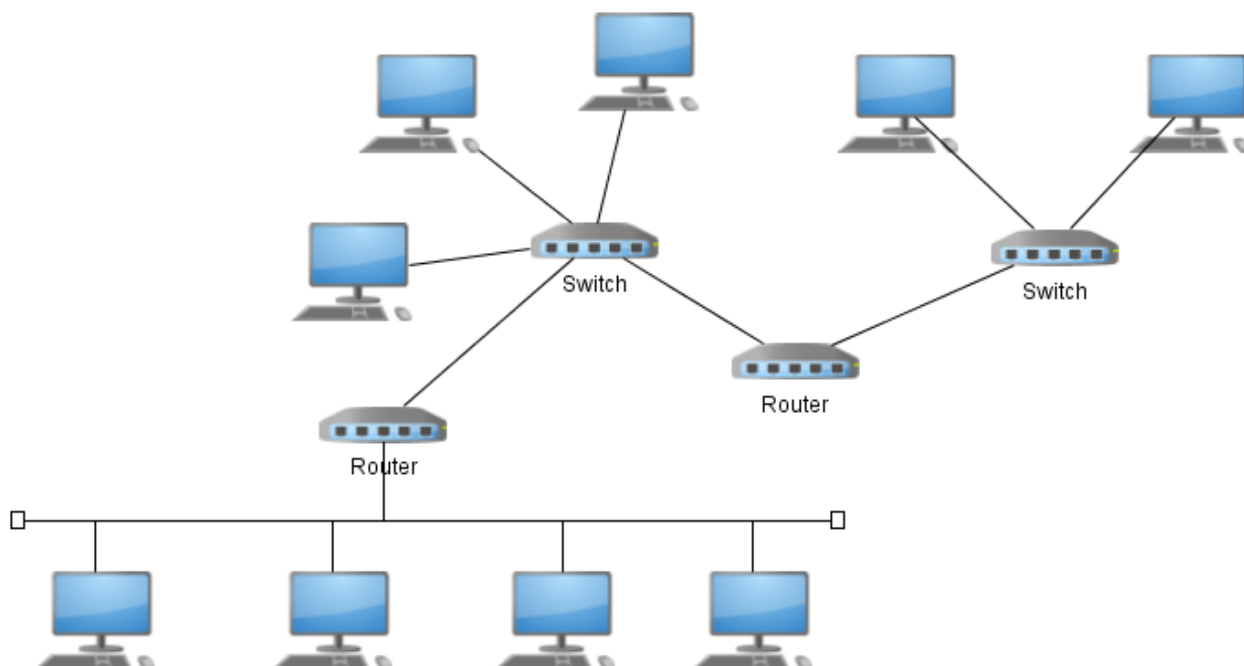
Name	Status	IP Address	Netmask	Broadcast
eth0	UP	172.16.0.110	255.255.0.0	172.16.255.255

Routing table:

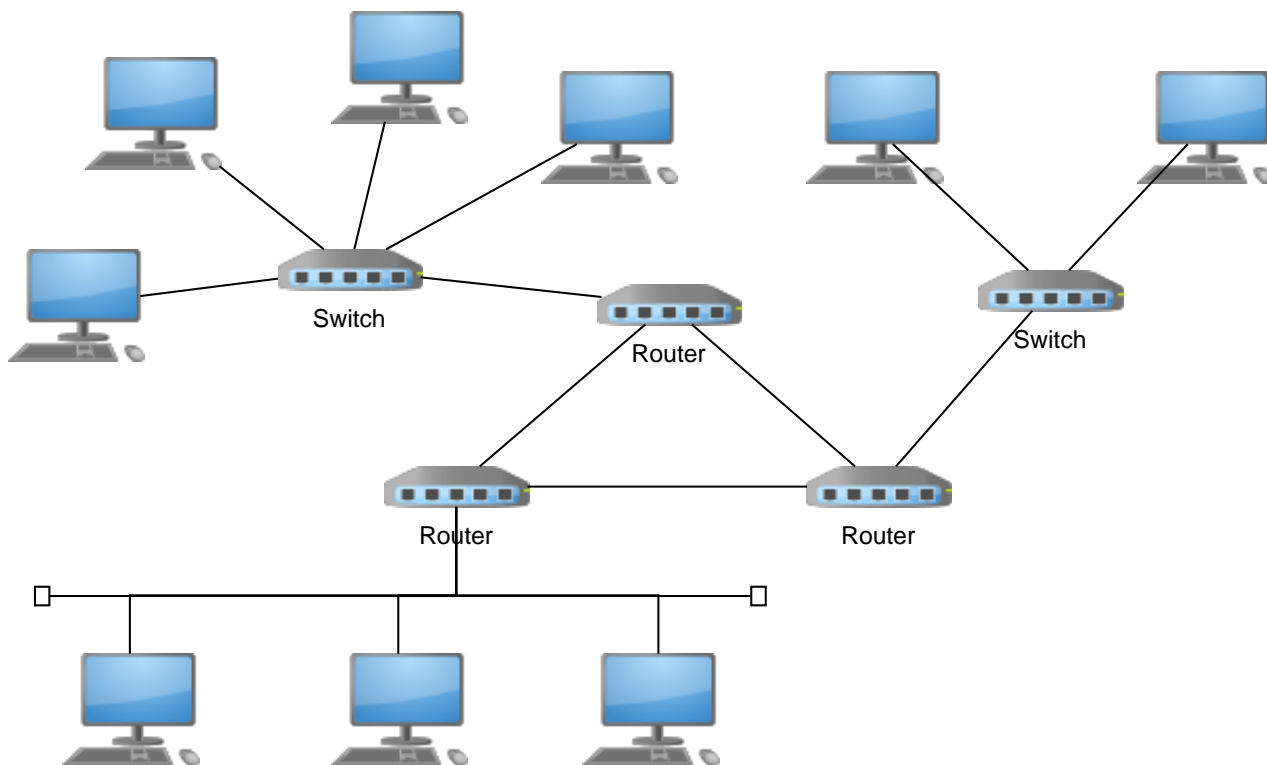
Target	Netmask	Gateway	Metric	Interface
172.16.0.0	255.255.0.0	*	1	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	172.16.1.100	0	eth0

Варианты заданий

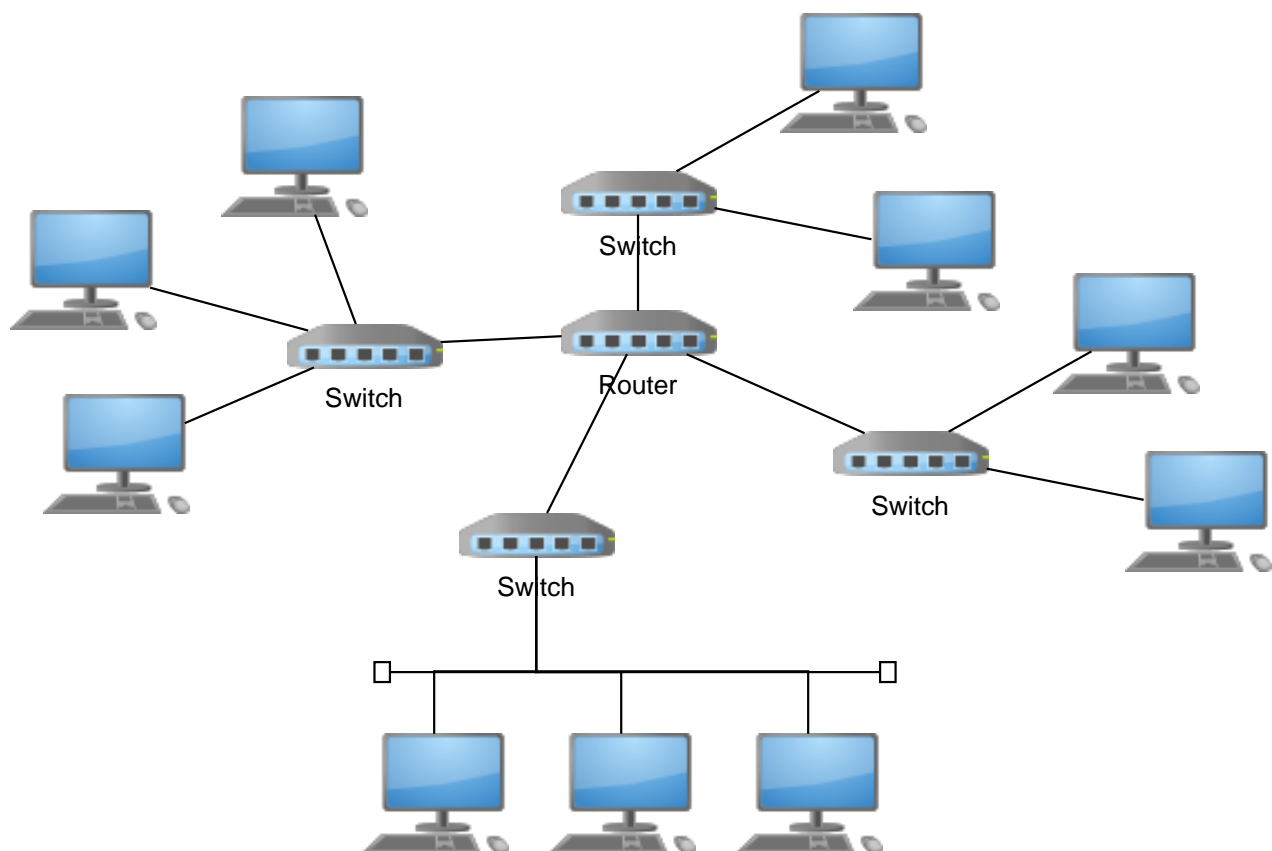
Вариант 1.



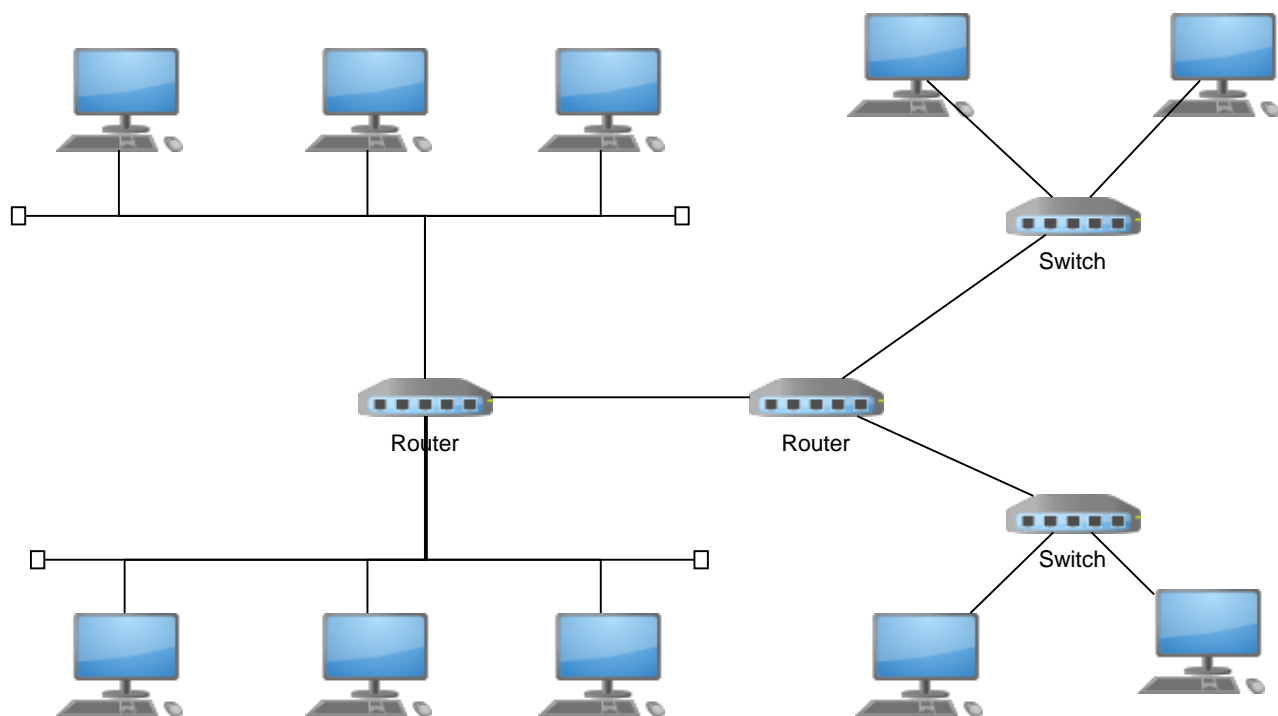
Вариант 2.



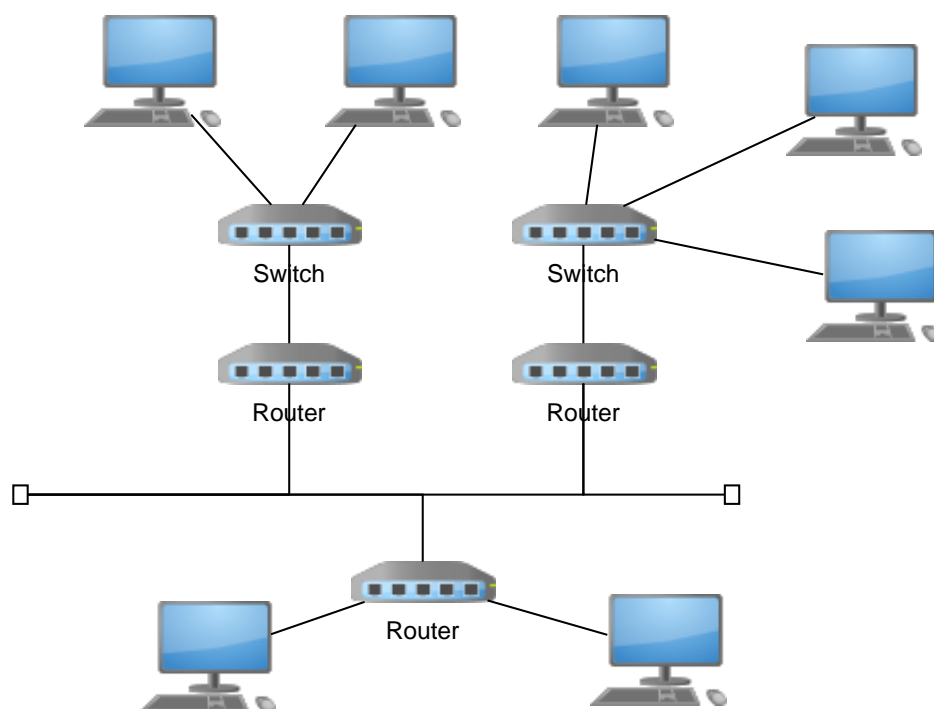
Вариант 3.



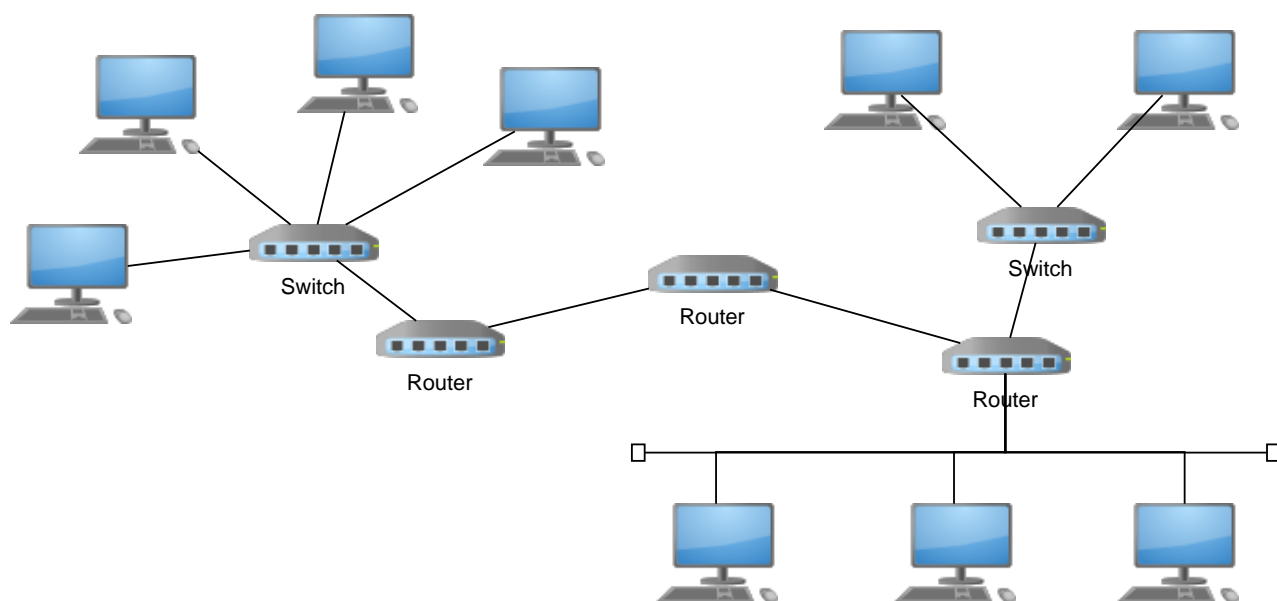
Вариант 4.



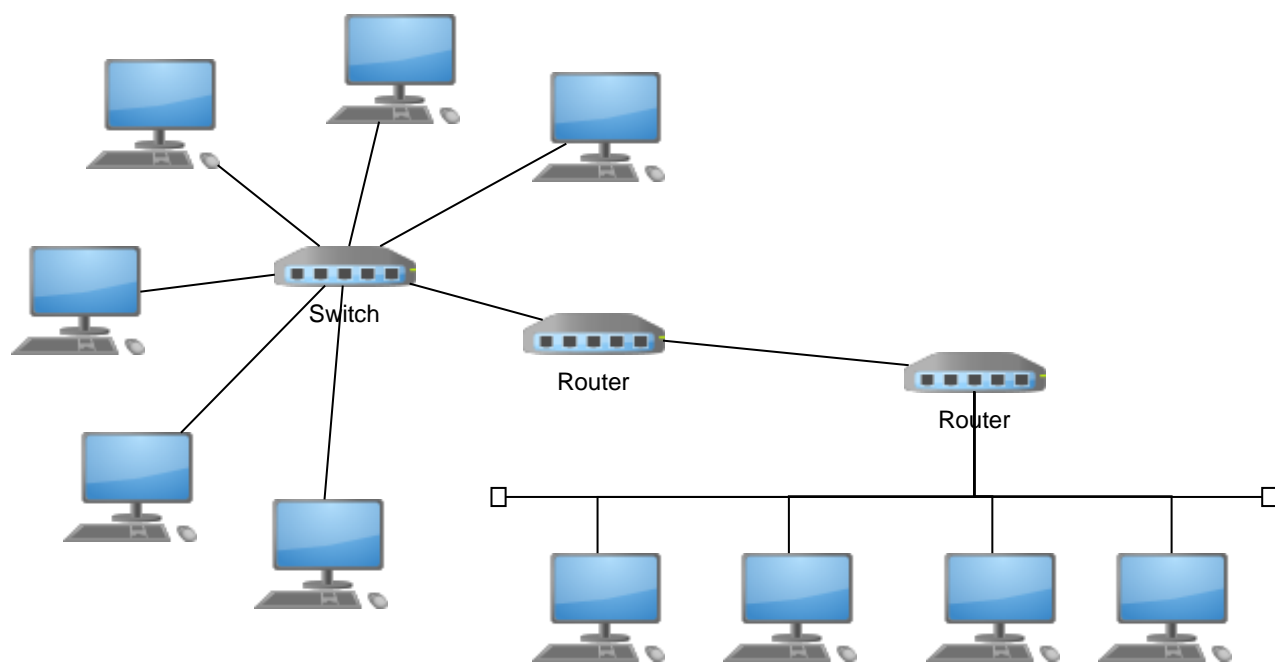
Вариант 5.



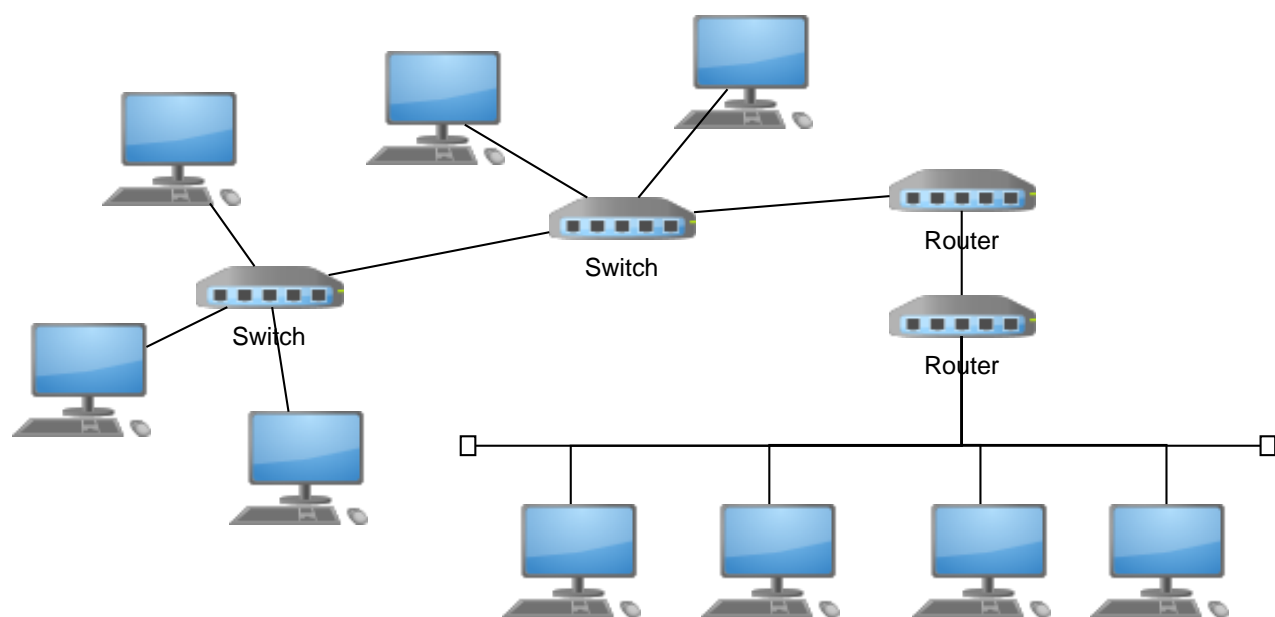
Вариант 6.



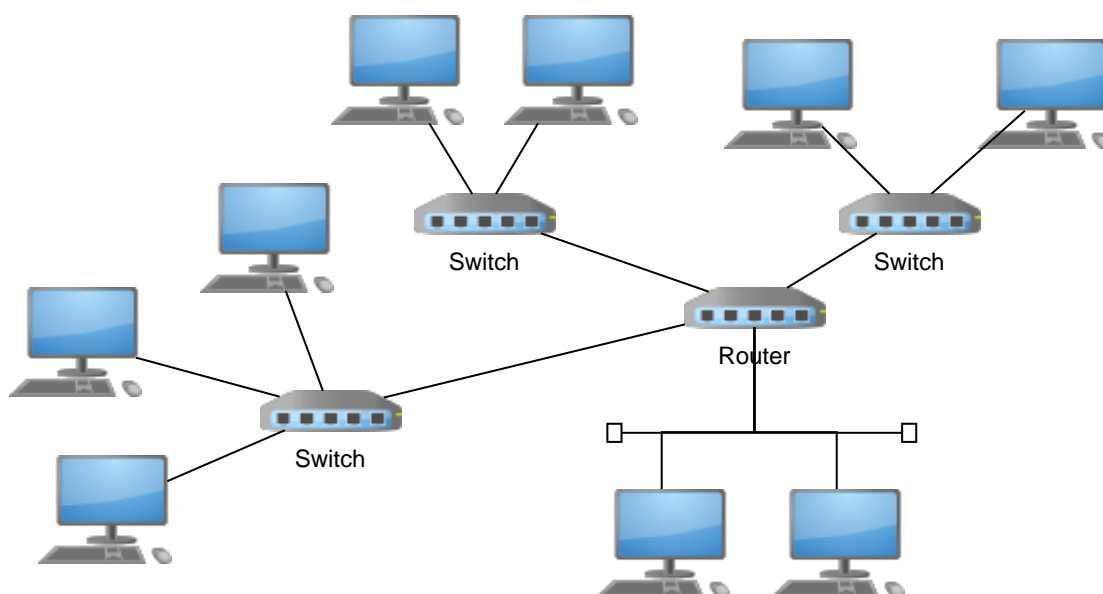
Вариант 7.



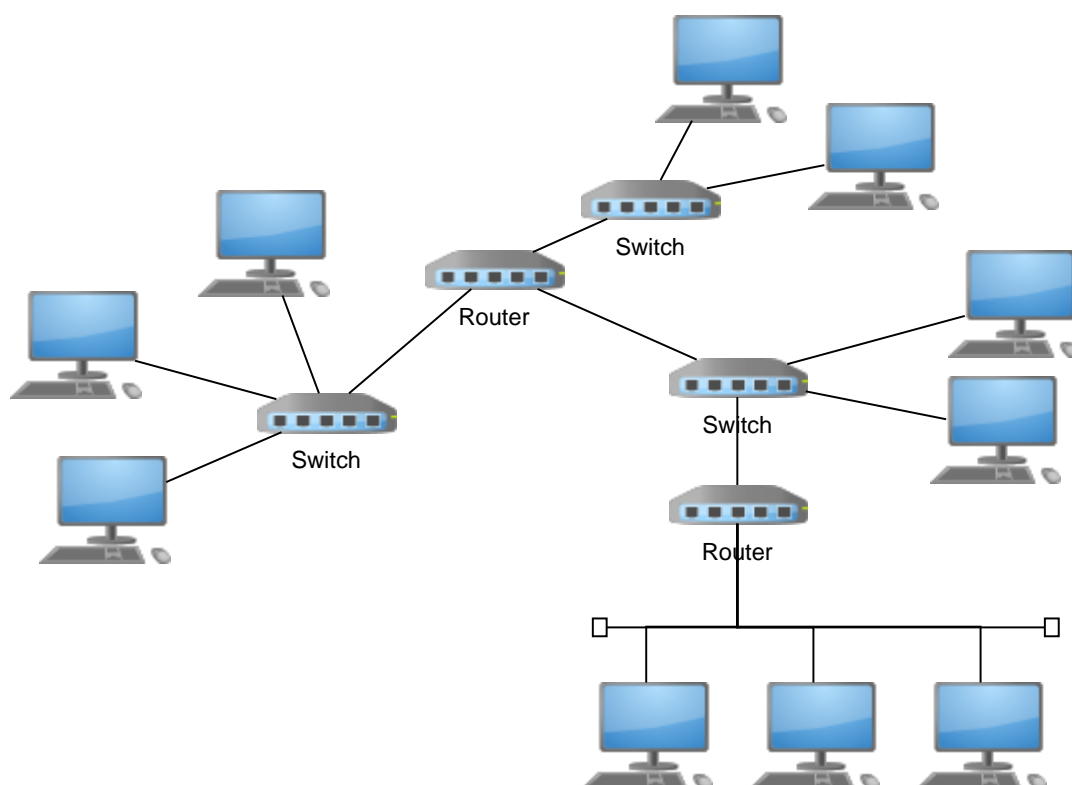
Вариант 8.



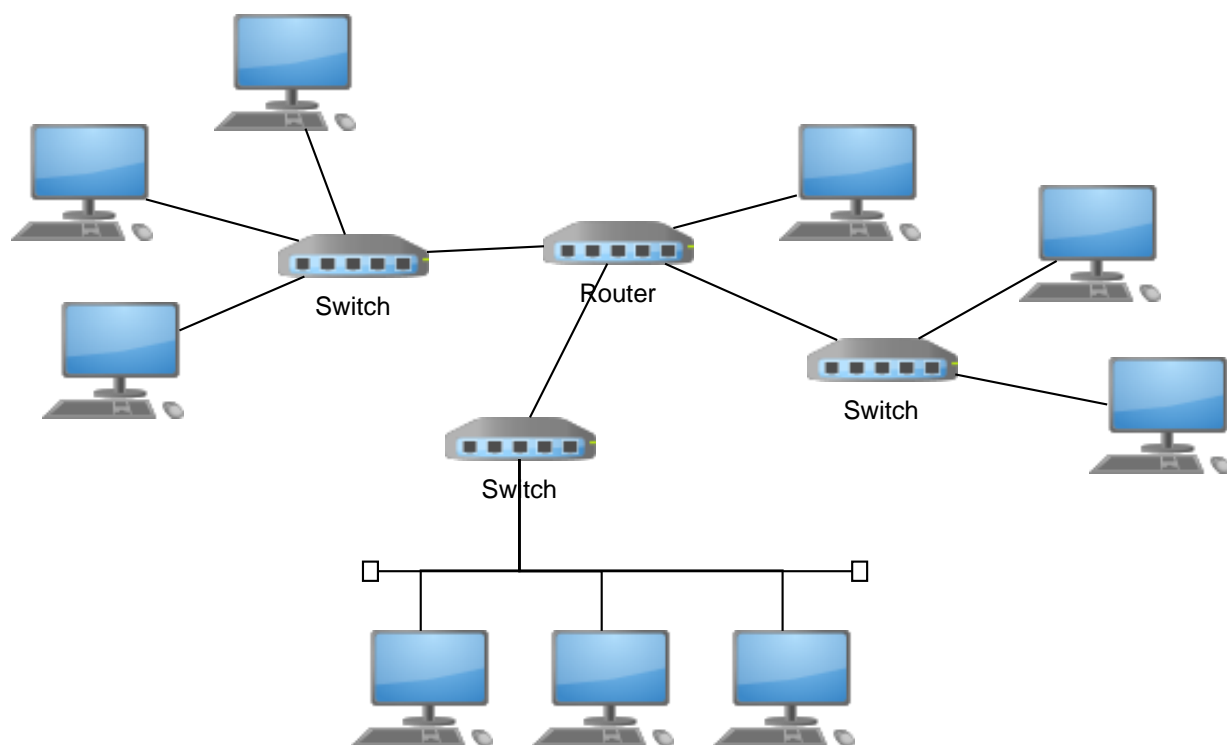
Вариант 9.



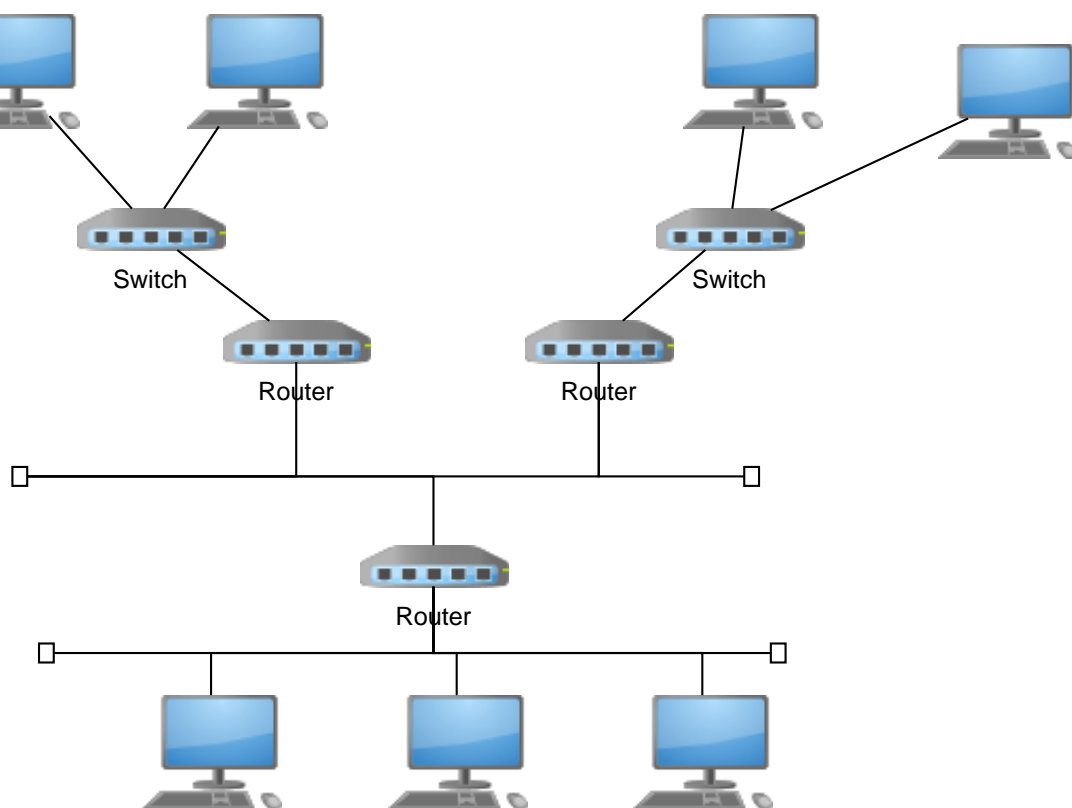
Вариант 10.



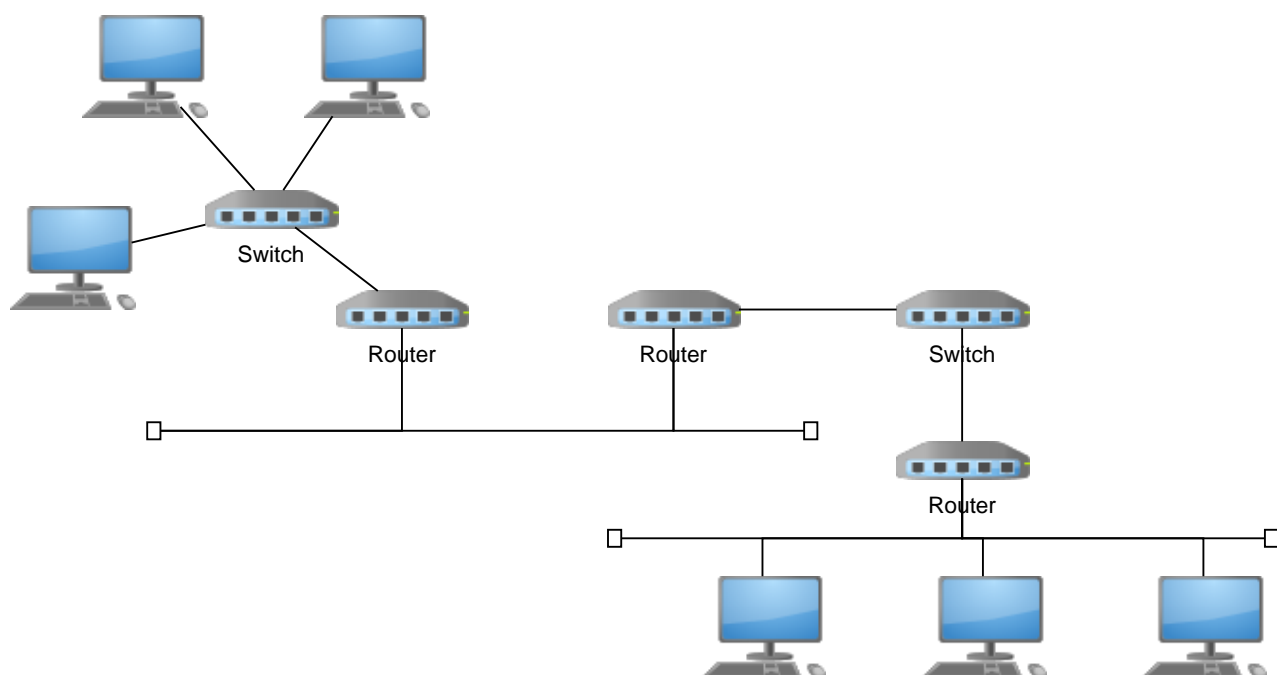
Вариант 11.



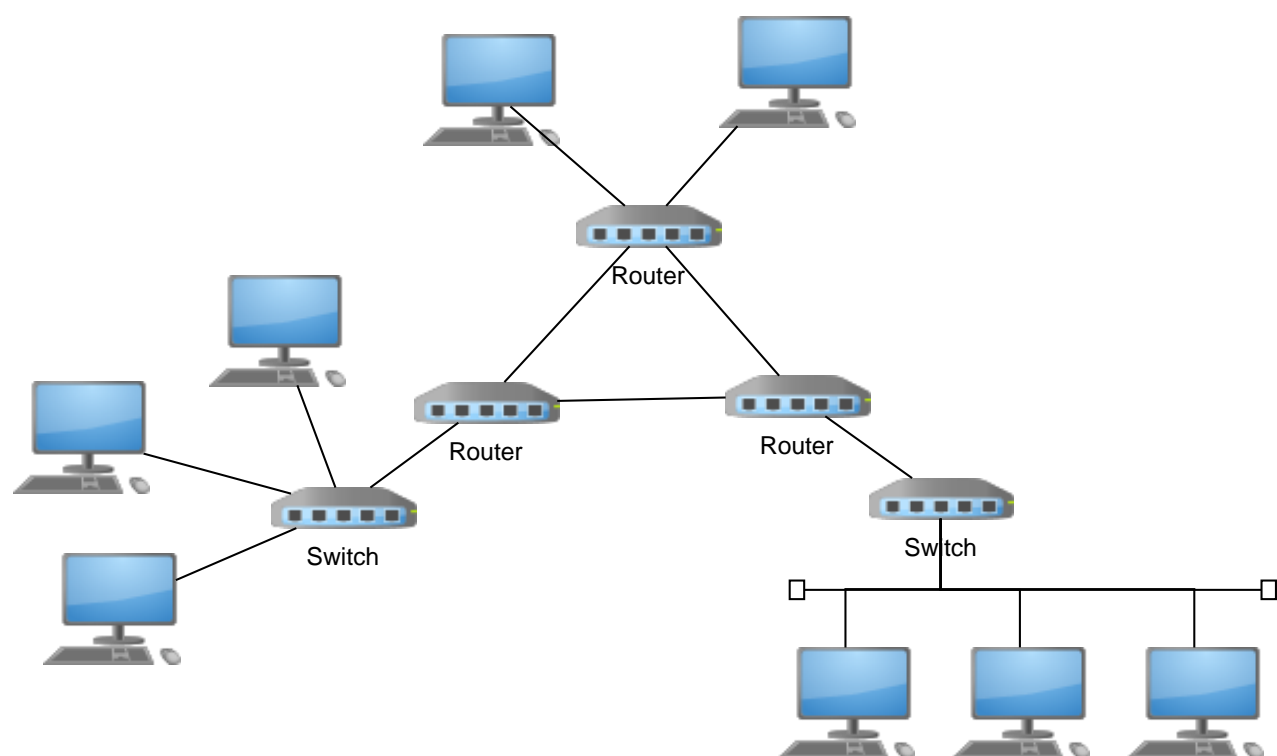
Вариант 12.



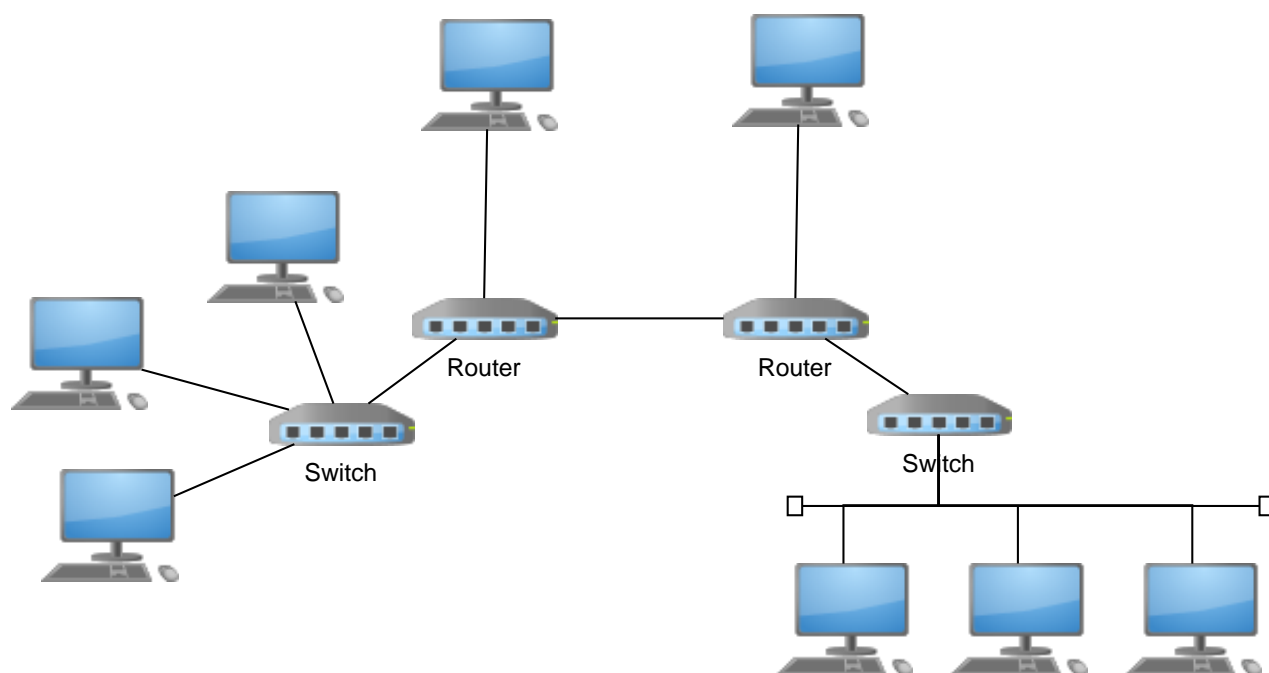
Вариант 13.



Вариант 14.



Вариант 15.



Вариант 16.

