

Отчёт по лабораторной работе №2

Моделирование сетей передачи данных

**Измерение и тестирование пропускной способности сети.
Интерактивный эксперимент**

Выполнил: Махорин Иван Сергеевич,
НПИбд-02-21, 1032211221

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение лабораторной работы	6
2.1	Установка необходимого программного обеспечения	6
2.2	Интерактивные эксперименты	8
3	Вывод	23
4	Список литературы. Библиография	24

Список иллюстраций

2.1	Обновление репозитория программного обеспечения	6
2.2	Установка iperf3	7
2.3	Установка необходимого дополнительного программного обеспечения на виртуальную машину	7
2.4	Развертывание iperf3_plotter	8
2.5	Исправление прав запуска X-соединения	8
2.6	Создание простейшей топологии, состоящей из двух хостов и коммутатора	9
2.7	Просмотр параметров топологии	10
2.8	Запуск сервера iperf3 в терминале h2	10
2.9	Запуск клиента iperf3 в терминале хоста h1	11
2.10	Остановка сервера iPerf3 в терминале хоста h2	12
2.11	Запуск сервера iperf3 на хосте h2, запуск клиента iperf3 на хосте h1, остановка серверного процесса	13
2.12	Запуск сервера iperf3 в терминале h2	14
2.13	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с параметром -t (5 секунд)	14
2.14	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с 2-секундным интервалом времени отсчёта	15
2.15	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с 2-секундным интервалом времени отсчёта	15
2.16	Запуск сервера iperf3 в терминале h2	15
2.17	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с объёмом данных 16 Гбайт	16
2.18	Запуск сервера iperf3 в терминале h2	16
2.19	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с протоколом UDP	17
2.20	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с портом прослушивания	17
2.21	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с портом	18
2.22	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с параметром -1 (чтобы принять только 1 клиента)	18
2.23	Запуск клиента iperf3 в терминале h1	19
2.24	Создание каталога для работы над проектом	19
2.25	Запуск сервера iperf3 в терминале h2	19
2.26	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с параметром -J (отображение вывода в формате JSON)	20
2.27	Экспортирование вывода результатов теста в файл	20
2.28	Проверка создания файла	21
2.29	Завершение работы mininet в интерактивном режиме	21
2.30	Корректирование прав доступа к файлу JSON	21

2.31 Генерация выходных данных и последующая проверка	22
---	----

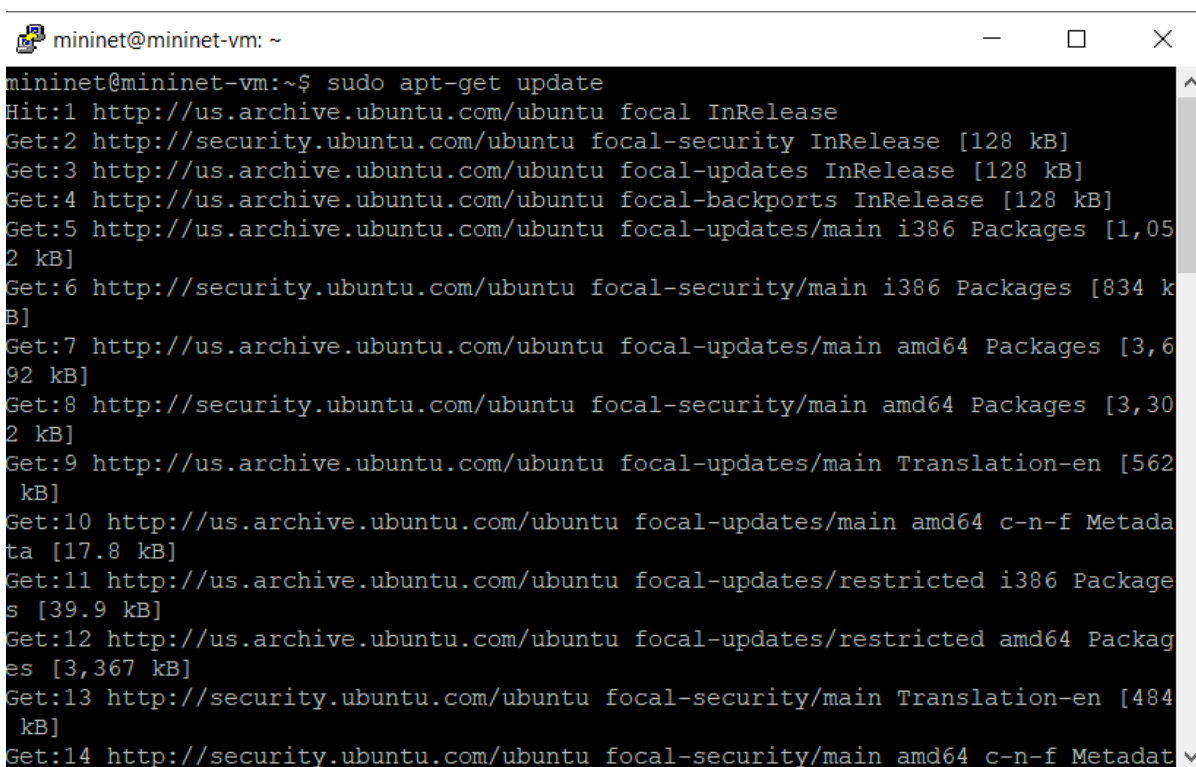
1 Цель работы

Основной целью работы является знакомство с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени — iPerf3, а также получение навыков проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

2 Выполнение лабораторной работы

2.1 Установка необходимого программного обеспечения

После запуска виртуальной машины обновим репозитории программного обеспечения (рис. 2.1):



```
mininet@mininet-vm: ~$ sudo apt-get update
Hit:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:2 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [128 kB]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [128 kB]
Get:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [128 kB]
Get:5 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main i386 Packages [1,052 kB]
Get:6 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main i386 Packages [834 kB]
Get:7 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [3,692 kB]
Get:8 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [3,302 kB]
Get:9 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main Translation-en [562 kB]
Get:10 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 c-n-f Metadata [17.8 kB]
Get:11 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted i386 Packages [39.9 kB]
Get:12 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/restricted amd64 Packages [3,367 kB]
Get:13 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main Translation-en [484 kB]
Get:14 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 c-n-f Metadata [17.8 kB]
```

Рис. 2.1: Обновление репозитория программного обеспечения

Затем установим iperf3 (рис. 2.2):

```

mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get install iperf3
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libiperf0 libsctp1
Suggested packages:
  lksctp-tools
The following NEW packages will be installed:
  iperf3 libiperf0 libsctp1
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 391 not upgraded.

```

Рис. 2.2: Установка iperf3

Установим необходимое дополнительное программное обеспечение на виртуальную машину (рис. 2.3):

```

mininet@mininet-vm: ~
mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get install git jq gnuplot-nox evince
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  aglfn aspell aspell-en bubblewrap enchant-2 evince-common fonts-liberation
  gnome-desktop3-data gnuplot-data groff hunspell-en-us imagemagick
  imagemagick-6.q16 libarchive13 libaspell15 libdjvulibre-text libdjvulibre21
  libenchant-2-2 libevdocument3-4 libevview3-3 libgnome-desktop-3-19
  libgspell-1-2 libgspell-1-common libgxps2 libhunspell-1.7-0 libilmbase24
  libjq1 libkpathsea6 liblua5.3-0 libmagickcore-6.q16-6-extra
  libnautilus-extension1a libnetpbm10 libnspr4 libnss3 libonig5 libopenexr24
  libpoppler-glib8 libpoppler97 libsecret-1-0 libsecret-common libspectre1
  libsyntax2 libwmf0.2-7 netpbm psutils
Suggested packages:
  aspell-doc spellutils gvfs nautilus-sendto unrar git-daemon-run
  | git-daemon-sysvinit git-doc git-el git-email git-gui gitweb git-cvs
  git-mediawiki git-svn gnuplot-doc hunspell openoffice.org-hunspell
  | openoffice.org-core imagemagick-doc autotrace cups-bsd | lpr | lprng curl
  enscript ffmpeg gimp grads graphviz hp2xx html2ps libwmf-bin mplayer povray
  radiance sane-utils texlive-base-bin transfig ufw batch xdg-utils lrzip
  libenchant-2-voikko inkscape libjxr-tools libwmf0.2-7-gtk
The following NEW packages will be installed:
  aglfn aspell aspell-en bubblewrap enchant-2 evince evince-common
  fonts-liberation gnome-desktop3-data gnuplot-data gnuplot-nox groff
  hunspell-en-us imagemagick imagemagick-6.q16 jq libarchive13 libaspell15
  libdjvulibre-text libdjvulibre21 libenchant-2-2 libevdocument3-4
  libevview3-3 libgnome-desktop-3-19 libgspell-1-2 libgspell-1-common libgxps2

```

Рис. 2.3: Установка необходимого дополнительного программного обеспечения на виртуальную машину

Развернём `iperf3_plotter`. Для этого перейдём во временный каталог и скачаем репозиторий, далее установим `iperf3_plotter` (рис. 2.4):

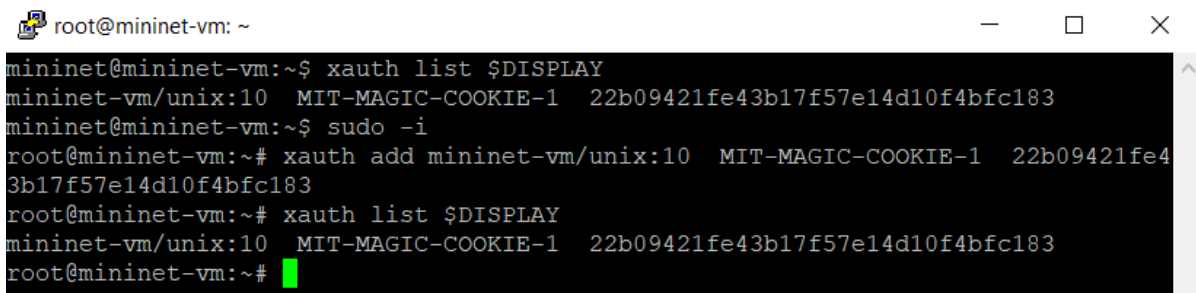
A terminal window titled 'mininet@mininet-vm: ~' with standard window controls. The terminal shows the following commands and output:

```
mininet@mininet-vm:~$ cd /tmp
mininet@mininet-vm:/tmp$ git clone https://github.com/ekfoury/iperf3_plotter.git
Cloning into 'iperf3_plotter'...
remote: Enumerating objects: 74, done.
remote: Total 74 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 74 (from 1)
Unpacking objects: 100% (74/74), 100.09 KiB | 669.00 KiB/s, done.
mininet@mininet-vm:/tmp$ cd /tmp/iperf3_plotter
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ 2 sudo cp plot_* /usr/bin
2: command not found
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo cp *.sh /usr/bin
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ cd
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 2.4: Развертывание iperf3_plotter

2.2 Интерактивные эксперименты

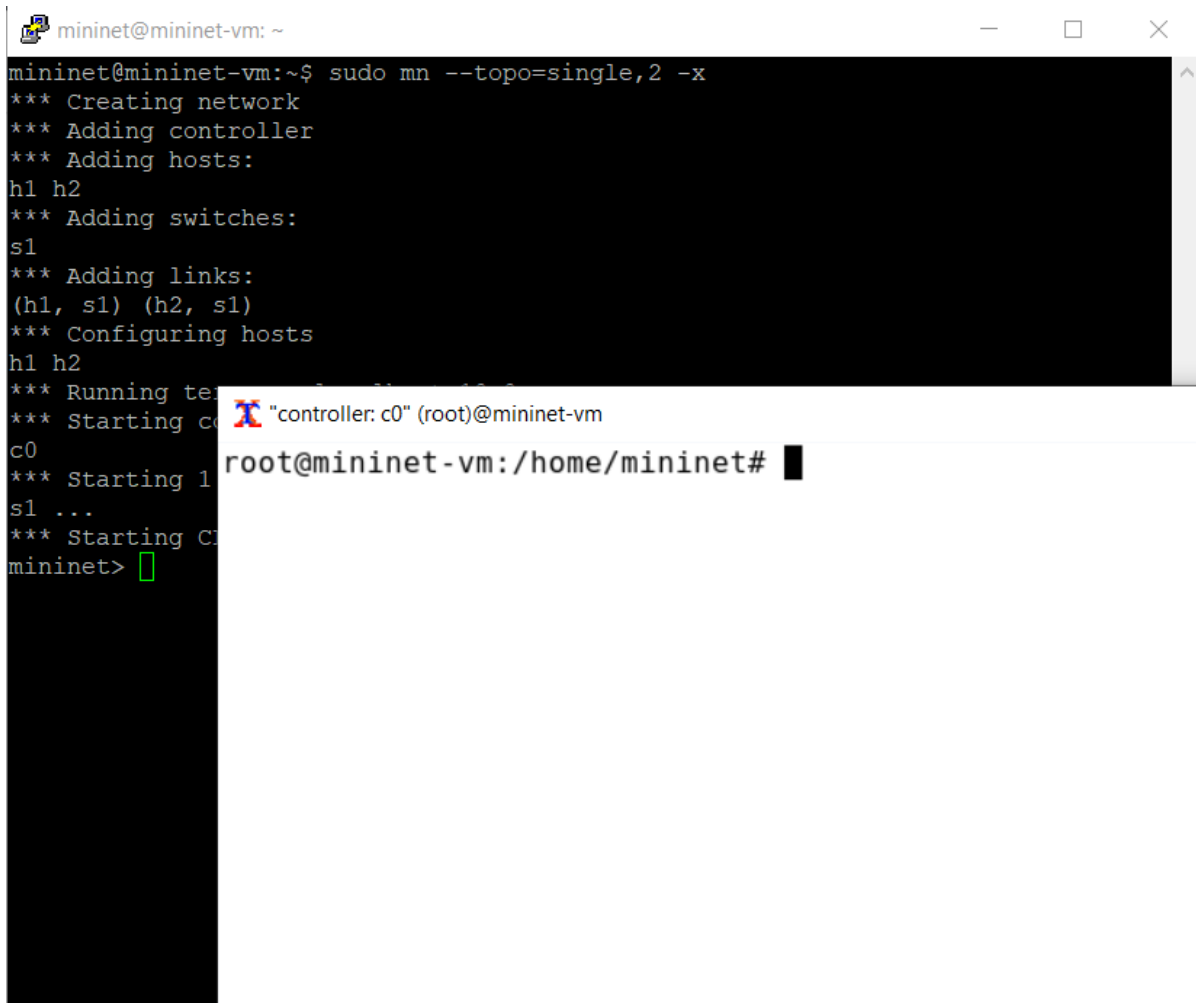
В самом начале исправим права запуска X-соединения (рис. 2.5):

A terminal window titled 'root@mininet-vm: ~' with standard window controls. The terminal shows the following commands and output:

```
mininet@mininet-vm:~$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 22b09421fe43b17f57e14d10f4bfc183
mininet@mininet-vm:~$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 22b09421fe43b17f57e14d10f4bfc183
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 22b09421fe43b17f57e14d10f4bfc183
root@mininet-vm:~#
```

Рис. 2.5: Исправление прав запуска X-соединения

Зададим простейшую топологию, состоящую из двух хостов и коммутатора с назначенной по умолчанию mininet сетью 10.0.0.0/8. После команды запустились терминалы двух хостов, коммутатора и контроллера. Терминалы коммутатора и контроллера закроем (рис. 2.6):

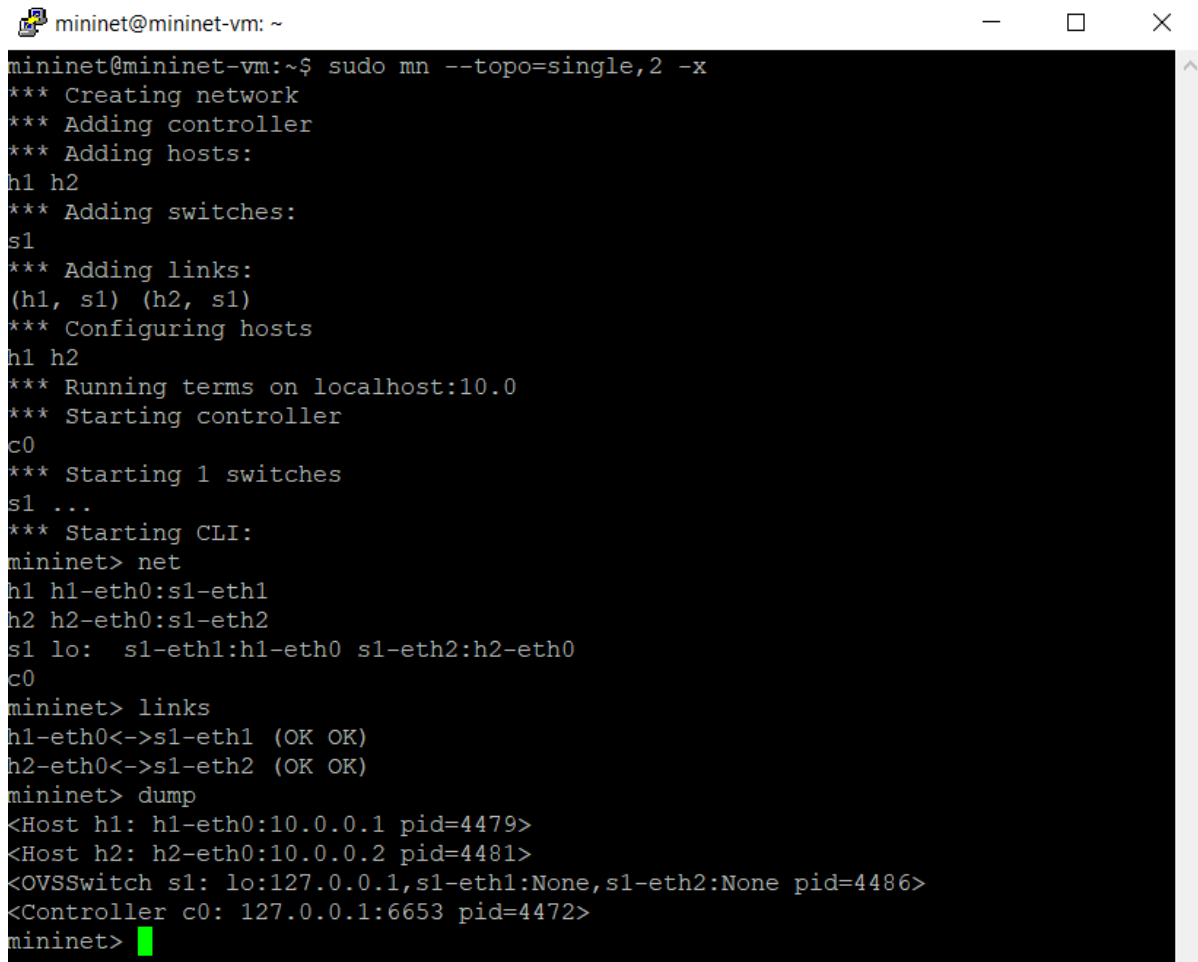


```
mininet@mininet-vm: ~  
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=single,2 -x  
*** Creating network  
*** Adding controller  
*** Adding hosts:  
h1 h2  
*** Adding switches:  
s1  
*** Adding links:  
(h1, s1) (h2, s1)  
*** Configuring hosts  
h1 h2  
*** Running test  
*** Starting controller c0  
c0  
*** Starting 1  
s1 ...  
*** Starting C  
mininet> 
```

```
"controller: c0" (root)@mininet-vm  
root@mininet-vm:/home/mininet# 
```

Рис. 2.6: Создание простейшей топологии, состоящей из двух хостов и коммутатора

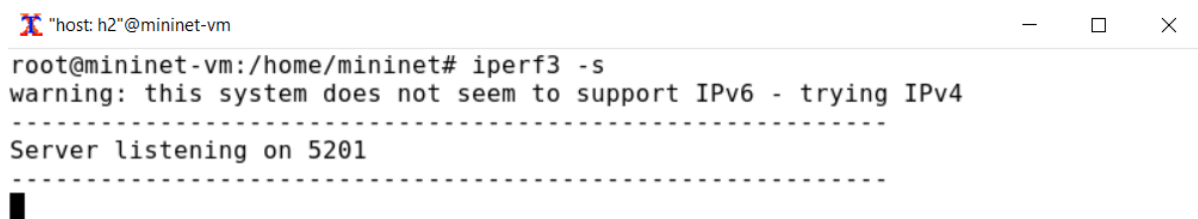
В терминале виртуальной машины посмотрим параметры запущенной в интерактивном режиме топологии (рис. 2.7):

A terminal window titled 'mininet@mininet-vm: ~' showing the execution of 'sudo mn --topo=single,2 -x'. The output displays the creation of a network with two hosts (h1, h2) and one switch (s1). It shows the configuration of links between h1 and s1, and h2 and s1. The terminal then shows the 'net' command output, listing the network configuration: h1 h1-eth0:s1-eth1, h2 h2-eth0:s1-eth2, and s1 lo: s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0. The 'links' command shows the connections: h1-eth0<->s1-eth1 (OK OK) and h2-eth0<->s1-eth2 (OK OK). The 'dump' command shows the network state: Host h1: h1-eth0:10.0.0.1 pid=4479, Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=4481, OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=4486, and Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=4472. The terminal ends with a green cursor.

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=single,2 -x
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Running terms on localhost:10.0
*** Starting controller
c0
*** Starting 1 switches
s1 ...
*** Starting CLI:
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo: s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0
mininet> links
h1-eth0<->s1-eth1 (OK OK)
h2-eth0<->s1-eth2 (OK OK)
mininet> dump
<Host h1: h1-eth0:10.0.0.1 pid=4479>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=4481>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=4486>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=4472>
mininet>
```

Рис. 2.7: Просмотр параметров топологии

В терминале h2 запустим сервер iPerf3. После запуска этой команды хост h2 перешёл в состояние прослушивания 5201-го порта в ожидании входящих подключений (рис. 2.8):

A terminal window titled '"host: h2"@mininet-vm' showing the execution of 'iperf3 -s' as root. The output shows a warning about IPv6 support and then 'Server listening on 5201'. The terminal ends with a black cursor.

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
█
```

Рис. 2.8: Запуск сервера iPerf3 в терминале h2

В терминале хоста h1 запустим клиент iPerf3. Здесь параметр -s указывает, что

хост h1 настроен как клиент, а параметр 10.0.0.2 является IP-адресом сервера iPerf3 (хост h2) (рис. 2.9):

```

"host: h1"@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 45660 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.94 GBytes 16.7 Gbits/sec  0    3.59 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  1.97 GBytes 16.9 Gbits/sec  0    4.58 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  1.08 GBytes 9.24 Gbits/sec  0    4.58 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  1.80 GBytes 15.5 Gbits/sec  0    4.58 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  2.01 GBytes 17.2 Gbits/sec  0    4.58 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec  2.01 GBytes 17.3 Gbits/sec  0    4.80 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec  1.93 GBytes 16.6 Gbits/sec  0    8.21 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec  1.96 GBytes 16.9 Gbits/sec  0    8.21 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec  1.98 GBytes 17.0 Gbits/sec  0    8.21 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec  1.98 GBytes 17.0 Gbits/sec  0    8.21 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.0 Gbits/sec  0
[ 7]  0.00-10.00   sec  18.6 GBytes 16.0 Gbits/sec
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#

```

Рис. 2.9: Запуск клиента iPerf3 в терминале хоста h1

Остановим сервер iPerf3 в терминале хоста h2 (рис. 2.10):

```
host: h2"@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 45658
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 45660
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-1.00 sec      1.92 GBytes  16.5 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec      1.97 GBytes  16.9 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec      1.08 GBytes   9.21 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec      1.80 GBytes  15.5 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec      2.01 GBytes  17.2 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec      2.01 GBytes  17.3 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec      1.95 GBytes  16.8 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec      1.94 GBytes  16.7 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec      1.98 GBytes  17.0 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec     1.98 GBytes  17.0 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec    18.6 GBytes  16.0 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----
█
```

Рис. 2.10: Остановка сервера iPerf3 в терминале хоста h2

Запустим сервер iPerf3 на хосте h2. запустим клиент iPerf3 на хосте h1 и потом остановим серверный процесс (рис. 2.11):

```
mininet@mininet-vm: ~  
mininet> h2 iperf3 -s &  
-----  
Server listening on TCP port 5001  
TCP window size: 85.3 KByte (default)  
-----  
mininet> h1 iperf3 -c h2  
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201  
[ 5] local 10.0.0.1 port 45666 connected to 10.0.0.2 port 5201  
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd  
[ 5]  0.00-1.00    sec  2.00 GBytes 17.2 Gbits/sec  0  3.21 MBytes  
[ 5]  1.00-2.00    sec  2.05 GBytes 17.6 Gbits/sec  0  3.21 MBytes  
[ 5]  2.00-3.00    sec  1.99 GBytes 17.1 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  3.00-4.00    sec  1.89 GBytes 16.2 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  4.00-5.00    sec  1.58 GBytes 13.6 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  5.00-6.00    sec  1.32 GBytes 11.4 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  6.00-7.00    sec  1.94 GBytes 16.7 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  7.00-8.00    sec  2.01 GBytes 17.3 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  8.00-9.00    sec  1.94 GBytes 16.7 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
[ 5]  9.00-10.00   sec  1.97 GBytes 16.9 Gbits/sec  0  8.11 MBytes  
-----  
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  
[ 5]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.1 Gbits/sec  0  
[ 5]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.1 Gbits/sec  
iperf Done.  
mininet> h2 killall iperf3  
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4  
-----  
Server listening on 5201  
-----  
Accepted connection from 10.0.0.1, port 45664  
[ 5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 45666  
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  
[ 5]  0.00-1.01    sec  1.99 GBytes 17.0 Gbits/sec  
[ 5]  1.01-2.00    sec  2.04 GBytes 17.6 Gbits/sec  
[ 5]  2.00-3.00    sec  2.01 GBytes 17.3 Gbits/sec  
[ 5]  3.00-4.00    sec  1.87 GBytes 16.0 Gbits/sec  
[ 5]  4.00-5.00    sec  1.58 GBytes 13.6 Gbits/sec  
[ 5]  5.00-6.00    sec  1.32 GBytes 11.3 Gbits/sec  
[ 5]  6.00-7.00    sec  1.94 GBytes 16.7 Gbits/sec  
[ 5]  7.00-8.00    sec  2.01 GBytes 17.3 Gbits/sec  
[ 5]  8.00-9.00    sec  1.94 GBytes 16.7 Gbits/sec  
[ 5]  9.00-10.00   sec  1.99 GBytes 17.1 Gbits/sec  
[ 5] 10.00-10.00   sec  832 KBytes 13.1 Gbits/sec  
-----  
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  
[ 5]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.1 Gbits/sec  
-----  
receiver
```

Рис. 2.11: Запуск сервера iperf3 на хосте h2, запуск клиента iperf3 на хосте h1, остановка серверного процесса

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 2.12):

```
"host: h2"@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
█
```

Рис. 2.12: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3 с параметром -t, за которым следует количество секунд (рис. 2.13):

```
"host: h1"@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -t 5
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 45670 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.62 GBytes 13.9 Gbits/sec  0   6.51 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  1.72 GBytes 14.8 Gbits/sec  0   6.51 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  1.73 GBytes 14.9 Gbits/sec  0   6.51 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  1.40 GBytes 12.1 Gbits/sec  0   6.51 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  1.67 GBytes 14.3 Gbits/sec  0   8.31 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-5.00    sec  8.14 GBytes 14.0 Gbits/sec  0
[ 7]  0.00-5.00    sec  8.11 GBytes 13.9 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet# █
```

Рис. 2.13: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с параметром -t (5 секунд)

Настроим клиент iPerf3 для выполнения теста пропускной способности с 2-секундным интервалом времени отсчёта как на клиенте, так и на сервере. Используем опцию -i для установки интервала между отсчётами, измеряемого в секундах (рис. 2.14) и (рис. 2.14):

```
host: h2" @mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -i 2
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
```

Рис. 2.14: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с 2-секундным интервалом времени отсчёта

```
host: h1" @mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -i 2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 45674 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-2.00    sec  3.47 GBytes 14.9 Gbits/sec  9   4.06 MBytes
[ 7]  2.00-4.00    sec  3.94 GBytes 16.9 Gbits/sec  0   4.06 MBytes
[ 7]  4.00-6.00    sec  3.78 GBytes 16.2 Gbits/sec  0   4.06 MBytes
[ 7]  6.00-8.00    sec  3.53 GBytes 15.2 Gbits/sec  0   4.06 MBytes
[ 7]  8.00-10.00   sec  3.99 GBytes 17.1 Gbits/sec  0   4.06 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.1 Gbits/sec  9
[ 7]  0.00-10.00   sec  18.7 GBytes 16.0 Gbits/sec
sender
receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.15: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с 2-секундным интервалом времени отсчёта

Зададим на клиенте iPerf3 отправку определённого объёма данных. Используем опцию -n для установки количества байт для передачи (рис. 2.16) и (рис. 2.17):

```
host: h2" @mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
```

Рис. 2.16: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

```
host: h1@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -n 16G
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 45678 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr   Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec   1.93 GBytes    16.6 Gbits/sec     0    3.47 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec   1.97 GBytes    16.9 Gbits/sec     0    3.47 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec   2.02 GBytes    17.3 Gbits/sec     0    3.47 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec   2.00 GBytes    17.2 Gbits/sec     0    3.47 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec   2.02 GBytes    17.4 Gbits/sec     0    3.47 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec   1.97 GBytes    17.0 Gbits/sec     0    4.42 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec   2.00 GBytes    17.2 Gbits/sec     0    4.42 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec   1.97 GBytes    17.0 Gbits/sec     1    4.42 MBytes
[ 7]  8.00-8.05    sec    110 MBytes    17.6 Gbits/sec     0    4.42 MBytes
-----
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr
[ 7]  0.00-8.05    sec   16.0 GBytes    17.1 Gbits/sec     1
[ 7]  0.00-8.05    sec   16.0 GBytes    17.0 Gbits/sec
sender
receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.17: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с объёмом данных 16 Гбайт

Изменим в тесте измерения пропускной способности iPerf3 протокол передачи данных с TCP (установлен по умолчанию) на UDP. iPerf3 автоматически определяет протокол транспортного уровня на стороне сервера. Для изменения протокола используем опцию -u на стороне клиента iPerf3 (рис. 2.18) и (рис. 2.19):

```
host: h2@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
```

Рис. 2.18: Запуск сервера iperf3 в терминале h2


```
host: h1@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -u
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 48290 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Total Datagrams
[ 7]  0.00-1.00   sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  1.00-2.00   sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  2.00-3.00   sec    127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  3.00-4.00   sec    127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  4.00-5.00   sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  5.00-6.00   sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  6.00-7.00   sec    127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  7.00-8.00   sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
[ 7]  8.00-9.00   sec    127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[ 7]  9.00-10.00  sec    129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
- - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Jitter      Lost/Total Datagrams
[ 7]  0.00-10.00  sec    1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.000 ms    0/906 (0%) sender
[ 7]  0.00-10.00  sec    1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.027 ms    0/906 (0%) receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.19: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с протоколом UDP

После завершения теста отобразились следующие сводные данные: - ID, интервал, передача, битрейт: то же, что и у TCP. - Jitter: разница в задержке пакетов. - Lost/Total: указывает количество потерянных дейтаграмм по сравнению с общим количеством отправленных на сервер (и процентное соотношение).

В тесте измерения пропускной способности iPerf3 изменим номер порта для отправки/получения пакетов или датаграмм через указанный порт. Используем для этого опцию -p (рис. 2.20) и (рис. 2.21):

```
host: h2@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -p 3250
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 3250
-----
```

Рис. 2.20: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с портом прослушивания

```
host: h1@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -p 3250
Connecting to host 10.0.0.2, port 3250
[ 7] local 10.0.0.1 port 56094 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec   1.59 GBytes  13.7 Gbits/sec    0   4.30 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec   1.79 GBytes  15.4 Gbits/sec    0   4.30 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec   1.70 GBytes  14.6 Gbits/sec    0   4.74 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec   2.02 GBytes  17.4 Gbits/sec    0   4.74 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec   1.91 GBytes  16.4 Gbits/sec    0   4.74 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec   2.01 GBytes  17.3 Gbits/sec    0   4.74 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec   2.02 GBytes  17.3 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec   1.97 GBytes  16.9 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec   1.95 GBytes  16.7 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec   1.98 GBytes  17.1 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec   18.9 GBytes  16.3 Gbits/sec    0
[ 7]  0.00-10.00   sec   18.9 GBytes  16.2 Gbits/sec    0
sender
receiver

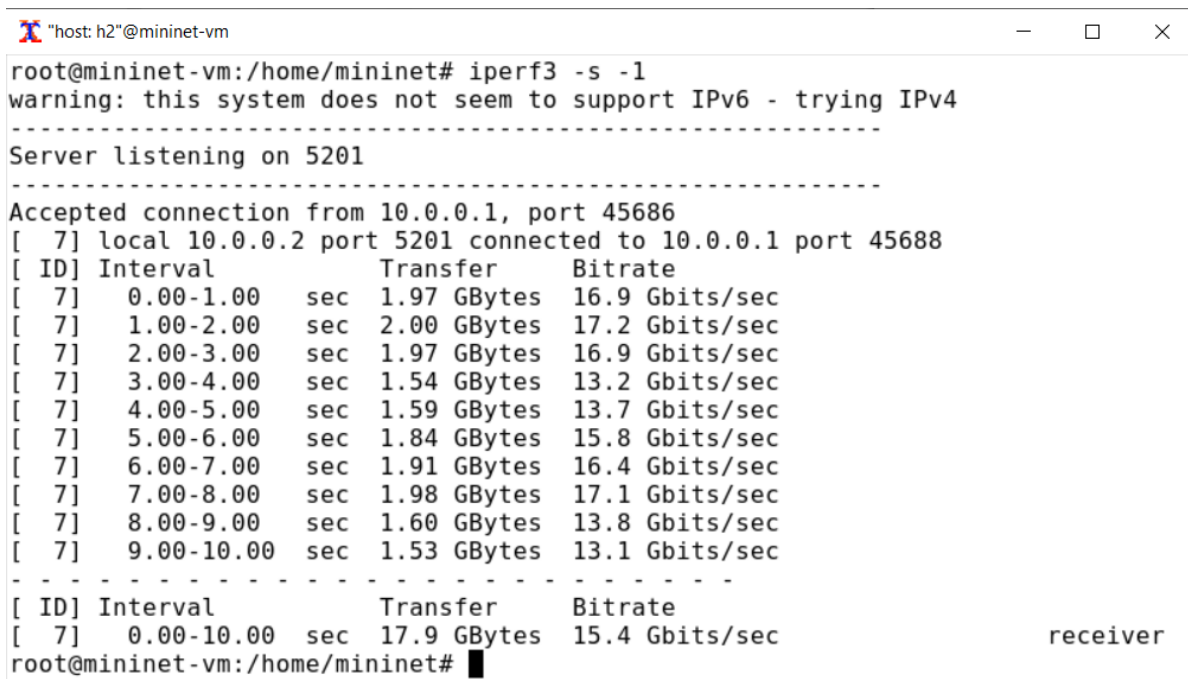
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.21: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с портом

По умолчанию после запуска сервер iPerf3 постоянно прослушивает входящие соединения. В тесте измерения пропускной способности iPerf3 зададим для сервера параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста. Для этого используем опцию -1 на сервере iPerf3 (рис. 2.22) и (рис. 2.23):

```
host: h2@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -1
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
█
```

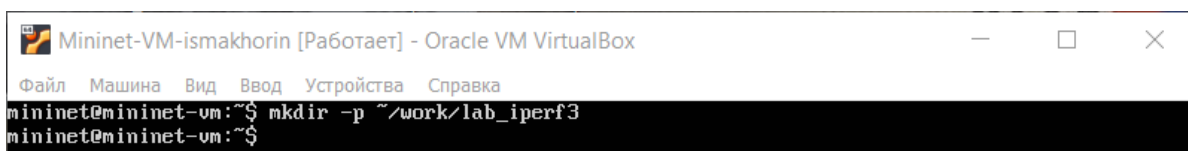
Рис. 2.22: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с параметром -1 (чтобы приять только 1 клиента)



```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -1
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 45686
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 45688
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate
[ 7] 0.00-1.00 sec      1.97 GBytes    16.9 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec      2.00 GBytes    17.2 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec      1.97 GBytes    16.9 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec      1.54 GBytes    13.2 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec      1.59 GBytes    13.7 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec      1.84 GBytes    15.8 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec      1.91 GBytes    16.4 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec      1.98 GBytes    17.1 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec      1.60 GBytes    13.8 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec     1.53 GBytes    13.1 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec     17.9 GBytes    15.4 Gbits/sec
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.23: Запуск клиента iperf3 в терминале h1

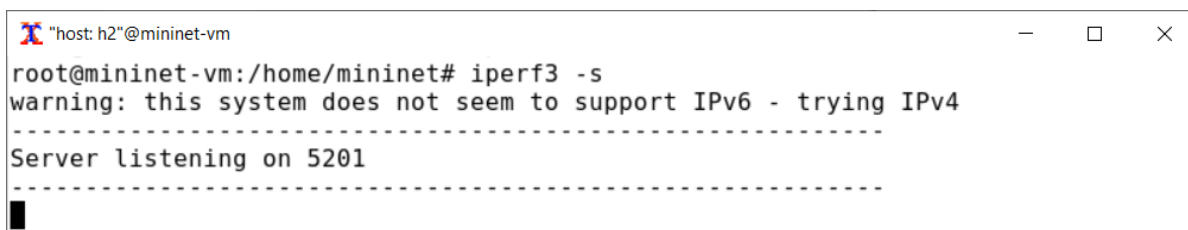
В виртуальной машине mininet создадим каталог для работы над проектом (рис. 2.24):



```
mininet@mininet-vm:~$ mkdir -p ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 2.24: Создание каталога для работы над проектом

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 2.25):



```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.25: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3, указав параметр -J для отображения вывода результатов в формате JSON (рис. 2.26):

```

host: h1" @mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J
{
  "start": {
    "connected": [{
      "socket": 7,
      "local_host": "10.0.0.1",
      "local_port": 45692,
      "remote_host": "10.0.0.2",
      "remote_port": 5201
    }],
    "version": "iperf 3.7",
    "system_info": "Linux mininet-vm 5.4.0-42-generic #46-Ubuntu SMP Fri Jul 10 00:24:02 UTC 2020 x86_64",
    "timestamp": {
      "time": "Mon, 18 Nov 2024 11:40:20 GMT",
      "timesecs": 1731930020
    },
    "connecting_to": {
      "host": "10.0.0.2",
      "port": 5201
    },
    "cookie": "rgvirntfmik26rw5cj2sifmh6wwcxazcz27s",
    "tcp_mss_default": 1448,
    "sock_bufsize": 0,
    "sndbuf_actual": 87380,
    "rcvbuf_actual": 87380,
    "test_start": {
      "protocol": "TCP",
      "num_streams": 1,
      "blksize": 131072,
      "omit": 0,
      "duration": 10,
      "bytes": 0,
      "blocks": 0,
      "reverse": 0,

```

Рис. 2.26: Запуск клиента `iperf3` в терминале `h1` с параметром `-J` (отображение вывода в формате JSON)

Экспортируем вывод результатов теста в файл, перенаправив стандартный вывод в файл (рис. 2.27):

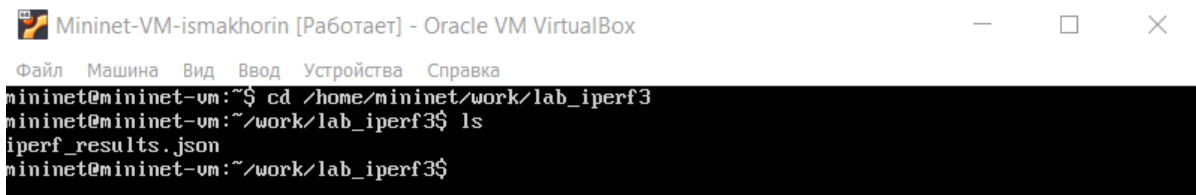
```

root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J > /home/mininet/work/lab_iperf3/iperf_results.json
root@mininet-vm:/home/mininet# █

```

Рис. 2.27: Экспортирование вывода результатов теста в файл

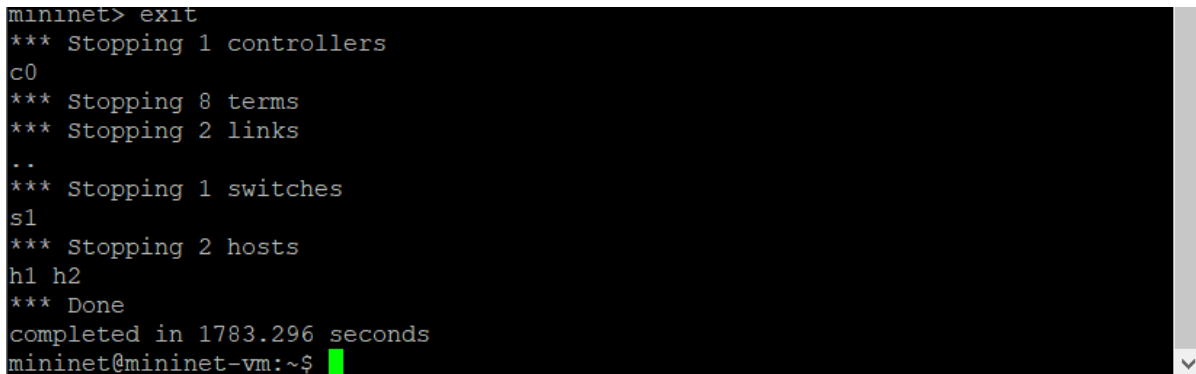
Убедимся, что файл `iperf_results.json` создан в указанном каталоге (рис. 2.28):



```
Mininet-VM-ismakhorin [Работает] - Oracle VM VirtualBox
Файл  Машина  Вид  Ввод  Устройства  Справка
mininet@mininet-vm:~$ cd /home/mininet/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls
iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
```

Рис. 2.28: Проверка создания файла

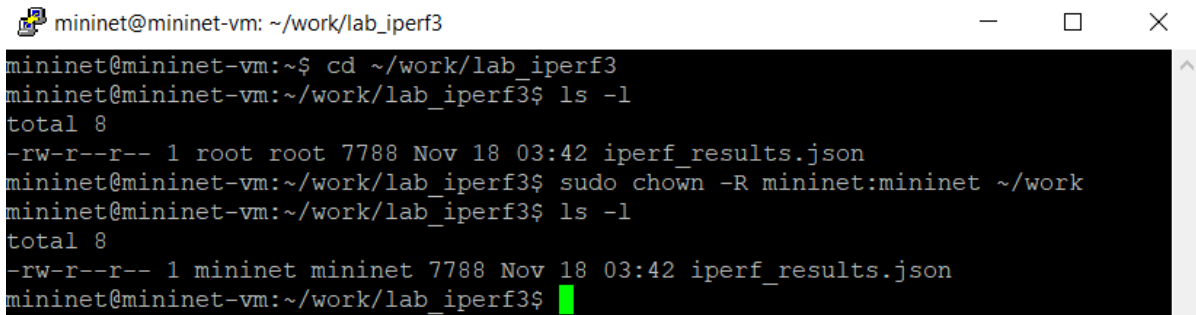
Завершим работу mininet в интерактивном режиме (рис. 2.29):



```
mininet> exit
*** Stopping 1 controllers
c0
*** Stopping 8 terms
*** Stopping 2 links
..
*** Stopping 1 switches
s1
*** Stopping 2 hosts
h1 h2
*** Done
completed in 1783.296 seconds
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 2.29: Завершение работы mininet в интерактивном режиме

В виртуальной машине mininet перейдём в каталог для работы над проектом и скорректируем права доступа к файлу JSON (рис. 2.30):



```
mininet@mininet-vm: ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$ cd ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7788 Nov 18 03:42 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ sudo chown -R mininet:mininet ~/work
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7788 Nov 18 03:42 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
```

Рис. 2.30: Корректирование прав доступа к файлу JSON

Сгенерируем выходные данные для файла JSON iPerf3 и убедимся, что файлы с данными и графиками сформировались (рис. 2.31):

```
mininet@mininet-vm: ~/work/lab_iperf3/results
mininet@mininet-vm:~$ cd ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 16
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7788 Nov 18 03:42 iperf3_results.json
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 947 Nov 18 03:50 iperf.csv
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Nov 18 03:50 results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ plot_iperf.sh iperf3_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$ ls -l
total 88
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 482 Nov 18 04:13 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9726 Nov 18 04:13 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9565 Nov 18 04:13 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9036 Nov 18 04:13 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8978 Nov 18 04:13 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8960 Nov 18 04:13 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9160 Nov 18 04:13 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9629 Nov 18 04:13 throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$
```

Рис. 2.31: Генерация выходных данных и последующая проверка

3 Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы познакомились с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени — iPerf3, а также получили навыки проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

4 Список литературы. Библиография

[1] Mininet: <https://mininet.org/>