

Лабораторная работа №2

Моделирование сетей передачи данных

Еюбоглу Тимур

Содержание

0.1	Цель лабораторной работы	4
1	Выполнение лабораторной работы	5
1.1	Установка необходимого программного обеспечения	5
1.2	Интерактивные эксперименты	7
2	Вывод	16
2.1	Вывод	16
3	Список литературы. Библиография	17

Список иллюстраций

1.1	Обновление репозитория программного обеспечения	5
1.2	Установка <code>iperf3</code>	6
1.3	Установим необходимое дополнительное программное обеспечение	6
1.4	Развертывание <code>iperf3_plotter</code>	6
1.5	Исправление права запуска	7
1.6	Создание простейшей топологии	7
1.7	Просмотр параметров топологии	8
1.8	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале хоста <code>h2</code>	8
1.9	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале хоста <code>h1</code>	9
1.10	Остановка сервера <code>iperf3</code> в терминале хоста <code>h2</code>	9
1.11	Запуск сервера <code>iperf3</code> на хосте <code>h2</code> , запуск клиента <code>iperf3</code> на хосте <code>h1</code> , остановка серверного процесса	10
1.12	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале хоста <code>h2</code>	10
1.13	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с параметром <code>-t</code> (5 секунд) .	10
1.14	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code> с 2-секундным интервалом времени отсчёта	11
1.15	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с 2-секундным интервалом времени отсчёта	11
1.16	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code>	11
1.17	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с объёмом данных 16 Гбайт .	11
1.18	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code>	12
1.19	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с протоколом UDP	12
1.20	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code> с портом прослушивания . .	12
1.21	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с портом	13
1.22	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code> с параметром <code>-1</code> (чтобы при- нять только 1 клиента)	13
1.23	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code>	13
1.24	Создание каталога для работы над проектом	14
1.25	Запуск сервера <code>iperf3</code> в терминале <code>h2</code>	14
1.26	Запуск клиента <code>iperf3</code> в терминале <code>h1</code> с параметром <code>-J</code> (отображение вывода в формате JSON)	14
1.27	Экспортирование вывода результатов теста в файл	14
1.28	Проверка создания файла	15
1.29	Завершение работы <code>mininet</code> в интерактивном режиме	15
1.30	Корректирование прав доступа к файлу JSON	15
1.31	Генерация выходных данных и последующая проверка	15

Список таблиц

0.1 Цель лабораторной 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.

1 Выполнение лабораторной работы

1.1 Установка необходимого программного обеспечения

После запуска виртуальной машины обновим репозитории программного обеспечения. (рис. 1.1):

```
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 395 not upgraded.
Need to get 94.1 kB of archives.
After this operation, 331 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] Y
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/main amd64 libsctp1 amd64 1.0.18+dfsg-1 [7,876 B]
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 libiperf0 amd64 3.7-3 [72.0 kB]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal/universe amd64 iperf3 amd64 3.7-3 [14.2 kB]
Fetched 94.1 kB in 1s (159 kB/s)
Selecting previously unselected package libsctp1:amd64.
(Reading database ... 102329 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../libsctp1_1.0.18+dfsg-1_amd64.deb ...
Unpacking libsctp1:amd64 (1.0.18+dfsg-1) ...
Selecting previously unselected package libiperf0:amd64.
Preparing to unpack .../libiperf0_3.7-3_amd64.deb ...
Unpacking libiperf0:amd64 (3.7-3) ...
Selecting previously unselected package iperf3.
Preparing to unpack .../iperf3_3.7-3_amd64.deb ...
Unpacking iperf3 (3.7-3) ...
```

Рис. 1.1: Обновление репозитория программного обеспечения

Затем установим iperf3. (рис. 1.2):

```

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 395 not upgraded.
Need to get 94.1 kB of archives.
After this operation, 331 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] Y

```

Рис. 1.2: Установка iperf3

Установим необходимое дополнительное программное обеспечение на виртуальную машину. (рис. 1.3):

```

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 libunf0.2-7 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 libunf-bin mplayer povray radiance
  sane-utils texlive-base-bin transfig ufrave batch xdg-utils lrzip libenchant-2-voikko inkscape
  libjxr-tools libunf0.2-7-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 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 libunf0.2-7 netpbm psutils
The following packages will be upgraded:
  git

```

Рис. 1.3: Установим необходимое дополнительное программное обеспечение

Развернём iperf3_plotter. Для этого перейдём во временный каталог и скачаем репозиторий, далее установим iperf3_plotter. (рис. 1.4):

```

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 | 1.04 MiB/s, done.
mininet@mininet-vm:/tmp$ cd /tmp/iperf3_plotter
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo cp plot_* /usr/bin
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo cp *.sh /usr/bin
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$

```

Рис. 1.4: Развертывание iperf3_plotter

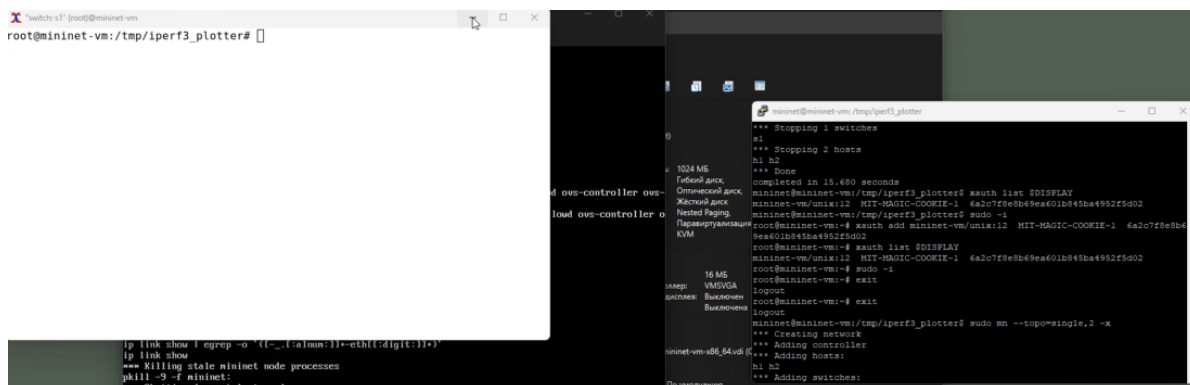
1.2 Интерактивные эксперименты

В самом начале исправим права запуска X-соединения (рис. 1.5):

```
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
```

Рис. 1.5: Исправление права запуска

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. 1.6):



```
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo mm --topo=single,2 -x
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1 s2
completed in 15.480 seconds
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:12 MIT-MAGIC-COOKIE-1 6a2c7f8e8b69ea601b845ba4952f5d02
root@mininet-vm:~# exit
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$
```

Рис. 1.6: Создание простейшей топологии

В терминале виртуальной машины посмотрим параметры запущенной в интерактивном режиме топологии (рис. 1.7):

```
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Running terms on localhost:12.0
*** 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=15833>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=15835>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=15840>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=15826>
mininet>
```

Рис. 1.7: 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. 1.8):

```
"host: h2"@mininet-vm
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
```

Рис. 1.8: Запуск сервера iperf3 в терминале хоста 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. 1.9):


```

host: h1@mininet-vm
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 38192 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00      sec  4.29 GBytes    36.9 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  1.00-2.00      sec  4.17 GBytes    35.8 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  2.00-3.00      sec  4.22 GBytes    36.3 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  3.00-4.00      sec  4.11 GBytes    35.4 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  4.00-5.00      sec  4.36 GBytes    37.4 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  5.00-6.00      sec  4.25 GBytes    36.5 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  6.00-7.00      sec  4.35 GBytes    37.5 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  7.00-8.00      sec  4.57 GBytes    39.2 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  8.00-9.00      sec  4.31 GBytes    37.1 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  9.00-10.00     sec  4.47 GBytes    38.4 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
-----
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr
[ 7]  0.00-10.00     sec  43.1 GBytes    37.0 Gbits/sec    0
[ 7]  0.00-10.00     sec  43.1 GBytes    37.0 Gbits/sec
sender
receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter#

```

Рис. 1.9: Запуск клиента iperf3 в терминале хоста h1

Остановим сервер iPerf3 в терминале хоста h2 (рис. 1.10):

```

host: h2@mininet-vm
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 38190
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 38192
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate
[ 7]  0.00-1.00      sec  4.29 GBytes    36.9 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00      sec  4.17 GBytes    35.8 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00      sec  4.22 GBytes    36.2 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00      sec  4.12 GBytes    35.3 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00      sec  4.36 GBytes    37.4 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00      sec  4.25 GBytes    36.5 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.00      sec  4.36 GBytes    37.5 Gbits/sec
[ 7]  7.00-8.00      sec  4.56 GBytes    39.2 Gbits/sec
[ 7]  8.00-9.00      sec  4.32 GBytes    37.1 Gbits/sec
[ 7]  9.00-10.00     sec  4.47 GBytes    38.4 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.00     sec  1.75 MBytes    12.2 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate
[ 7]  0.00-10.00     sec  43.1 GBytes    37.0 Gbits/sec
receiver
-----
Server listening on 5201
-----
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter#

```

Рис. 1.10: 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. 1.11):

```

mininet@mininet-vm: /tmp/iperf3_plotter
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 38194
[ 5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 38196
-----
ID| Interval      Transfer      Bitrate
[ 5] 0.00-1.00    sec 4.31 GBytes 37.0 Gbits/sec
[ 5] 1.00-2.00    sec 4.44 GBytes 38.1 Gbits/sec
[ 5] 2.00-3.00    sec 4.35 GBytes 37.4 Gbits/sec
[ 5] 3.00-4.00    sec 4.41 GBytes 37.9 Gbits/sec
[ 5] 4.00-5.00    sec 4.14 GBytes 35.6 Gbits/sec
[ 5] 5.00-6.00    sec 4.21 GBytes 36.2 Gbits/sec
[ 5] 6.00-7.00    sec 4.29 GBytes 36.9 Gbits/sec
[ 5] 7.00-8.00    sec 4.33 GBytes 37.2 Gbits/sec
[ 5] 8.00-9.00    sec 4.38 GBytes 37.6 Gbits/sec
[ 5] 9.00-10.00   sec 4.56 GBytes 39.2 Gbits/sec
[ 5] 10.00-10.00  sec 8.75 MBytes 30.2 Gbits/sec
-----
ID| Interval      Transfer      Bitrate
[ 5] 0.00-10.00   sec 43.4 GBytes 37.3 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----
iperf3: interrupt - the server has terminated
mininet>

```

Рис. 1.11: Запуск сервера iperf3 на хосте h2, запуск клиента iperf3 на хосте h1, остановка серверного процесса

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 1.12):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----

```

Рис. 1.12: Запуск сервера iperf3 в терминале хоста h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3 с параметром -t, за которым следует количество секунд (рис. 1.13):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2 -t 5
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 38204 connected to 10.0.0.2 port 5201
-----
ID| Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00    sec 4.56 GBytes 39.2 Gbits/sec    9  4.18 MBytes
[ 7] 1.00-2.00    sec 3.65 GBytes 31.3 Gbits/sec    0  4.18 MBytes
[ 7] 2.00-3.00    sec 4.35 GBytes 37.4 Gbits/sec    0  4.18 MBytes
-----

```

Рис. 1.13: 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. 1.14) (рис. 1.15):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s -i 2
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----

```

Рис. 1.14: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с 2-секундным интервалом времени отсчёта

```

et-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2 -i 2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 0] local 10.0.0.1 port 38208 connected to 10.0.0.2 port 5201
-----
Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 0] 0.00-2.00 sec  8.99 GBytes  38.6 Gbits/sec    0   8.00 MBytes
[ 0] 2.00-4.00 sec  8.78 GBytes  37.7 Gbits/sec    0   8.00 MBytes
[ 0] 4.00-6.00 sec  8.94 GBytes  38.4 Gbits/sec    0   8.00 MBytes
Error - unable to write to stream socket: Connection reset by peer
et-vm:/tmp/iperf3_plotter#

```

Рис. 1.15: 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. 1.16) (рис. 1.17):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----

```

Рис. 1.16: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2 -n 16G
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 38212 connected to 10.0.0.2 port 5201
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  4.27 GBytes  36.7 Gbits/sec    0   8.25 MBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec  4.41 GBytes  37.8 Gbits/sec    0   8.25 MBytes
[ 7] 2.00-3.00 sec  4.39 GBytes  37.8 Gbits/sec    0   8.25 MBytes
[ 7] 3.00-3.67 sec  2.93 GBytes  37.8 Gbits/sec    0   8.25 MBytes
-----
Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-3.67 sec  16.0 GBytes  37.5 Gbits/sec    0
[ 7] 0.00-3.67 sec  16.0 GBytes  37.5 Gbits/sec    0
-----
sender
receiver

```

Рис. 1.17: 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. 1.18) (рис. 1.19):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
Server listening on 5201

```

Рис. 1.18: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2 -u
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 55437 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      127 KBytes   1.04 Mbits/sec  90
[ 7] 2.00-3.00 sec      129 KBytes   1.05 Mbits/sec  91
[ 7] 3.00-4.00 sec      129 KBytes   1.05 Mbits/sec  91
[ 7] 4.00-5.00 sec      127 KBytes   1.04 Mbits/sec  90
[ 7] 5.00-6.00 sec      127 KBytes   1.04 Mbits/sec  90
[ 7] 6.00-7.00 sec      129 KBytes   1.05 Mbits/sec  91
[ 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

```

Рис. 1.19: 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. 1.20) (рис. 1.21):

```

root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s -p 3250
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
Server listening on 3250

```

Рис. 1.20: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с портом прослушивания

```
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2 -p 3250
Connecting to host 10.0.0.2, port 3250
[ 7] local 10.0.0.1 port 54342 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00 sec      4.27 GBytes    36.5 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  1.00-2.00 sec      4.45 GBytes    38.3 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  2.00-3.00 sec      4.44 GBytes    38.2 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  3.00-4.00 sec      4.49 GBytes    38.6 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  4.00-5.00 sec      4.39 GBytes    37.7 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  5.00-6.00 sec      4.38 GBytes    37.7 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  6.00-7.00 sec      4.35 GBytes    37.3 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  7.00-8.00 sec      4.44 GBytes    38.2 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  8.00-9.00 sec      4.53 GBytes    38.9 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
[ 7]  9.00-10.00 sec     4.51 GBytes    38.7 Gbits/sec    0   8.04 MBytes
```

Рис. 1.21: 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. 1.22) (рис. 1.23):

```
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s -1
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
Server listening on 5201
```

Рис. 1.22: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с параметром -1 (чтобы принять только 1 клиента)

```
iperf Done.
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 38222 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate        Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00 sec      5.12 GBytes    44.0 Gbits/sec    9   4.18 MBytes
[ 7]  1.00-2.00 sec      4.36 GBytes    37.4 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  2.00-3.00 sec      4.29 GBytes    36.9 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  3.00-4.00 sec      4.33 GBytes    37.2 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  4.00-5.00 sec      4.44 GBytes    38.2 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  5.00-6.00 sec      4.32 GBytes    37.1 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  6.00-7.00 sec      4.40 GBytes    37.8 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
[ 7]  7.00-8.00 sec      4.25 GBytes    36.5 Gbits/sec    0   4.18 MBytes
```

Рис. 1.23: Запуск клиента iperf3 в терминале h1

В виртуальной машине mininet создадим каталог для работы над проектом (рис. 1.24):

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

Рис. 1.24: Создание каталога для работы над проектом

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 1.25):

```
root@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
.....
Server listening on 5201
.....
```

Рис. 1.25: Запуск сервера iPerf3 в терминале h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3, указав параметр -J для отображения вывода результатов в формате JSON (рис. 1.26):

```
"retransmits": 0,
"sender": true
},
"sum_received": {
  "start": 0,
  "end": 10.002465,
  "seconds": 10.002465,
  "bytes": 48094434536,
  "bits_per_second": 38466065743.5942,
  "sender": true
},
"cpu_utilization_percent": {
  "host_total": 49.7996381217098,
  "host_user": 0.91093018306725326,
  "host_system": 48.888707938642547,
  "remote_total": 24.950076512042351,
  "remote_user": 0.83098903213055109,
  "remote_system": 24.119082472415329
},
"sender_tcp_congestion": "cubic",
"receiver_tcp_congestion": "cubic"
```

Рис. 1.26: 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. 1.27):

```
mininet@mininet-vm:/$ iperf3 -c 10.0.0.2 -J > /home/mininet/work/lab_iperf3/iperf_results.json
```

Рис. 1.27: Экспортирование вывода результатов теста в файл

Убедимся, что файл `iperf_results.json` создан в указанном каталоге (рис. 1.28):

```
-rw-r--r-- 1 root root 7804 Sep 26 14:51 iperf_results.json
```

Рис. 1.28: Проверка создания файла

Завершим работу `mininet` в интерактивном режиме (рис. 1.29):

```
mininet> exit
*** Stopping 1 controllers
c0
*** Stopping 8 terms
*** Stopping 2 links
..
*** Stopping 1 switches
s1
*** Stopping 2 hosts
h1 h2
*** Done
completed in 1628.260 seconds
```

Рис. 1.29: 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. 1.30):

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ sudo chown -R mininet:mininet ~/work
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 16
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 1 Sep 26 14:47 iperf.csv
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7804 Sep 26 14:51 iperf_results.json
-rwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Sep 26 14:47 results
```

Рис. 1.30: Корректирование прав доступа к файлу JSON

Сгенерируем выходные данные для файла JSON `iPerf3` и убедимся, что файлы с данными и графиками сформировались (рис. 1.31):

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l results/
total 88
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 487 Sep 26 15:01 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9874 Sep 26 15:01 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9616 Sep 26 15:01 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9036 Sep 26 15:01 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8978 Sep 26 15:01 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9047 Sep 26 15:01 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9135 Sep 26 15:01 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9568 Sep 26 15:01 throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
```

Рис. 1.31: Генерация выходных данных и последующая проверка

2 Вывод

2.1 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.

3 Список литературы. Библиография

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