

Отчёт по лабораторной работе №2

Моделирование сетей передачи данных

Измерение и тестирование пропускной способности сети. Интерактивный эксперимент

Выполнил: Исаев Булат Абубакарович,
НПИбд-01-22, 1132227131

Содержание

1	Цель работы	1
2	Выполнение лабораторной работы.....	1
2.1	Установка необходимого программного обеспечения.....	1
2.2	Интерактивные эксперименты.....	3
3	Вывод.....	16
4	Список литературы. Библиография	16

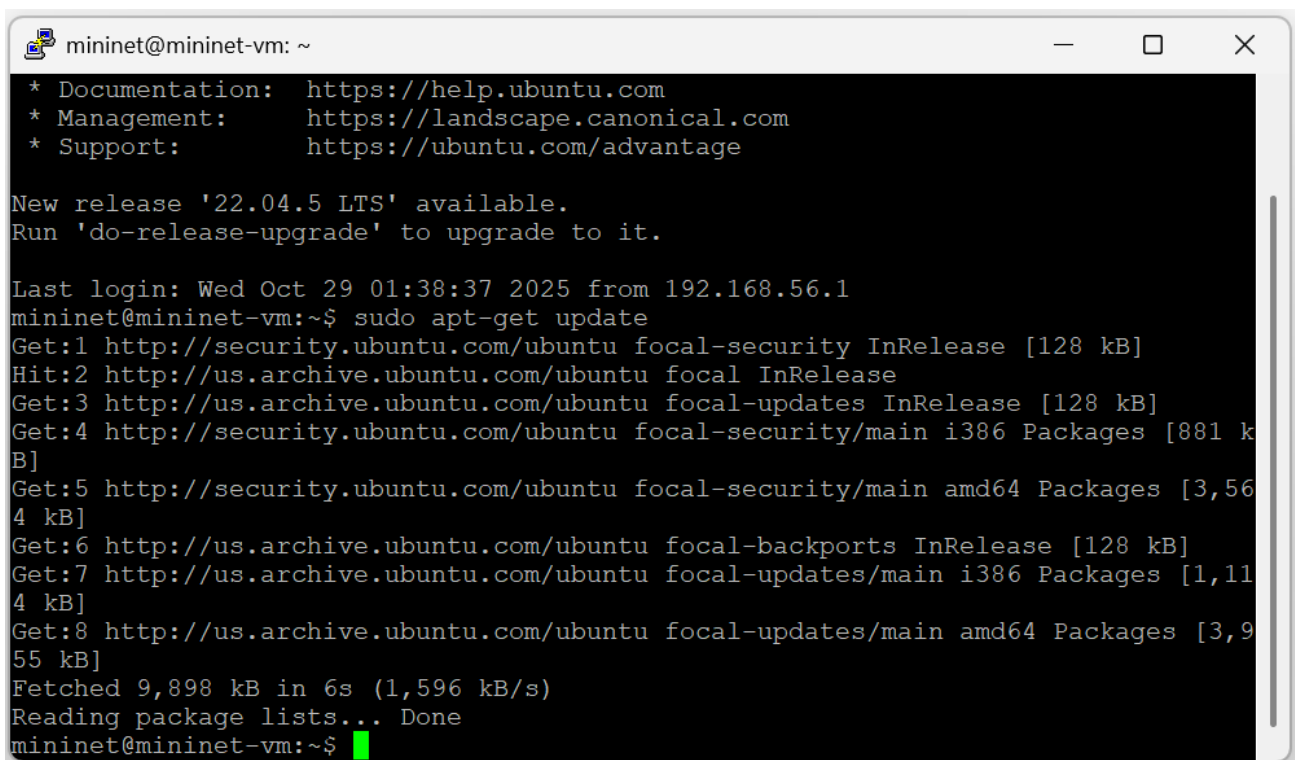
1 Цель работы

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

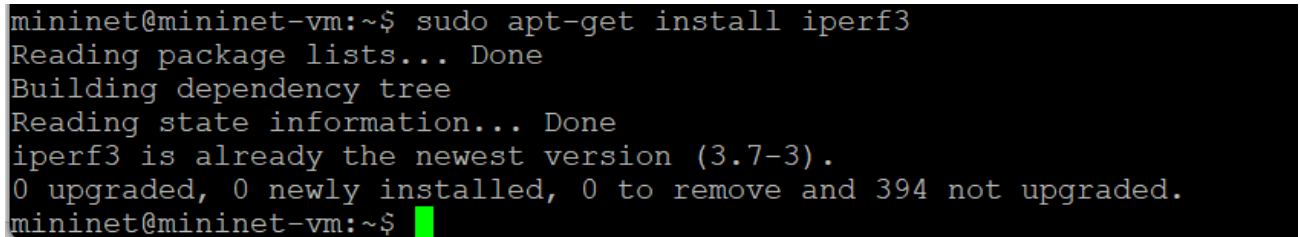
После запуска виртуальной машины обновим репозитории программного обеспечения (рис. 1):



```
mininet@mininet-vm: ~  
* Documentation: https://help.ubuntu.com  
* Management:   https://landscape.canonical.com  
* Support:       https://ubuntu.com/advantage  
  
New release '22.04.5 LTS' available.  
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.  
  
Last login: Wed Oct 29 01:38:37 2025 from 192.168.56.1  
mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get update  
Get:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [128 kB]  
Hit:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease  
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [128 kB]  
Get:4 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main i386 Packages [881 k  
B]  
Get:5 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [3,56  
4 kB]  
Get:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [128 kB]  
Get:7 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main i386 Packages [1,11  
4 kB]  
Get:8 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [3,9  
55 kB]  
Fetched 9,898 kB in 6s (1,596 kB/s)  
Reading package lists... Done  
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 1: Обновление репозитория программного обеспечения

Затем установим iperf3 (рис. 2):



```
mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get install iperf3  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
iperf3 is already the newest version (3.7-3).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 394 not upgraded.  
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 2: Установка iperf3

Установим необходимое дополнительное программное обеспечение на виртуальную машину (рис. 3):



```
mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get install git jq gnuplot-nox evince  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
gnuplot-nox is already the newest version (5.2.8+dfsg1-2).  
evince is already the newest version (3.36.10-0ubuntu1).  
git is already the newest version (1:2.25.1-1ubuntu3.14).  
jq is already the newest version (1.6-1ubuntu0.20.04.1).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 394 not upgraded.  
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 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. 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 | 915.00 KiB/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. 4: Развертывание iperf3_plotter

2.2 Интерактивные эксперименты

В самом начале исправим права запуска X-соединения (рис. 5):

```
mininet@mininet-vm:~$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 cd6aef0df44e2ea7e1dd4c6d65aefa53
mininet@mininet-vm:~$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 cd6aef0df44
e2ea7e1dd4c6d65aefa53
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 cd6aef0df44e2ea7e1dd4c6d65aefa53
root@mininet-vm:~#
```

Рис. 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. 6):

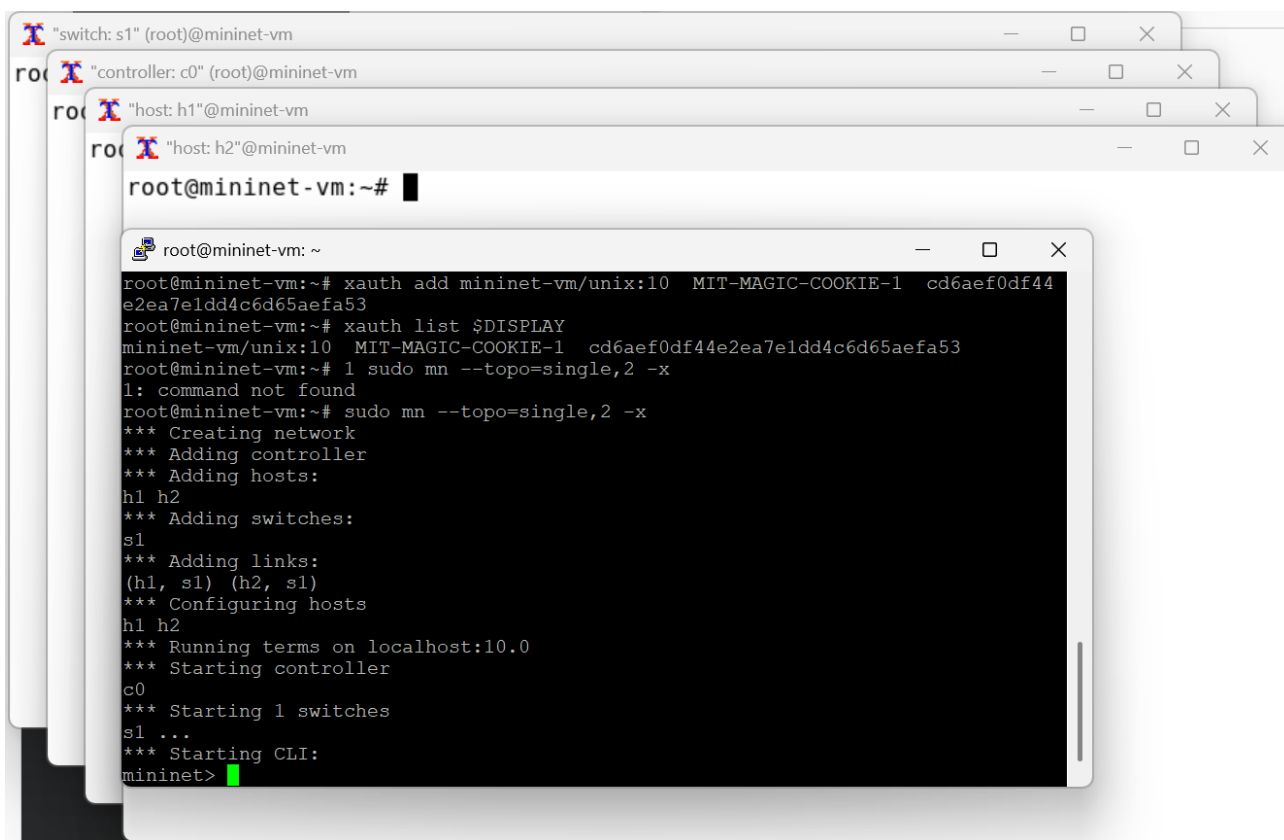


Рис. 6: Создание простейшей топологии, состоящей из двух хостов и коммутатора

В терминале виртуальной машины посмотрим параметры запущенной в интерактивном режиме топологи (рис. 7):

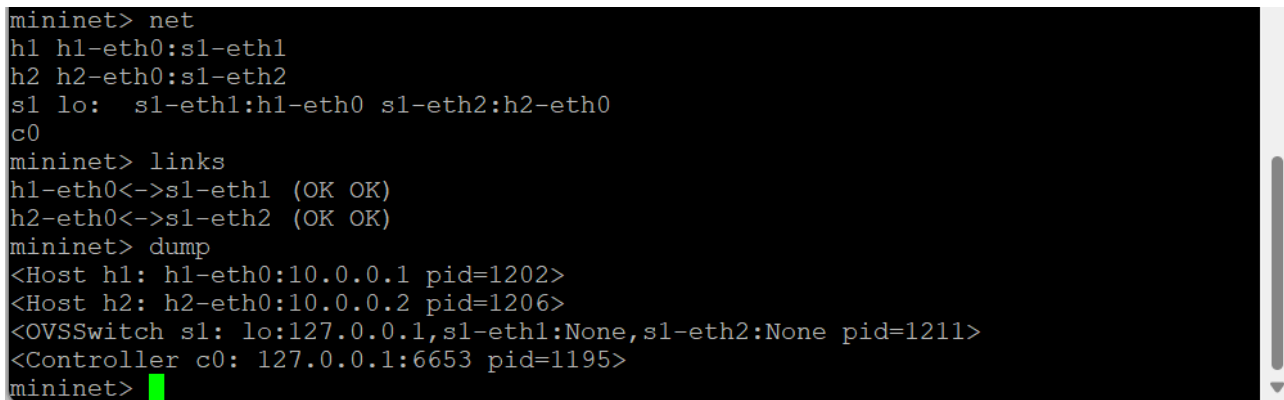


Рис. 7: Просмотр параметров топологии

В терминале h2 запустим сервер iPerf3. После запуска этой команды хост h2 перешёл в состояние прослушивания 5201-го порта в ожидании входящих подключений (рис. 8):

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

Рис. 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. 9):

```
"host: h1"@mininet-vm
root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 58386 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec   1.81 GBytes  15.5 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec   1.89 GBytes  16.3 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec   1.85 GBytes  15.9 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  3.00-4.01    sec   1.72 GBytes  14.8 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  4.01-5.00    sec   1.75 GBytes  15.1 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec   1.02 GBytes   8.80 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec    914 MBytes   7.68 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec    986 MBytes   8.26 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec    949 MBytes   7.97 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec   1.01 GBytes   8.64 Gbits/sec    0   8.35 MBytes
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00    sec  13.8 GBytes  11.9 Gbits/sec    0
[ 7]  0.00-10.00    sec  13.8 GBytes  11.9 Gbits/sec    0
sender
receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:~# █
```

Рис. 9: Запуск клиента *iperf3* в терминале хоста *h1*

Остановим сервер *iPerf3* в терминале хоста *h2* (рис. 10):

```
"host: h2"@mininet-vm
root@mininet-vm:~# 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 58384
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 58386
[ ID] Interval          Transfer    Bitrate
[ 7]  0.00-1.00      sec  1.81 GBytes 15.5 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00      sec  1.89 GBytes 16.1 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00      sec  1.86 GBytes 16.0 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00      sec  1.72 GBytes 14.7 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00      sec  1.75 GBytes 15.0 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00      sec  1.03 GBytes  8.90 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.01      sec   905 MBytes 7.53 Gbits/sec
[ 7]  7.01-8.00      sec   996 MBytes 8.41 Gbits/sec
[ 7]  8.00-9.01      sec   949 MBytes 7.87 Gbits/sec
[ 7]  9.01-10.00     sec   1.01 GBytes 8.75 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.00     sec    704 KBytes 1.46 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer    Bitrate
[ 7]  0.00-10.00     sec  13.8 GBytes 11.9 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----
```

receiver

Рис. 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. 11):

```

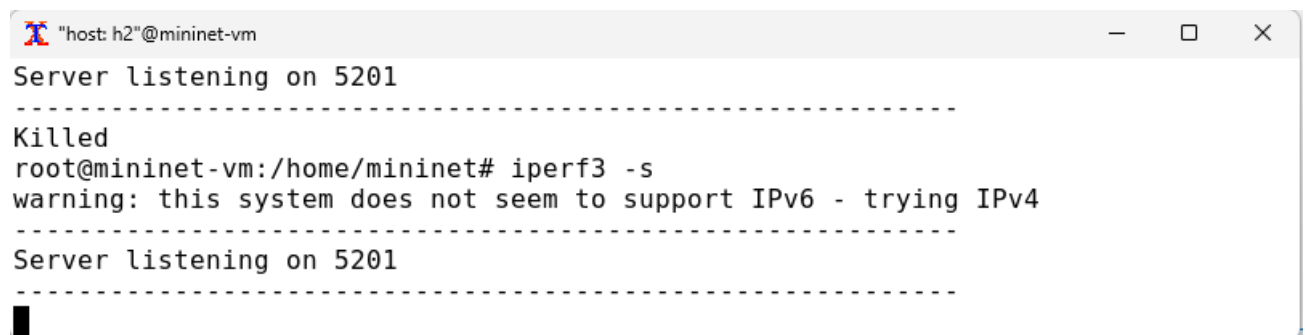
mininet> h2 iperf3 -s &
mininet> h1 iperf -c h2
connect failed: Connection refused
mininet> h1 iperf3 -c h2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[  5] local 10.0.0.1 port 58416 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[  5]  0.00-1.00    sec   1.65 GBytes  14.2 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  1.00-2.00    sec   1.63 GBytes  13.9 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  2.00-3.00    sec   1.61 GBytes  13.9 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  3.00-4.00    sec   978 MBytes   8.20 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  4.00-5.01    sec   801 MBytes   6.65 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  5.01-6.00    sec   849 MBytes   7.19 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  6.00-7.01    sec   818 MBytes   6.82 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  7.01-8.00    sec   981 MBytes   8.28 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  8.00-9.00    sec   1.43 GBytes  12.3 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
[  5]  9.00-10.00   sec   889 MBytes   7.43 Gbits/sec    0   8.37 MBytes
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr
[  5]  0.00-10.00    sec  11.5 GBytes  9.89 Gbits/sec    0
[  5]  0.00-10.01    sec  11.5 GBytes  9.88 Gbits/sec
sender
receiver

iperf Done.
mininet> h2 killall iperf3
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
iperf3: error - unable to start listener for connections: Address already in use
iperf3: exiting
mininet> h2 killall iperf3
iperf3: no process found
mininet>
Interrupt
mininet> h2 killall -9 iperf3
iperf3: no process found
mininet> h2 iperf3 -s &
mininet>
Interrupt
mininet>

```

Рис. 11: Запуск сервера *iperf3* на хосте *h2*, запуск клиента *iperf3* на хосте *h1*, остановка серверного процесса

В терминале *h2* запустим сервер *iPerf3* (рис. 12):



```

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

```

Рис. 12: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2*

В терминале *h1* запустим клиент *iPerf3* с параметром *-t*, за которым следует количество секунд (рис. 13):


```
"host: h1"@mininet-vm
[ 7] 8.00-9.01 sec 1.00 GBytes 8.60 Gbits/sec 1 8.04 MBytes
[ 7] 9.01-10.00 sec 1.38 GBytes 11.9 Gbits/sec 0 8.04 MBytes
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.00 sec 13.0 GBytes 11.2 Gbits/sec 2
[ 7] 0.00-10.00 sec 13.0 GBytes 11.2 Gbits/sec
sender receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:~# iperf3 -c 10.0.0.2 -t 5
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 58420 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.01 sec 1.78 GBytes 15.1 Gbits/sec 0 8.04 MBytes
[ 7] 1.01-2.00 sec 1.84 GBytes 15.9 Gbits/sec 0 8.04 MBytes
[ 7] 2.00-3.01 sec 1.76 GBytes 15.1 Gbits/sec 0 8.04 MBytes
[ 7] 3.01-4.00 sec 1005 MBytes 8.45 Gbits/sec 1 8.04 MBytes
[ 7] 4.00-5.01 sec 946 MBytes 7.88 Gbits/sec 0 8.04 MBytes
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-5.01 sec 7.28 GBytes 12.5 Gbits/sec 1
[ 7] 0.00-5.01 sec 7.28 GBytes 12.5 Gbits/sec
sender receiver

iperf Done.
root@mininet-vm:~#
```

Рис. 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. 14) и (рис. 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. 14: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2* с 2-секундным интервалом времени отсчёта


```
"host: h1"@mininet-vm
iperf Done.
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 58540 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-2.00      sec  1.50 GBytes  6.44 Gbits/sec    0   8.09 MBytes
[ 7]  2.00-4.00      sec  1.64 GBytes  7.07 Gbits/sec    1   8.09 MBytes
[ 7]  4.00-6.01      sec  1.87 GBytes  8.00 Gbits/sec    0   8.09 MBytes
[ 7]  6.01-8.00      sec  1.72 GBytes  7.40 Gbits/sec    0   8.09 MBytes
[ 7]  8.00-10.00     sec  1.69 GBytes  7.26 Gbits/sec    0   8.09 MBytes
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00     sec  8.42 GBytes  7.23 Gbits/sec    1
[ 7]  0.00-10.02     sec  8.42 GBytes  7.22 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

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

Рис. 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. 16) и (рис. 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. 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 58544 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr   Cwnd
[ 7]  0.00-1.01    sec      870 MBytes      7.24 Gbits/sec    1    8.24 MBytes
[ 7]  1.01-2.01    sec      749 MBytes      6.29 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  2.01-3.00    sec      810 MBytes      6.83 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec      789 MBytes      6.63 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec      972 MBytes      8.15 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec      785 MBytes      6.58 Gbits/sec    1    8.24 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec      795 MBytes      6.67 Gbits/sec    1    8.24 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec      702 MBytes      5.88 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec     1.13 GBytes      9.71 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec      808 MBytes      6.76 Gbits/sec    1    8.24 MBytes
[ 7] 10.00-11.00   sec      801 MBytes      6.70 Gbits/sec    2    8.24 MBytes
[ 7] 11.00-12.00   sec      795 MBytes      6.70 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 12.00-13.00   sec      861 MBytes      7.20 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 13.00-14.00   sec      886 MBytes      7.46 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 14.00-15.01   sec      746 MBytes      6.20 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 15.01-16.00   sec      782 MBytes      6.61 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 16.00-17.01   sec      898 MBytes      7.49 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 17.01-18.00   sec      882 MBytes      7.44 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 18.00-19.00   sec      925 MBytes      7.77 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
[ 7] 19.00-19.46   sec       374 MBytes      6.79 Gbits/sec    0    8.24 MBytes
-----
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr
[ 7]  0.00-19.46   sec     16.0 GBytes      7.06 Gbits/sec    6
[ 7]  0.00-19.49   sec     16.0 GBytes      7.05 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

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

Рис. 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. 18) и (рис. 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. 18: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2*

```
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 34762 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        127 KBytes     1.04 Mbits/sec   90
[ 7] 4.00-5.01 sec        129 KBytes     1.05 Mbits/sec   91
[ 7] 5.01-6.00 sec        127 KBytes     1.05 Mbits/sec   90
[ 7] 6.00-7.00 sec        129 KBytes     1.05 Mbits/sec   91
[ 7] 7.00-8.00 sec        127 KBytes     1.04 Mbits/sec   90
[ 7] 8.00-9.00 sec        129 KBytes     1.06 Mbits/sec   91
[ 7] 9.00-10.00 sec       127 KBytes     1.04 Mbits/sec   90
-----
[ ID] Interval            Transfer        Bitrate          Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 7] 0.00-10.00 sec       1.25 MBytes     1.05 Mbits/sec   0.000 ms  0/905 (0%) sender
[ 7] 0.00-10.00 sec       1.25 MBytes     1.05 Mbits/sec   0.011 ms  0/905 (0%) receiver

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

Рис. 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. 20) и (рис. 21):

```
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. 20: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2* с портом прослушивания

```
"host: h1"@mininet-vm
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -p 3250
iperf3: error - unable to connect to server: Connection refused
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 52176 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec   916 MBytes  7.68 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  1.00-2.01    sec   871 MBytes  7.27 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  2.01-3.00    sec   826 MBytes  6.97 Gbits/sec    1   8.26 MBytes
[ 7]  3.00-4.01    sec   818 MBytes  6.82 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  4.01-5.01    sec   772 MBytes  6.47 Gbits/sec    1   8.26 MBytes
[ 7]  5.01-6.00    sec   888 MBytes  7.49 Gbits/sec    1   8.26 MBytes
[ 7]  6.00-7.01    sec   990 MBytes  8.21 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  7.01-8.01    sec   879 MBytes  7.36 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  8.01-9.00    sec   954 MBytes  8.09 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
[ 7]  9.00-10.01   sec   885 MBytes  7.40 Gbits/sec    0   8.26 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.01   sec   8.59 GBytes  7.38 Gbits/sec    3
[ 7]  0.00-10.01   sec   8.59 GBytes  7.37 Gbits/sec
sender
receiver

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

Рис. 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. 22) и (рис. 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. 22: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2* с параметром *-1* (чтобы принять только 1 клиента)

```
"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
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 58554
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 58556
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-1.01 sec      829 MBytes   6.91 Gbits/sec
[ 7] 1.01-2.01 sec      862 MBytes   7.23 Gbits/sec
[ 7] 2.01-3.00 sec      781 MBytes   6.58 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.01 sec      949 MBytes   7.93 Gbits/sec
[ 7] 4.01-5.00 sec      774 MBytes   6.53 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec      994 MBytes   8.34 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec      840 MBytes   7.04 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec      858 MBytes   7.21 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec     1.05 GBytes   8.99 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.01 sec     918 MBytes   7.62 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-10.01 sec    8.67 GBytes   7.44 Gbits/sec
root@mininet-vm:/home/mininet# receiver
```

Рис. 23: Запуск клиента *iperf3* в терминале *h1*

В виртуальной машине *mininet* создадим каталог для работы над проектом (рис. 24):

```
Mininet-VM-isaev [Работает] - Oracle VirtualBox
Файл  Машина  Вид  Ввод  Устройства  Справка
TX packets 28 bytes 2800 (2.8 KB)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
mininet@mininet-vm:~$ mkdir -p ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 24: Создание каталога для работы над проектом

В терминале *h2* запустим сервер *iPerf3* (рис. 25):

```
"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. 25: Запуск сервера *iperf3* в терминале *h2*

В терминале *h1* запустим клиент *iPerf3*, указав параметр *-J* для отображения вывода результатов в формате *JSON* (рис. 26):

```
host: h1" @mininet-vm
--username          username for authentication
--rsa-public-key-path path to the RSA public key used to encrypt
                    authentication credentials

[KMG] indicates options that support a K/M/G suffix for kilo-, mega-, or giga-

iperf3 homepage at: https://software.es.net/iperf/
Report bugs to:    https://github.com/esnet/iperf
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J
{
  "start": {
    "connected": [{
      "socket": 7,
      "local_host": "10.0.0.1",
      "local_port": 58560,
      "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 SM
P Fri Jul 10 00:24:02 UTC 2020 x86_64",
    "timestamp": {
      "time": "Wed, 29 Oct 2025 10:32:10 GMT",
      "timesecs": 1761733930
    },
    "connecting_to": {
      "host": "10.0.0.2",
      "port": 5201
    },
    "cookie": "iym57bplp44wulc5cv3wjlmqqpy36cfhqx5",
    "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,
```

Рис. 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. 27):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J > /home/mininet/work/lab_i
perf3/iperf_results.json
root@mininet-vm:/home/mininet# █
```

Рис. 27: Экспортирование вывода результатов теста в файл

Убедимся, что файл *iperf_results.json* создан в указанном каталоге (рис. 28):

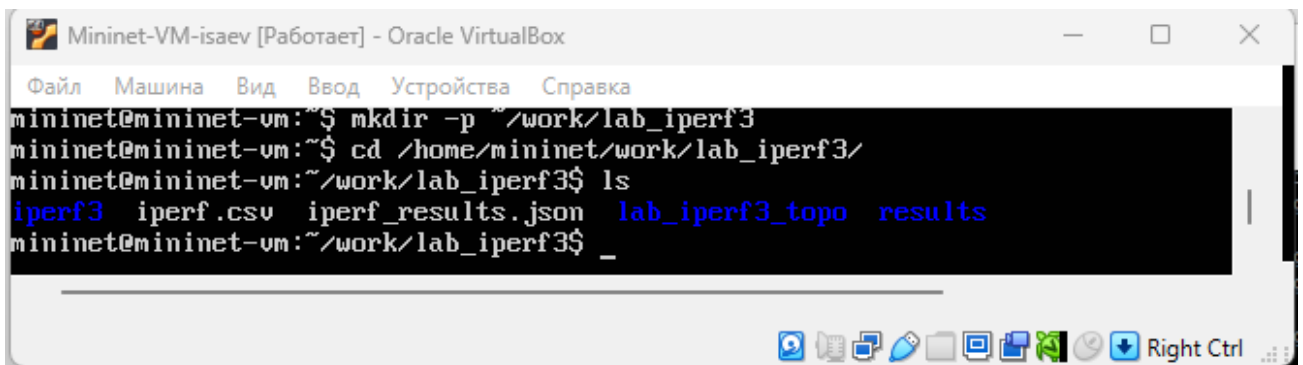


Рис. 28: Проверка создания файла

Завершим работу mininet в интерактивном режиме (рис. 29):

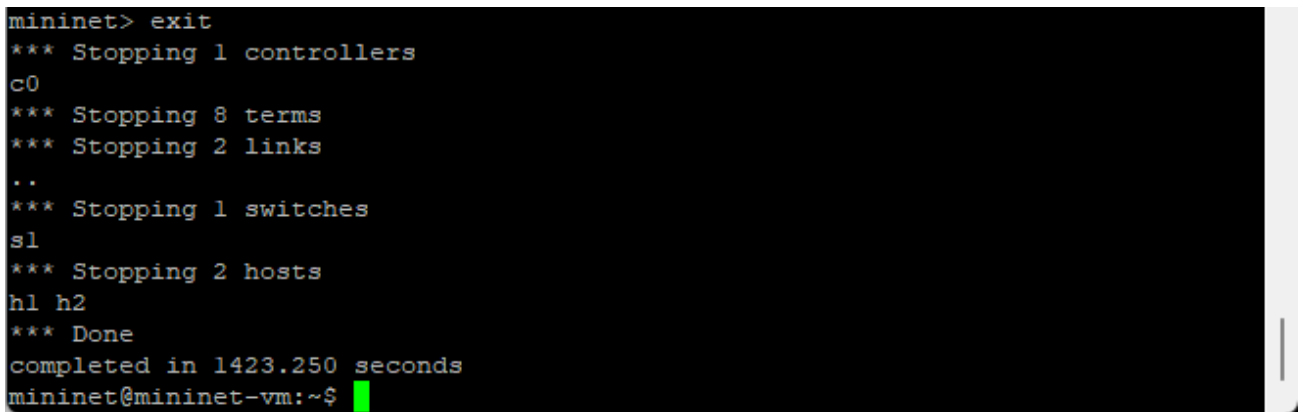


Рис. 29: Завершение работы mininet в интерактивном режиме

В виртуальной машине mininet перейдём в каталог для работы над проектом и скорректируем права доступа к файлу JSON (рис. 30):

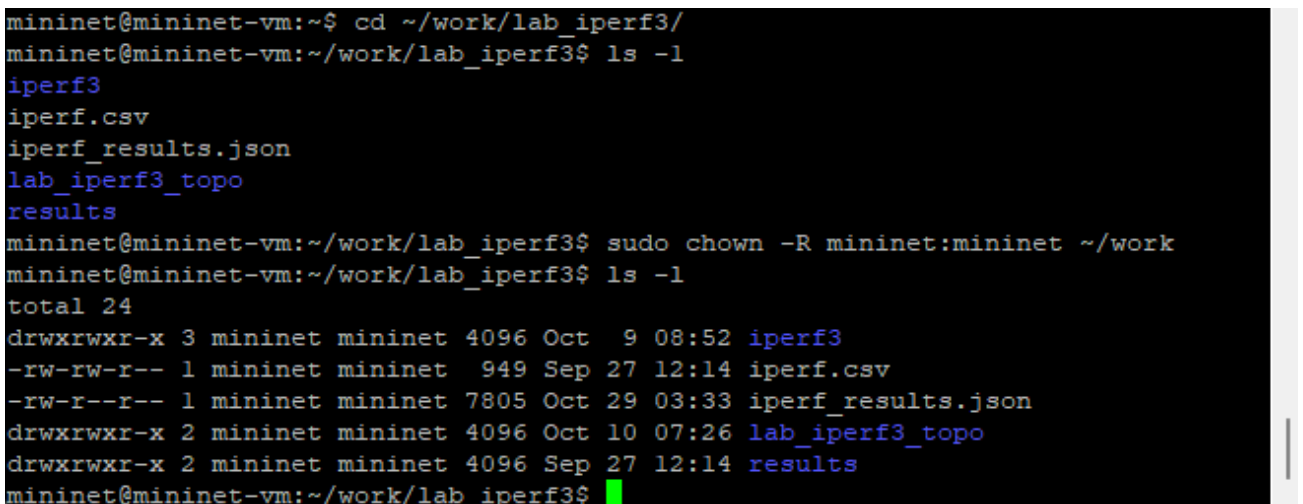


Рис. 30: Корректирование прав доступа к файлу JSON

Сгенерируем выходные данные для файла JSON iPerf3 и убедимся, что файлы с данными и графиками сформировались (рис. 31):


```
mininet@mininet-vm: ~/work/lab_iperf3/results
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet  949 Sep 27 12:14 iperf.csv
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7805 Oct 29 03:33 iperf_results.json
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Oct 10 07:26 lab_iperf3_topo
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Sep 27 12:14 results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd ~/work/lab_iperf3/
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 24
drwxrwxr-x 3 mininet mininet 4096 Oct  9 08:52 iperf3
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet  949 Sep 27 12:14 iperf.csv
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7805 Oct 29 03:33 iperf_results.json
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Oct 10 07:26 lab_iperf3_topo
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Sep 27 12:14 results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ plot_iperf.sh iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$ ls -l
l.dat
bytes.pdf
cwnd.pdf
MTU.pdf
retransmits.pdf
RTT.pdf
RTT_Var.pdf
throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$
```

Рис. 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/>