

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

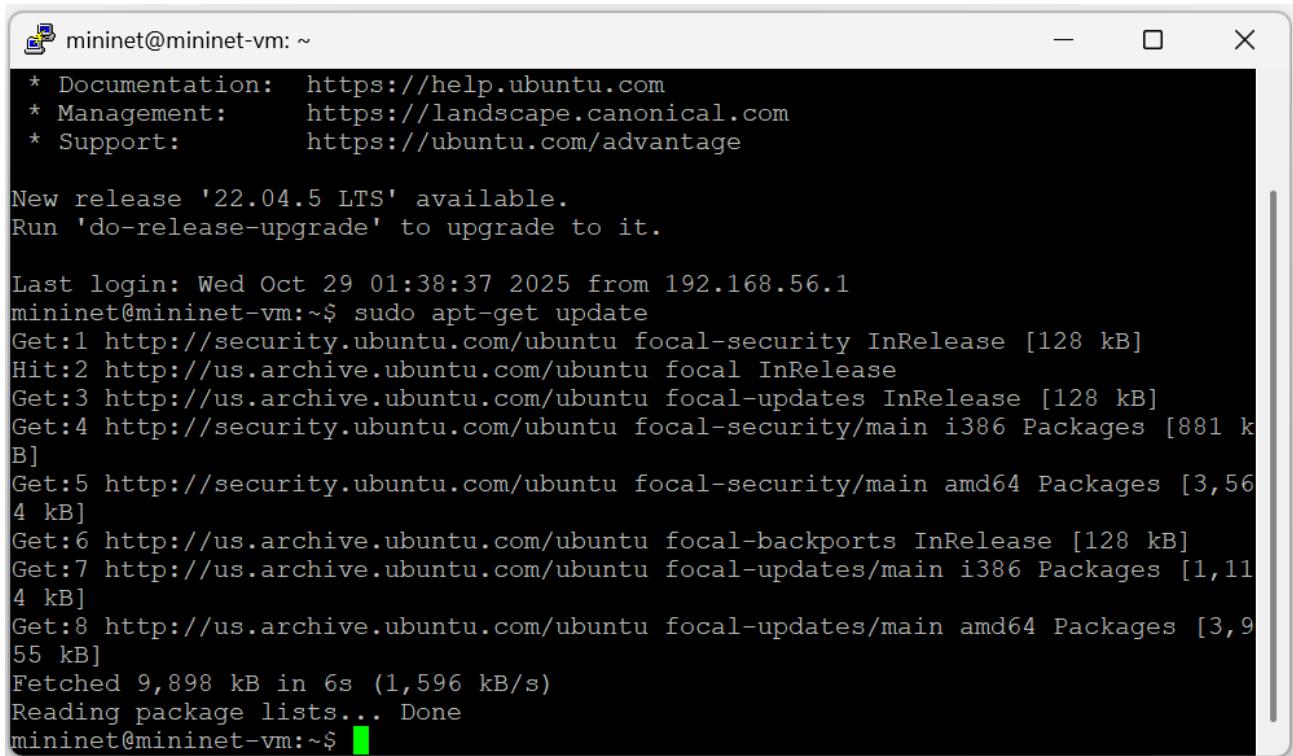
1 Цель работы

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):



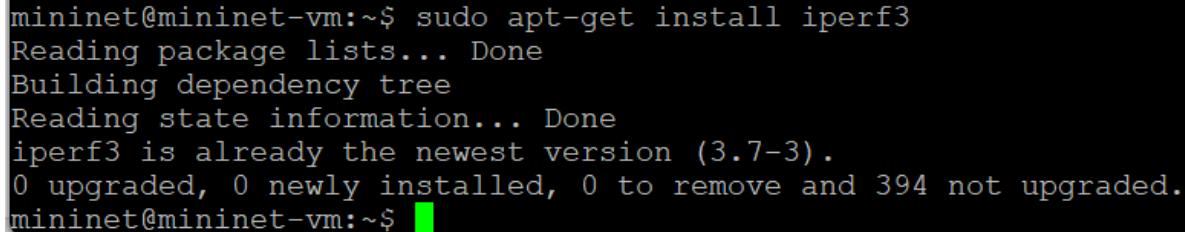
```
mininet@mininet-vm: ~
* Documentation: https://help.ubuntu.com
* Management: https://landscape.canonical.com
* Support: https://ubuntu.com/advantage

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 kB]
Get:5 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security/main amd64 Packages [3,564 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 [1,114 kB]
Get:8 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [3,955 kB]
Fetched 9,898 kB in 6s (1,596 kB/s)
Reading package lists... Done
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 1: Обновление репозиториев программного обеспечения

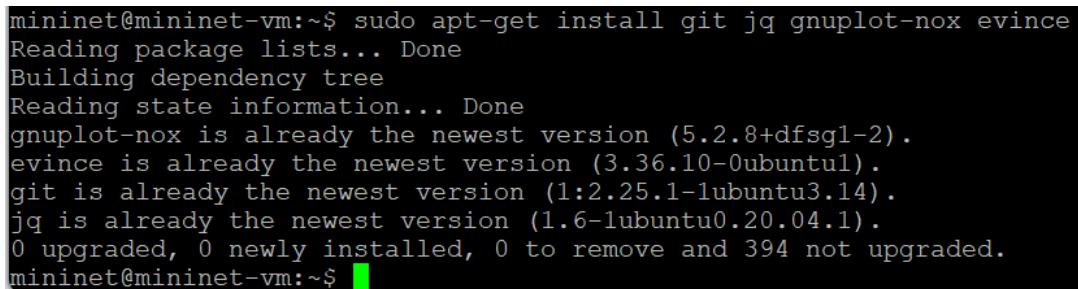
Затем установим iperf3 (рис. 2):



```
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/ekfouri/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):

```

root@mininet-vm:~# xauth add mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 cd6aef0df44e2ea7e1dd4c6d65aefa53
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 cd6aef0df44e2ea7e1dd4c6d65aefa53
root@mininet-vm:~# 1 sudo mn --topo=single,2 -x
1: command not found
root@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>

```

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

В терминале виртуальной машины просмотрим параметры запущенной в интерактивном режиме топологии (рис. 7):

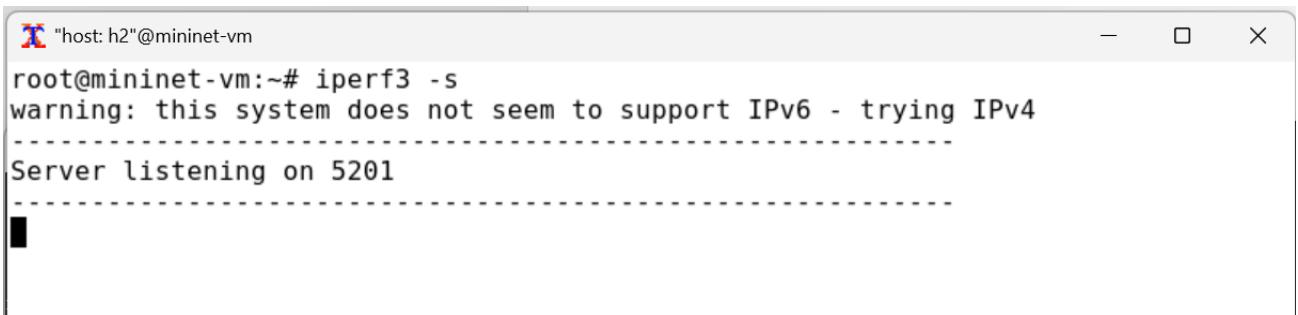
```

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=1202>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=1206>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1, s1-eth1:None, s1-eth2:None pid=1211>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=1195>
mininet>

```

Рис. 7: Просмотр параметров топологии

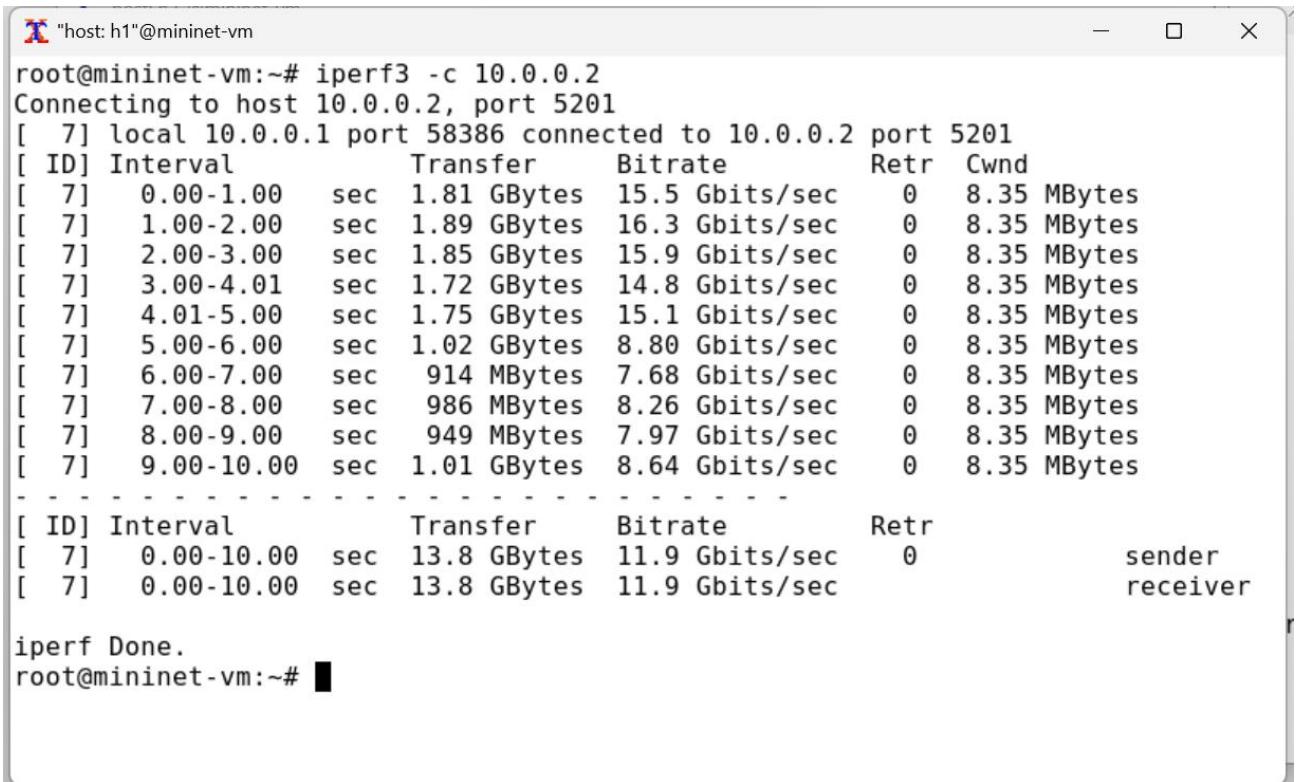
В терминале h2 запустим сервер iPerf3. После запуска этой команды хост h2 перешёл в состояние прослушивания 5201-го порта в ожидании входящих подключений (рис. 8):



```
"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 -c 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

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

Рис. 9: Запуск клиента iPerf3 в терминале хоста h1

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

```
X "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
----- receiver
-----
Server listening on 5201
-----
```

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):

```

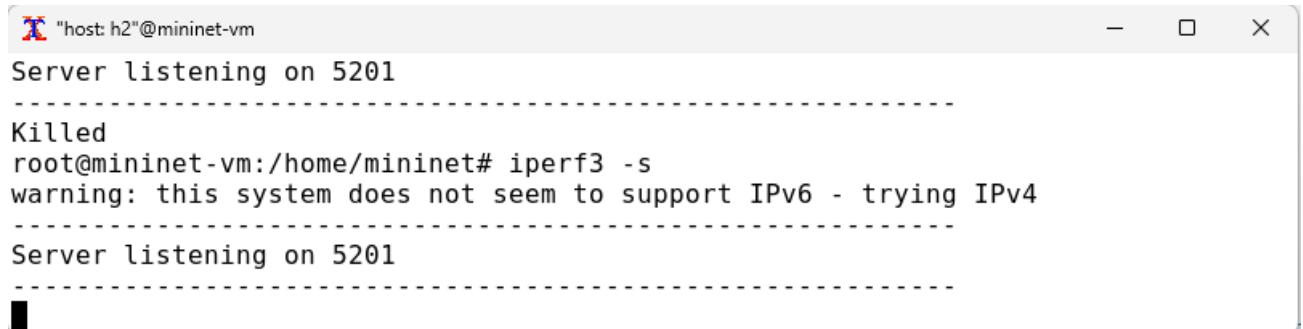
mininet> h2 iperf3 -s &
mininet> h1 iperf -c h2
connect failed: Connection refused
mininet> h1 iperf3 -c h2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 5] local 10.0.0.1 port 58416 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval Transfer Bitrate      Retr Cwnd
[ 5]  0.00-1.00   sec  1.65 GBytes  14.2 Gbits/sec    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

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):



```

X "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):

```
X "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

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

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):

```
X "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

```
X "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
[ 7]  10.00-10.02 sec  8.42 GBytes  7.23 Gbits/sec    1
[ 7]  10.00-10.02 sec  8.42 GBytes  7.22 Gbits/sec

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):

```
X "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

```

X "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

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

```

Рис. 17: Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с объёмом данных 16 Гбайт

Изменим в teste 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):

```

X "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

```

X "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 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 Datag
rams
[ 7]  0.00-10.00  sec   1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.000 ms  0/905 (0%)  send
er
[ 7]  0.00-10.00  sec   1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.011 ms  0/905 (0%)  rece
iver
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 teste 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):

```

X "host: h2"@mininet-vm
-----
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
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

```
X "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 teste 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):

```
X "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)

```

X "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
                                         receiver
root@mininet-vm:/home/mininet# █

```

Рис. 23: Запуск клиента iperf3 в терминале h1

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

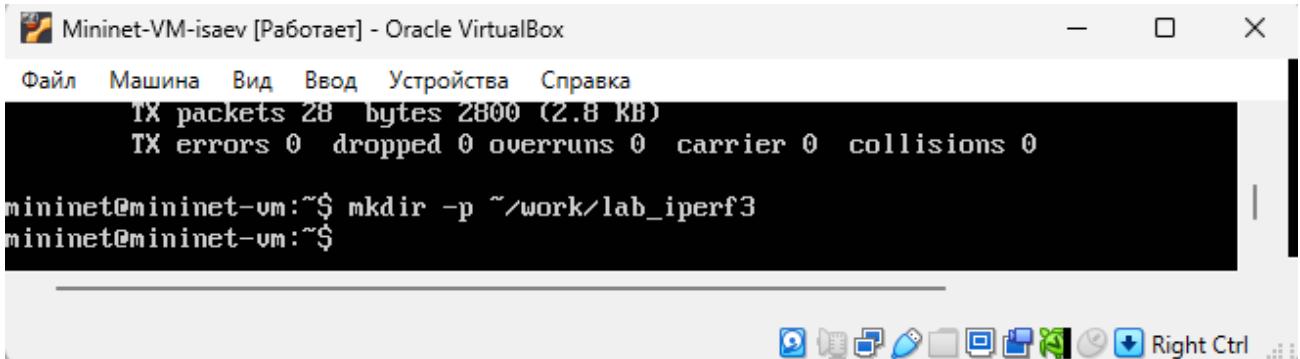


Рис. 24: Создание каталога для работы над проектом

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

```

X "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):

```
X "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,
        }
    }
}
```

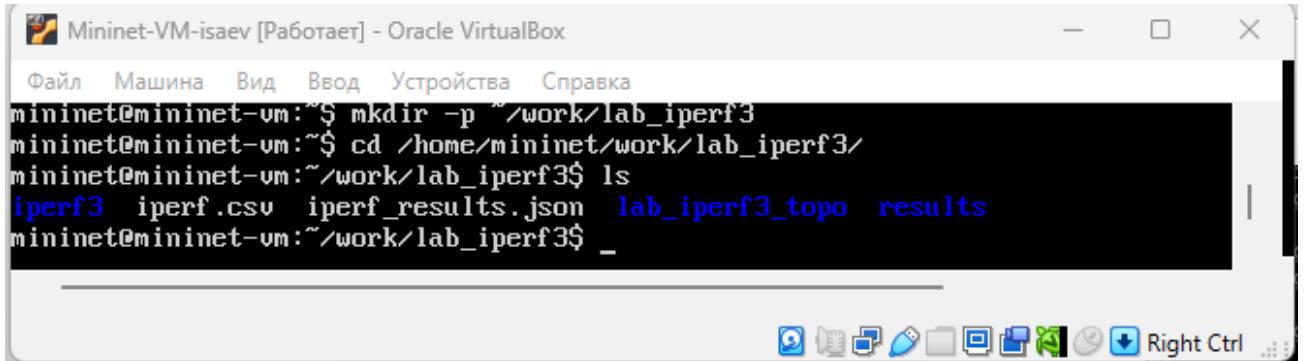
Рис. 26: Запуск клиента *iperf3* в терминале *h1* с параметром *-J* (отображение вывода в формате JSON)

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

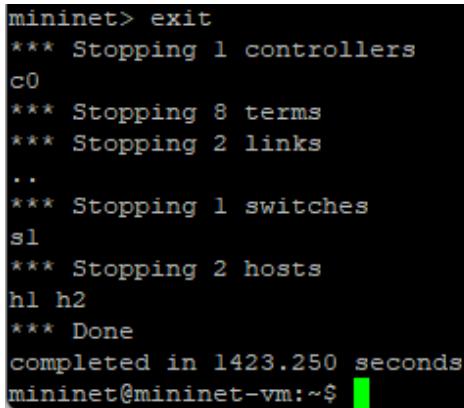
Убедимся, что файл *iperf_results.json* создан в указанном каталоге (рис. 28):



```
Файл  Машина  Вид  Ввод  Устройства  Справка
mininet@mininet-vm:~$ mkdir -p ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$ cd /home/mininet/work/lab_iperf3/
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls
iperf3  iperf.csv  iperf_results.json  lab_iperf3_topo  results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ _
```

Рис. 28: Проверка создания файла

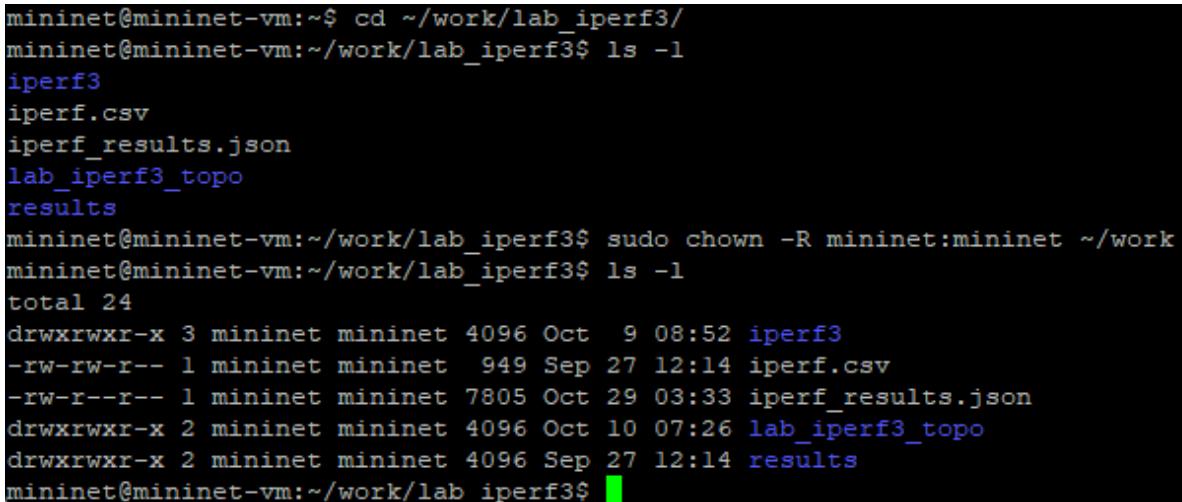
Завершм работу mininet в интерактивном режиме (рис. 29):



```
mininet> exit
*** Stopping 1 controllers
c0
*** Stopping 8 terms
*** Stopping 2 links
..
*** Stopping 1 switches
s1
*** Stopping 2 hosts
h1 h2
*** Done
completed in 1423.250 seconds
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 29: Завершение работы mininet в интерактивном режиме

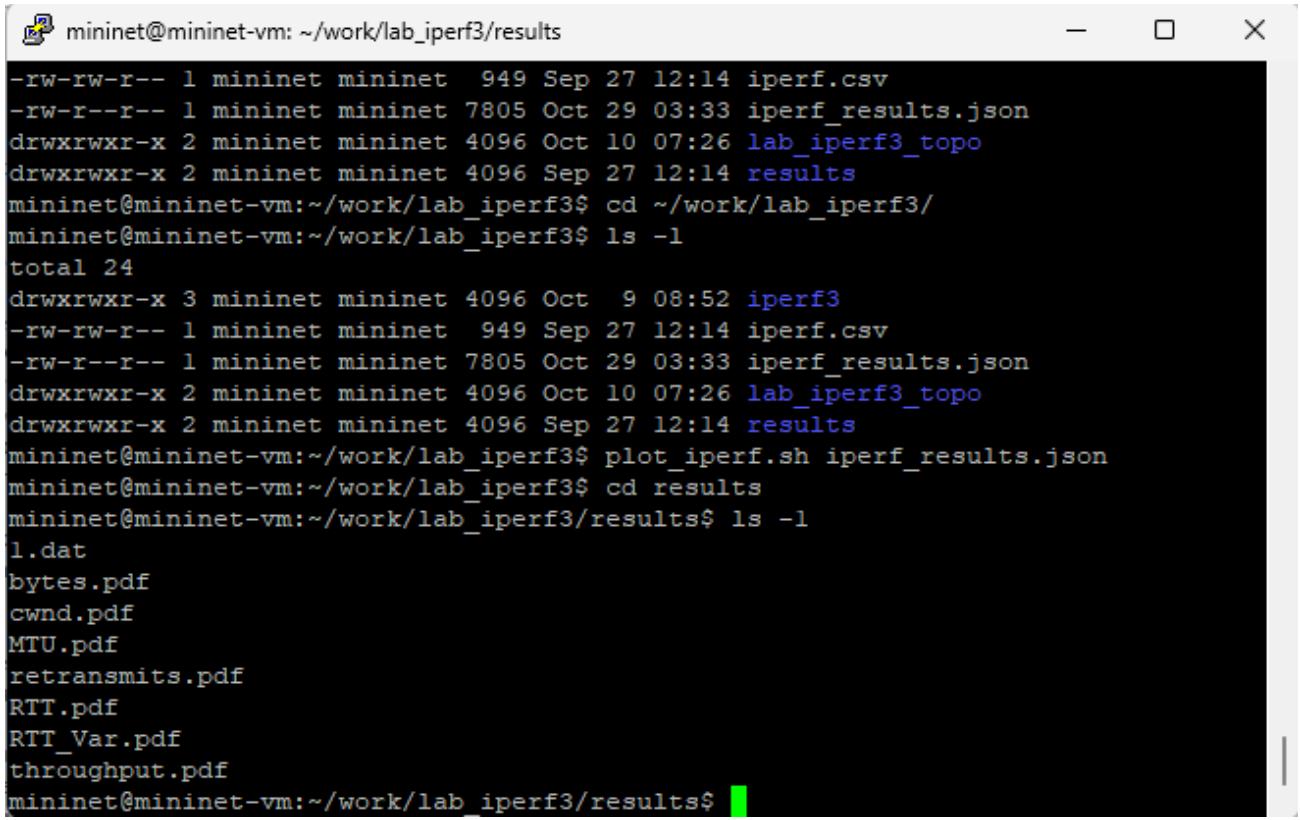
В виртуальной машине mininet перейдём в каталог для работы над проектом и скорректируем права доступа к файлу JSON (рис. 30):



```
mininet@mininet-vm:~$ cd ~/work/lab_iperf3/
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
iperf3
iperf.csv
iperf_results.json
lab_iperf3_topo
results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ sudo chown -R mininet:mininet ~/work
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$
```

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
1.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/>