

# **Отчёт по лабораторной работе №2**

**Дисциплина: Моделирование сетей передачи данных**

**Боровиков Даниил Александрович НПИбд-01-22**

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>8</b>
3.1	Установка необходимого программного обеспечения . . . . .	8
3.2	Интерактивные эксперименты . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>26</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>27</b>

# Список иллюстраций

3.1	Обновление репозитория программного обеспечения . . . . .	8
3.2	Установка iperf3 . . . . .	9
3.3	Установка необходимого дополнительного программного обеспечения на виртуальную машину . . . . .	10
3.4	Развертывание iperf3_plotter . . . . .	10
3.5	Исправление прав запуска X-соединения . . . . .	11
3.6	Создание простейшей топологии, состоящей из двух хостов и коммутатора . . . . .	12
3.7	Просмотр параметров топологии . . . . .	13
3.8	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 . . . . .	13
3.9	Запуск клиента iperf3 в терминале хоста h1 . . . . .	14
3.10	Остановка сервера iPerf3 в терминале хоста h2 . . . . .	15
3.11	Запуск сервера iperf3 на хосте h2, запуск клиента iperf3 на хосте h1, остановка серверного процесса . . . . .	16
3.12	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 . . . . .	16
3.13	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с параметром -t (5 секунд) . . . . .	17
3.14	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с 2-секундным интервалом времени отсчёта . . . . .	17
3.15	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с 2-секундным интервалом времени отсчёта . . . . .	18
3.16	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 . . . . .	18
3.17	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с объёмом данных 16 Гбайт . . . . .	19
3.18	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 . . . . .	19
3.19	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с протоколом UDP . . . . .	20
3.20	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с портом прослушивания . . . . .	20
3.21	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с портом . . . . .	21
3.22	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с параметром -1 (чтобы принять только 1 клиента) . . . . .	21
3.23	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 . . . . .	22
3.24	Создание каталога для работы над проектом . . . . .	22
3.25	Запуск сервера iperf3 в терминале h2 . . . . .	22
3.26	Запуск клиента iperf3 в терминале h1 с параметром -J (отображение вывода в формате JSON) . . . . .	23
3.27	Экспортирование вывода результатов теста в файл . . . . .	23
3.28	Проверка создания файла . . . . .	24
3.29	Завершение работы mininet в интерактивном режиме . . . . .	24
3.30	Корректирование прав доступа к файлу JSON . . . . .	24

3.31 Генерация выходных данных и последующая проверка . . . . .	25
---	----

## Список таблиц

# 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 Задание

1. Установить на виртуальную машину mininet iPerf3 и дополнительное программное обеспечения для визуализации и обработки данных.
2. Провести ряд интерактивных экспериментов по измерению пропускной способности с помощью iPerf3 с построением графиков.

## 3 Выполнение лабораторной работы

### 3.1 Установка необходимого программного обеспечения

После запуска виртуальной машины обновим репозитории программного обеспечения (рис. 3.1):

```
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]
Fetched 383 kB in 1s (268 kB/s)
Reading package lists... Done
```

Рис. 3.1: Обновление репозитория программного обеспечения

Затем установим iperf3 (рис. 3.2):



```
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
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 (96.3 kB/s)
Selecting previously unselected package libsctp1:amd64.
(Reading database ... 102271 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) ...
Setting up libsctp1:amd64 (1.0.18+dfsg-1) ...
Setting up libiperf0:amd64 (3.7-3) ...
Setting up iperf3 (3.7-3) ...
Processing triggers for man-db (2.9.1-1) ...
Processing triggers for libc-bin (2.31-0ubuntu9) ...
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 3.2: Установка iperf3

Установим необходимое дополнительное программное обеспечение на виртуальную машину (рис. 3.3):

```

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
  libenchanted-2-2 libevdocument3-4 libevview3-3 libgnome-desktop-3-19 libgspell1-1-2 libgspell1-1-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 libsynctex2 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 radianc sane-utils texlive-base-bin transfig ufrax-batch
  xdg-utils lrzip libenchanted-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 libenchanted-2-2 libevdocument3-4 libevview3-3 libgnome-desktop-3-19
  libgspell1-1-2 libgspell1-1-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 libsynctex2 libwmf0.2-7 netpbm
  psutils

```

Рис. 3.3: 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. 3.4):

```

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 | 665.00 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. 3.4: Развертывание `iperf3_plotter`

## 3.2 Интерактивные эксперименты

В самом начале исправим права запуска X-соединения (рис. 3.5):

```

mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 61e576330e7e3ad466ee1c28aee5c935
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo
usage: sudo -h | -K | -k | -V
usage: sudo -v [-AknS] [-g group] [-h host] [-p prompt] [-u user]
usage: sudo -l [-AknS] [-g group] [-h host] [-p prompt] [-U user] [-u user] [command]
usage: sudo [-AbEHknPS] [-r role] [-t type] [-C num] [-g group] [-h host] [-p prompt]
        [-T timeout] [-u user] [VAR=value] [-i|-s] [<command>]
usage: sudo -e [-AknS] [-r role] [-t type] [-C num] [-g group] [-h host] [-p prompt]
        [-T timeout] [-u user] file ...
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ xauth add mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-
1 61e576330e7e3ad466ee1c28aee5c935
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1 61e576330e7e3ad466ee1c28aee5c935
root@mininet-vm:~# logout
mininet@mininet-vm:/tmp/iperf3_plotter$ cd
mininet@mininet-vm:~$ |

```

Рис. 3.5: 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. 3.6):

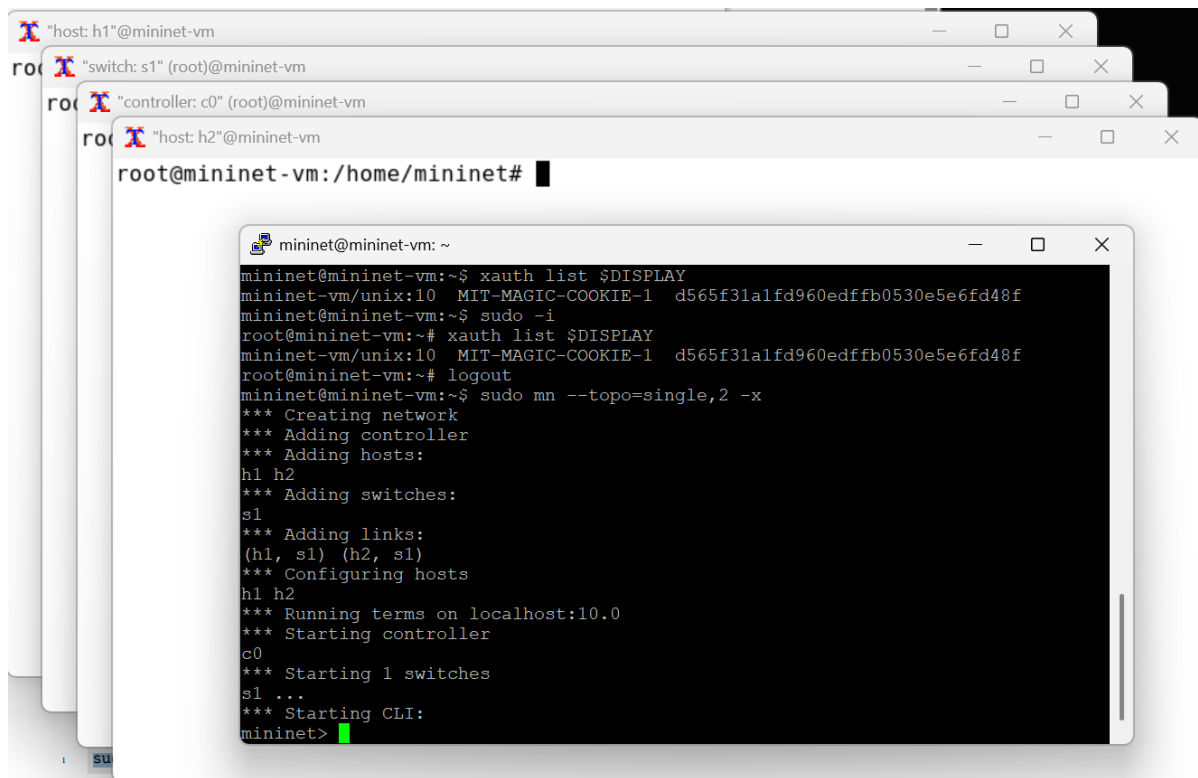


Рис. 3.6: Создание простейшей топологии, состоящей из двух хостов и коммутатора

В терминале виртуальной машины посмотрим параметры запущенной в интерактивном режиме топологии (рис. 3.7):

```
mininet@mininet-vm: ~
*** 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=1535>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=1537>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=1542>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=1528>
mininet>
```

Рис. 3.7: 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. 3.8):

```
"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. 3.8: 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. 3.9):

```
"host: h1"@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet#
root@mininet-vm:/home/mininet#
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 60116 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval          Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.01 sec    1.22 GBytes 10.4 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  1.01-2.00 sec    1.24 GBytes 10.7 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  2.00-3.00 sec    1.12 GBytes  9.66 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  3.00-4.00 sec    1.86 GBytes 15.9 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  4.00-5.01 sec    1.30 GBytes 11.2 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  5.01-6.00 sec    1.33 GBytes 11.4 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  6.00-7.01 sec    1.24 GBytes 10.6 Gbits/sec  1    8.33 MBytes
[ 7]  7.01-8.00 sec    1.29 GBytes 11.1 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  8.00-9.00 sec    1.14 GBytes  9.79 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
[ 7]  9.00-10.00 sec   1.21 GBytes 10.4 Gbits/sec  0    8.33 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval          Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00 sec   12.9 GBytes 11.1 Gbits/sec  1
[ 7]  0.00-10.00 sec   12.9 GBytes 11.1 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

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

Рис. 3.9: Запуск клиента iPerf3 в терминале хоста h1

Остановим сервер iPerf3 в терминале хоста h2 (рис. 3.10):

```
"host: h2"@mininet-vm
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 60114
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 60116
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7]  0.00-1.00    sec   1.22 GBytes  10.5 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00    sec   1.24 GBytes  10.7 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00    sec   1.12 GBytes  9.65 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00    sec   1.86 GBytes  15.9 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00    sec   1.30 GBytes  11.2 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00    sec   1.33 GBytes  11.4 Gbits/sec
[ 7]  6.00-7.00    sec   1.23 GBytes  10.5 Gbits/sec
[ 7]  7.00-8.01    sec   1.29 GBytes  11.0 Gbits/sec
[ 7]  8.01-9.01    sec   1.15 GBytes  9.81 Gbits/sec
[ 7]  9.01-10.00   sec   1.21 GBytes  10.5 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.00   sec    64.4 KBytes  153 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate
[ 7]  0.00-10.00   sec  12.9 GBytes  11.1 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
-----
```

receiver

Рис. 3.10: Остановка сервера iPerf3 в терминале хоста h2

Запустим сервер iPerf3 на хосте h2. запустим клиент iPerf3 [1]. на хосте h1 и потом остановим серверный процесс (рис. 3.11):

```

mininet> h2 iperf3 -s &
mininet> h1 iperf3 -c h2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 5] local 10.0.0.1 port 60120 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr  Cwnd
[ 5] 0.00-1.00    sec 1.23 GBytes 10.6 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 1.00-2.00    sec 1.27 GBytes 10.9 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 2.00-3.00    sec 1.29 GBytes 11.1 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 3.00-4.00    sec 1.14 GBytes 9.75 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 4.00-5.00    sec 1.34 GBytes 11.5 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 5.00-6.00    sec 1.11 GBytes 9.51 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 6.00-7.00    sec 1.09 GBytes 9.42 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 7.00-8.01    sec 1.16 GBytes 9.84 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 8.01-9.00    sec 1.20 GBytes 10.4 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
[ 5] 9.00-10.00   sec 1.17 GBytes 10.0 Gbits/sec 0 8.28 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr
[ 5] 0.00-10.00   sec 12.0 GBytes 10.3 Gbits/sec 0
[ 5] 0.00-10.02   sec 12.0 GBytes 10.3 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 60118
[ 5] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 60120
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 5] 0.00-1.00    sec 1.22 GBytes 10.5 Gbits/sec
[ 5] 1.00-2.00    sec 1.26 GBytes 10.9 Gbits/sec
[ 5] 2.00-3.01    sec 1.31 GBytes 11.2 Gbits/sec
[ 5] 3.01-4.00    sec 1.13 GBytes 9.73 Gbits/sec
[ 5] 4.00-5.00    sec 1.33 GBytes 11.4 Gbits/sec
[ 5] 5.00-6.00    sec 1.12 GBytes 9.59 Gbits/sec
[ 5] 6.00-7.00    sec 1.11 GBytes 9.52 Gbits/sec
[ 5] 7.00-8.00    sec 1.14 GBytes 9.74 Gbits/sec
[ 5] 8.00-9.02    sec 1.22 GBytes 10.4 Gbits/sec
[ 5] 9.02-10.00   sec 1.15 GBytes 10.0 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 5] 0.00-10.02   sec 12.0 GBytes 10.3 Gbits/sec
-----
Server listening on 5201
iperf3: interrupt - the server has terminated
mininet>

```

Рис. 3.11: Запуск сервера iperf3 на хосте h2, запуск клиента iperf3 на хосте h1, остановка серверного процесса

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 3.12):

```

-----
^Ciperf3: interrupt - the server has terminated
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----

```

Рис. 3.12: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3 с параметром -t, за которым следует количество секунд (рис. 3.13):



```

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 60124 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.23 GBytes 10.5 Gbits/sec  0   8.31 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  1.18 GBytes10.2 Gbits/sec  1   8.31 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  1.09 GBytes 9.37 Gbits/sec  0   8.31 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  1.27 GBytes11.0 Gbits/sec  0   8.31 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  1.15 GBytes 9.84 Gbits/sec  0   8.31 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-5.00    sec  5.93 GBytes10.2 Gbits/sec  1
[ 7]  0.00-5.02    sec  5.91 GBytes10.1 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

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

```

Рис. 3.13: 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. 3.14) и (рис. 3.14):

```

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

```

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 60128 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-2.01      sec  2.19 GBytes  9.36 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  2.01-4.00      sec  2.25 GBytes  9.67 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  4.00-6.00      sec  2.13 GBytes  9.17 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  6.00-8.00      sec  2.62 GBytes 11.3 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  8.00-10.00     sec  2.77 GBytes 11.9 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval          Transfer      Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00     sec 12.0 GBytes 10.3 Gbits/sec    0
[ 7]  0.00-10.01     sec 12.0 GBytes 10.3 Gbits/sec
sender
receiver

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

```

27 сентября 202

Рис. 3.15: 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. 3.16) и (рис. 3.17):

```

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

```

Рис. 3.16: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

```

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 60132 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00      sec   1.30 GBytes     11.1 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  1.00-2.00      sec    994 MBytes     8.36 Gbits/sec    1   8.33 MBytes
[ 7]  2.00-3.00      sec   1.01 GBytes     8.63 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  3.00-4.00      sec   1.01 GBytes     8.67 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  4.00-5.00      sec   1.06 GBytes     9.14 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  5.00-6.01      sec  1005 MBytes     8.39 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  6.01-7.01      sec    889 MBytes     7.44 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  7.01-8.01      sec   1.07 GBytes     9.22 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  8.01-9.00      sec    965 MBytes     8.13 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7]  9.00-10.01     sec   1.01 GBytes     8.58 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7] 10.01-11.00     sec   1.08 GBytes     9.38 Gbits/sec    1   8.33 MBytes
[ 7] 11.00-12.00     sec   1.14 GBytes     9.82 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7] 12.00-13.00     sec   1.10 GBytes     9.46 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7] 13.00-14.00     sec    992 MBytes     8.33 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7] 14.00-15.00     sec   1.01 GBytes     8.67 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
[ 7] 15.00-15.47     sec    482 MBytes     8.63 Gbits/sec    0   8.33 MBytes
-----
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr
[ 7]  0.00-15.47     sec  16.0 GBytes     8.88 Gbits/sec    2
[ 7]  0.00-15.47     sec  16.0 GBytes     8.88 Gbits/sec
                                     sender
                                     receiver

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

```

Рис. 3.17: 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. 3.18) и (рис. 3.19):

```

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

```

Рис. 3.18: 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 54156 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      129 KBytes   1.05 Mbits/sec  91
[ 7] 8.00-9.00 sec      127 KBytes   1.05 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] 0.00-10.01 sec     1.25 MBytes   1.05 Mbits/sec  0.046 ms    0/906 (0%) receiver

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

```

Рис. 3.19: 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. 3.20) и (рис. 3.21):

```

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. 3.20: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с портом прослушивания

```

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 48460 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr   Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.14 GBytes  9.81 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  1.00-2.01    sec  1.18 GBytes  10.0 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  2.01-3.01    sec  1.16 GBytes  9.97 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  3.01-4.00    sec  1.12 GBytes  9.71 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  1.09 GBytes  9.37 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec  1.16 GBytes  9.98 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec  1.46 GBytes  12.6 Gbits/sec    1   8.29 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec  1.16 GBytes  9.94 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec  1.12 GBytes  9.62 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec  1.24 GBytes  10.6 Gbits/sec    0   8.29 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec  11.8 GBytes  10.2 Gbits/sec    1
[ 7]  0.00-10.01   sec  11.8 GBytes  10.2 Gbits/sec
sender
receiver

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

```

Рис. 3.21: 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. 3.22) и (рис. 3.23):

```

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

```

Рис. 3.22: Запуск сервера iperf3 в терминале h2 с параметром -1 (чтобы принять только 1 клиента)

```

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 60142 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.18 GBytes 10.1 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  1.43 GBytes 12.3 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  1.24 GBytes 10.6 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  1.17 GBytes 10.1 Gbits/sec  1      8.14 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  1.12 GBytes  9.54 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  5.00-6.01    sec  1.26 GBytes 10.9 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  6.01-7.00    sec  1.25 GBytes 10.7 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec  1.24 GBytes 10.7 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec  1.10 GBytes  9.46 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
[ 7]  9.00-10.01   sec  1.28 GBytes 10.9 Gbits/sec  0      8.14 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.01   sec  12.3 GBytes 10.5 Gbits/sec  1
[ 7]  0.00-10.01   sec  12.3 GBytes 10.5 Gbits/sec
                                sender
                                receiver

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

```

Рис. 3.23: Запуск клиента iperf3 в терминале h1

В виртуальной машине mininet создадим каталог для работы над проектом (рис. 3.24):

```

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

```

Рис. 3.24: Создание каталога для работы над проектом

В терминале h2 запустим сервер iPerf3 (рис. 3.25):

```

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

```

Рис. 3.25: Запуск сервера iperf3 в терминале h2

В терминале h1 запустим клиент iPerf3, указав параметр -J для отображения вывода результатов в формате JSON (рис. 3.26):

```

root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J
{
  "start": {
    "connected": [{
      "socket": 7,
      "local_host": "10.0.0.1",
      "local_port": 60146,
      "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": "Sat, 27 Sep 2025 16:49:36 GMT",
      "timesecs": 1758991776
    },
    "connecting_to": {
      "host": "10.0.0.2",
      "port": 5201
    },
    "cookie": "fdfflfuj43d6b5a5b655ayzgk2qilh6rprlx",
    "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,
      "tos": 0
    }
  }
}

```

Рис. 3.26: 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. 3.27):

```

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

```

Рис. 3.27: Экспортирование вывода результатов теста в файл

Убедимся, что файл iperf\_results.json создан в указанном каталоге (рис. 3.28):

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7790 Sep 27 09:52 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ |
```

Рис. 3.28: Проверка создания файла

Завершив работу mininet в интерактивном режиме (рис. 3.29):

```
mininet> exit
*** Stopping 1 controllers
c0
*** Stopping 8 terms
*** Stopping 2 links
..
*** Stopping 1 switches
s1
*** Stopping 2 hosts
h1 h2
*** Done
completed in 1841.364 seconds
mininet@mininet-vm:~$ █
```

Рис. 3.29: 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. 3.30):

```
mininet@mininet-vm:~$ cd ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7790 Sep 27 09:52 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 7790 Sep 27 09:52 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ █
```

Рис. 3.30: Корректирование прав доступа к файлу JSON



Сгенерируем выходные данные для файла JSON iPerf3 и убедимся, что файлы с данными и графиками сформировались(рис. 3.31):

```
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7790 Sep 27 09:52 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ plot iperf.sh iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 16
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 952 Sep 27 09:56 iperf.csv
-rw-r--r-- 1 mininet mininet 7790 Sep 27 09:52 iperf_results.json
drwxrwxr-x 2 mininet mininet 4096 Sep 27 09:56 results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd ~/work/lab_iperf3/results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$ ls -l
total 88
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 491 Sep 27 09:56 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9853 Sep 27 09:56 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9618 Sep 27 09:56 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9036 Sep 27 09:56 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8978 Sep 27 09:56 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8946 Sep 27 09:56 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9219 Sep 27 09:56 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9559 Sep 27 09:56 throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$
```

Рис. 3.31: Генерация выходных данных и последующая проверка

## 4 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я познакомился 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.

# Список литературы

1. iPerf3 [Электронный ресурс]. URL: <https://d2cpnw0u24fjm4.cloudfront.net/wp-content/uploads/iPerf3-User-Documentation.pdf>.