

Отчёт по лабораторной работе №2

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

Козлов Всеволод Павлович НФИбд-02-22

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	16
5	Список литературы	17

Список иллюстраций

3.1	Подключение к машине по ssh	7
3.2	IP-адреса машины	8
3.3	Установка iperf3	8
3.4	Необходимое дополнительное программное обеспечение	9
3.5	Установка iperf3_plotter	9
3.6	Топология из двух хостов и коммутатора	10
3.7	Простейший интерактивный эксперимент	10
3.8	Аналогичный эксперимент в интерфейсе mininet	11
3.9	Указание времени для передачи	12
3.10	2-секундный интервал времени отсчёта	12
3.11	Отправка определённого объёма данных	12
3.12	Протокол передачи данных	13
3.13	Номер порта	13
3.14	Параметр обработки данных только от одного клиента	13
3.15	Результат в формате json	14
3.16	Сохранение результата в виде json	14
3.17	Генерация выходных данных	14
3.18	Просмотр сгенерированных файлов	15

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

Подключился к машине по ssh (рис. 3.1)

```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Install the latest PowerShell for new features and improvements! https://aka.ms/PSWindows

PS C:\Users\vsvld> ssh -Y mininet@192.168.56.101
Welcome to Ubuntu 20.04.1 LTS (GNU/Linux 5.4.0-42-generic x86_64)

 * 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: Sat Sep 20 09:06:00 2025 from 192.168.56.1
mininet@mininet-vm:~$ mkdir -p ~/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~$ |
```

Рис. 3.1: Подключение к машине по ssh

Посмотрите IP-адреса машины (рис. 3.2)

```

mininet@mininet-vm:~$ ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.3.15 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.3.255
    ether 08:00:27:dc:d0:44 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 392 bytes 46902 (46.9 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 414 bytes 37790 (37.7 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.56.101 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.56.255
    ether 08:00:27:6f:1e:d6 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 176 bytes 25940 (25.9 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 139 bytes 23742 (23.7 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 59 bytes 5310 (5.3 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 59 bytes 5310 (5.3 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

```

Рис. 3.2: IP-адреса машины

Установил iperf3 (рис. 3.3)

```

mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get update
Hit:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease
Hit:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Hit:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease
Hit:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease
Reading package lists... Done
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 381 not upgraded.

```

Рис. 3.3: Установка iperf3

Установил необходимое дополнительное программное обеспечение (рис. 3.4)


```

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 evince-common fonts-liberation gnuplot-data groff imagemagick imagemagick-6.q16 libdjvulibre-t
  libevdocument3-4 libevview3-3 libgxps2 libilmbase24 libjq1 libkpathsea6 liblua5.3-0 libmagickcore-6.
  libnautilus-extension1a libnetpbm10 libonig5 libopenexr24 libpoppler-glib8 libpoppler97 libspectre1
  netpbm psutils
Suggested packages:
  gvfs nautilus-sendto unrar git-daemon-run | git-daemon-sysvinit git-doc git-el git-email git-gui git
  git-svn gnuplot-doc imagemagick-doc autotrace cups-bsd | lpr | lprng curl enscript ffmpeg gimp grads
  libwmf-bin mplayer povray radiance texlive-base-bin transfig ufw ufw-batch xdg-utils inkscape libxrt
The following NEW packages will be installed:
  aglfn evince evince-common fonts-liberation gnuplot-data gnuplot-nox groff imagemagick imagemagick-6
  libdjvulibre21 libevdocument3-4 libevview3-3 libgxps2 libilmbase24 libjq1 libkpathsea6 liblua5.3-0
  libmagickcore-6.q16-6-extra libnautilus-extension1a libnetpbm10 libonig5 libopenexr24 libpoppler-gli

```

Рис. 3.4: Необходимое дополнительное программное обеспечение

Установил iperf3_plotter (рис. 3.5)

```

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 | 520.00 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. 3.5: Установка iperf3_plotter

Простейшую топологию, состоящую из двух хостов и коммутатора с назначенной по умолчанию mininet сетью 10.0.0.0/8 (рис. 3.6)

```

mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=single,2 -x
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
Error starting terms: Cannot connect to display
*** 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=5110>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=5114>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=5119>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=5103>
mininet>

```

Рис. 3.6: Топология из двух хостов и коммутатора

Проведем простейший интерактивный эксперимент по измерению пропускной способности с помощью iPerf3 (рис. 3.7)

```

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 43400 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.67 GBytes  14.3 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec  1.43 GBytes  12.3 Gbits/sec  2    8.01 MBytes
[ 7] 2.00-3.00 sec  1.15 GBytes  9.92 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 3.00-4.00 sec  1.12 GBytes  9.63 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec  1.73 GBytes  14.8 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 5.00-6.00 sec  1.63 GBytes  14.1 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 6.00-7.00 sec  1.63 GBytes  14.0 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 7.00-8.00 sec  1.66 GBytes  14.3 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 8.00-9.00 sec  1.67 GBytes  14.4 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 7] 9.00-10.01 sec 1.63 GBytes  14.0 Gbits/sec  0    8.01 MBytes
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-10.01 sec 15.3 GBytes  13.2 Gbits/sec  2
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#

Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43398
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 po
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.66 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec  1.43 GBytes  12.3 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec  1.16 GBytes  9.93 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec  1.12 GBytes  9.62 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.01 sec  1.72 GBytes  14.7 Gbits/sec
[ 7] 5.01-6.00 sec  1.63 GBytes  14.0 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec  1.64 GBytes  14.1 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec  1.66 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec  1.67 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec 1.62 GBytes  13.9 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.01 sec 12.4 MBytes  20.2 Gbits/sec
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7] 0.00-10.01 sec  15.3 GBytes  13.2 Gbits/sec
Server listening on 5201

```

Рис. 3.7: Простейший интерактивный эксперимент

Проанализируем полученный в результате выполнения теста сводный отчёт, отобразившийся как на клиенте, так и на сервере iPerf3. Он содержит следующие данные:

- ID: идентификационный номер соединения – 7.
- интервал (Interval): временной интервал для периодических отчетов о пропускной способности (по умолчанию временной интервал равен 1 секунде);

- передача (Transfer): сколько данных было передано за каждый интервал времени – было передано от 1.98 до 2.39 GB в секунду;
- пропускная способность (Bitrate): измеренная пропускная способность в каждом временном интервале – от 17 до 20.5 Gbit/sec;
- Retr: количество повторно переданных TCP-сегментов за каждый временной интервал (это поле увеличивается, когда TCP-сегменты теряются в сети из-за перегрузки или повреждения) – чем больше пропускная способность, тем больше число повторно переданных TCP-сегментов. Максимум она достигает 3 при битрейте 20.5 Gbit/sec;
- Cwnd: указывает размер окна перегрузки в каждом временном интервале (TCP использует эту переменную для ограничения объёма данных, которые TCP-клиент может отправить до получения подтверждения отправленных данных) – это фиксированный параметр равный 8.09 MB.

Проведем аналогичный эксперимент в интерфейсе mininet (рис. 3.8)

```
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 43424 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 5] 0.00-1.00 sec  1.52 GBytes 13.0 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 1.00-2.00 sec  1.40 GBytes 12.0 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 2.00-3.00 sec  1.47 GBytes 12.6 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 3.00-4.00 sec  1.47 GBytes 12.6 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 4.00-5.00 sec  1.45 GBytes 12.4 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 5.00-6.00 sec  1.42 GBytes 12.2 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 6.00-7.00 sec  1.42 GBytes 12.3 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 7.00-8.00 sec  1.42 GBytes 12.2 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 8.00-9.00 sec  1.45 GBytes 12.5 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
[ 5] 9.00-10.00 sec 1.22 GBytes 10.5 Gbits/sec  0      8.33 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 5] 0.00-10.00 sec 14.2 GBytes 12.2 Gbits/sec  0
[ 5] 0.00-10.00 sec 14.2 GBytes 12.2 Gbits/sec
iperf Done.
mininet> h2 killall iperf3
```

Рис. 3.8: Аналогичный эксперимент в интерфейсе mininet

Сравним результаты. Увидим, что во втором случае было передано на 4,8 GB больше; пропускная способность увеличилась на 4,1; потери пакетов все также нет.

Эксперимент с указанием времени для передачи (по умолчанию 5) (рис. 3.9)

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43466
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-1.01 sec  1.59 GBytes 13.5 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 1.01-2.00 sec  1.50 GBytes 13.0 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 2.00-3.00 sec  1.44 GBytes 12.4 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 3.00-4.01 sec  1.50 GBytes 12.9 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 4.00-5.01 sec  1.46 GBytes 12.4 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-5.01 sec  7.50 GBytes 12.9 Gbits/sec  0
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

```
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 43468 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.60 GBytes 13.7 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 1.00-2.00 sec  1.50 GBytes 12.9 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 2.00-3.00 sec  1.45 GBytes 12.4 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 3.00-4.01 sec  1.51 GBytes 12.9 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ 7] 4.01-5.00 sec  1.45 GBytes 12.5 Gbits/sec  0      8.18 MByte
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-5.00 sec  7.50 GBytes 12.9 Gbits/sec  0
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 3.9: Указание времени для передачи

Выполнение теста пропускной способности с 2-секундным интервалом времени отсчёта (рис. 3.10)

```
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 43492 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-2.00 sec  3.92 GBytes 16.8 Gbits/sec  0      8.37 MBytes
[ 7] 2.00-4.01 sec  3.51 GBytes 15.0 Gbits/sec  1      5.93 MBytes
[ 7] 4.01-6.01 sec  3.59 GBytes 15.4 Gbits/sec  0      6.30 MBytes
[ 7] 6.01-8.00 sec  3.44 GBytes 14.8 Gbits/sec  0      6.69 MBytes
[ 7] 8.00-10.00 sec  3.53 GBytes 15.1 Gbits/sec  0      7.03 MBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.00 sec  18.0 GBytes 15.4 Gbits/sec  1
[ 7] 0.00-10.00 sec  18.0 GBytes 15.4 Gbits/sec  1
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -i 2
warning: this system does not seem to support IPv6 - try
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43490
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 43490
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-2.00 sec  3.91 GBytes 16.8 Gbits/sec  0      8.37 MBytes
[ 7] 2.00-4.00 sec  3.52 GBytes 15.1 Gbits/sec  1      5.93 MBytes
[ 7] 4.00-6.00 sec  3.59 GBytes 15.4 Gbits/sec  0      6.30 MBytes
[ 7] 6.00-8.00 sec  3.44 GBytes 14.7 Gbits/sec  0      6.69 MBytes
[ 7] 8.00-10.00 sec  3.54 GBytes 15.2 Gbits/sec  0      7.03 MBytes
[ 7] 10.00-10.00 sec  129 KBytes 320 Mbits/sec  0
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec  18.0 GBytes 15.4 Gbits/sec
Server listening on 5201
```

Рис. 3.10: 2-секундный интервал времени отсчёта

Можно увидеть, что действительно интервал увеличился в два раза, в результате чего в два раза увеличился также вес переданный за один интервал времени, но пропускная способность и суммарные величины очевидно практически не изменились.

Задал на клиенте iPerf3 отправку определённого объёма данных (рис. 3.11)

```
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 43518 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.74 GBytes 14.9 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec  1.46 GBytes 12.5 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 2.00-3.01 sec  1.35 GBytes 11.5 Gbits/sec  1      8.28 MBytes
[ 7] 3.01-4.00 sec  1.59 GBytes 13.8 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec  1.66 GBytes 14.2 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 5.00-6.00 sec  1.67 GBytes 14.4 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 6.00-7.00 sec  1.63 GBytes 14.0 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 7.00-8.00 sec  1.63 GBytes 14.0 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 8.00-9.00 sec  1.69 GBytes 14.5 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 9.00-9.97 sec  1.57 GBytes 13.9 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-9.97 sec  16.0 GBytes 13.8 Gbits/sec  1
[ 7] 0.00-9.98 sec  16.0 GBytes 13.8 Gbits/sec  1
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s
warning: this system does not seem to support IPv6 - try
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43516
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 43516
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr    Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.74 GBytes 14.9 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 1.00-2.01 sec  1.45 GBytes 12.3 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 2.01-3.00 sec  1.35 GBytes 11.7 Gbits/sec  1      8.28 MBytes
[ 7] 3.00-4.00 sec  1.59 GBytes 13.6 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec  1.67 GBytes 14.4 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 5.00-6.00 sec  1.66 GBytes 14.3 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 6.00-7.00 sec  1.64 GBytes 14.1 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 7.00-8.00 sec  1.63 GBytes 14.0 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 8.00-9.00 sec  1.69 GBytes 14.6 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ 7] 9.00-9.98 sec  1.56 GBytes 13.7 Gbits/sec  0      8.28 MBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7] 0.00-9.98 sec  16.0 GBytes 13.8 Gbits/sec
Server listening on 5201
```

Рис. 3.11: Отправка определённого объёма данных

Изменим в тесте протокол передачи данных с TCP на UDP (рис. 3.12)

```
host: h1@mininet-vn
root@mininet-vn:/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 44248 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Total
[ 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 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 91
[ 7] 6.00-7.00    sec 127 KBytes 1.04 Mbits/sec 90
[ 7] 7.00-8.00    sec 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 91
[ 7] 8.00-9.00    sec 124 KBytes 1.02 Mbits/sec 88
[ 7] 9.00-10.00   sec 132 KBytes 1.08 Mbits/sec 93
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Jitter      Lo
[ 7] 0.00-10.00   sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.000
[ 7] 0.00-10.01   sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.115
iperf Done.
root@mininet-vn:/home/mininet#
```

```
host: h2@mininet-vn
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43558
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 44248
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Jitter      Lo
[ 7] 0.00-1.00    sec 127 KBytes 1.04 Mbits/sec 0.022 ms 0/1
[ 7] 1.00-2.00    sec 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.078 ms 0/1
[ 7] 2.00-3.00    sec 127 KBytes 1.04 Mbits/sec 0.043 ms 0/1
[ 7] 3.00-4.00    sec 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.023 ms 0/1
[ 7] 4.00-5.00    sec 127 KBytes 1.04 Mbits/sec 0.081 ms 0/1
[ 7] 5.00-6.00    sec 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.113 ms 0/1
[ 7] 6.00-7.00    sec 127 KBytes 1.04 Mbits/sec 0.066 ms 0/1
[ 7] 7.00-8.00    sec 129 KBytes 1.05 Mbits/sec 0.040 ms 0/1
[ 7] 8.00-9.01    sec 126 KBytes 1.02 Mbits/sec 0.204 ms 0/1
[ 7] 9.01-10.00   sec 130 KBytes 1.08 Mbits/sec 0.119 ms 0/1
[ 7] 10.00-10.01  sec 1.41 KBytes 1.16 Mbits/sec 0.115 ms 0/1
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Jitter      Lo
[ 7] 0.00-10.01   sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec 0.115 ms 0/1
Server listening on 5201
```

Рис. 3.12: Протокол передачи данных

Изменим номер порта для отправки/получения пакетов или датаграмм (рис. 3.13)

```
host: h1@mininet-vn
root@mininet-vn:/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 45118 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 7] 0.00-1.00    sec 1.59 GBytes 13.6 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 1.00-2.01    sec 1.58 GBytes 13.5 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 2.01-3.00    sec 1.51 GBytes 13.0 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 3.00-4.00    sec 1.56 GBytes 13.4 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 4.00-5.01    sec 1.57 GBytes 13.5 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 5.01-6.01    sec 1.53 GBytes 13.2 Gbits/sec 1 8.35 MBytes
[ 7] 6.01-7.00    sec 1.55 GBytes 13.3 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 7.00-8.00    sec 1.60 GBytes 13.8 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 8.00-9.00    sec 1.37 GBytes 11.8 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 9.00-10.00   sec 1.49 GBytes 12.8 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.00   sec 15.4 GBytes 13.2 Gbits/sec 1
[ 7] 0.00-10.01   sec 15.3 GBytes 13.2 Gbits/sec
iperf Done.
root@mininet-vn:/home/mininet#
```

```
host: h2@mininet-vn
warning: this system does not seem to support IPv6 - t
Server listening on 3250
Accepted connection from 10.0.0.1, port 45116
[ 7] local 10.0.0.2 port 3250 connected to 10.0.0.1 port 45118
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 7] 0.00-1.00    sec 1.59 GBytes 13.6 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 1.00-2.00    sec 1.57 GBytes 13.5 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 2.00-3.01    sec 1.51 GBytes 12.9 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 3.01-4.00    sec 1.56 GBytes 13.5 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 4.00-5.01    sec 1.57 GBytes 13.4 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 5.01-6.00    sec 1.53 GBytes 13.2 Gbits/sec 1 8.35 MBytes
[ 7] 6.00-7.00    sec 1.55 GBytes 13.4 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 7.00-8.00    sec 1.60 GBytes 13.7 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 8.00-9.00    sec 1.38 GBytes 11.9 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ 7] 9.00-10.01   sec 1.48 GBytes 12.7 Gbits/sec 0 8.35 MBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.01   sec 15.3 GBytes 13.2 Gbits/sec 1
Server listening on 3250
```

Рис. 3.13: Номер порта

Параметр обработки данных только от одного клиента (рис. 3.14)

```
host: h1@mininet-vn
root@mininet-vn:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2
Connecting to host 10.0.0.2, port 5201
[ 7] local 10.0.0.1 port 43606 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 7] 0.00-1.01    sec 1.63 GBytes 13.8 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 1.01-2.00    sec 1.46 GBytes 12.7 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 2.00-3.00    sec 1.52 GBytes 13.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 3.00-4.00    sec 1.40 GBytes 12.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 4.00-5.00    sec 1.62 GBytes 14.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 5.00-6.00    sec 1.46 GBytes 12.6 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 6.00-7.00    sec 1.53 GBytes 13.1 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 7.00-8.00    sec 1.53 GBytes 13.2 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 8.00-9.00    sec 1.52 GBytes 13.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 9.00-10.00   sec 1.52 GBytes 13.1 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.00   sec 15.2 GBytes 13.1 Gbits/sec 0
[ 7] 0.00-10.01   sec 15.2 GBytes 13.0 Gbits/sec
iperf Done.
root@mininet-vn:/home/mininet#
```

```
host: h2@mininet-vn
warning: this system does not seem to support IPv6 - t
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43604
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 43606
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 7] 0.00-1.01    sec 1.61 GBytes 13.8 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 1.01-2.00    sec 1.48 GBytes 12.8 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 2.00-3.00    sec 1.52 GBytes 13.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 3.00-4.00    sec 1.40 GBytes 12.0 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 4.00-5.01    sec 1.61 GBytes 13.8 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 5.01-6.00    sec 1.49 GBytes 12.9 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 6.00-7.00    sec 1.53 GBytes 13.1 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 7.00-8.00    sec 1.52 GBytes 13.1 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 8.00-9.00    sec 1.52 GBytes 13.1 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ 7] 9.00-10.01   sec 1.52 GBytes 12.9 Gbits/sec 0 8.07 MBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-10.01   sec 15.2 GBytes 13.0 Gbits/sec 0
root@mininet-vn:/home/mininet#
```

Рис. 3.14: Параметр обработки данных только от одного клиента

Результат в формате json (рис. 3.15)

```

host: h2@mininet-vm
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.0.0.1, port 43628
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-1.00 sec  1.68 GBytes  14.4 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec  1.66 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec  1.61 GBytes  13.8 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec  1.67 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec  1.70 GBytes  14.6 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec  1.67 GBytes  14.3 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec  1.65 GBytes  14.2 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec  1.69 GBytes  14.5 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec  1.65 GBytes  14.2 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec 1.69 GBytes  14.5 Gbits/sec
[ 7] 10.00-10.00 sec 832 KBytes  1.56 Gbits/sec
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec 16.7 GBytes  14.3 Gbits/sec
Server listening on 5201

host: h1@mininet-vm
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J
{
  "start": {
    "connected": {
      "socket": 7,
      "local_host": "10.0.0.1",
      "local_port": 43630,
      "remote_host": "10.0.0.2",
      "remote_port": 5201
    },
    "version": "iperf 3.7",
    "system_info": "Linux mininet-vm 5.4.0-42-generic #46-Ubu
P Fri Jul 10 00:24:02 UTC 2020 x86_64",
    "timestamp": {
      "time": "Sat, 20 Sep 2025 17:14:20 GMT",
      "timesecs": 1758388460
    },
    "connecting_to": {
      "host": "10.0.0.2",
      "port": 5201
    },
    "cookie": "ivpcfs3vvwth7uul4mxpxjx62snhvt4jjg",
    "tcp_mss_default": 1448,
  }
}

```

Рис. 3.15: Результат в формате json

Сохраним результат в виде json (рис. 3.16)

```

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# cd /home/mininet/work/lab_iperf3
root@mininet-vm:/home/mininet/work/lab_iperf3# ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7796 Sep 20 10:17 iperf_results.json
root@mininet-vm:/home/mininet/work/lab_iperf3#

```

Рис. 3.16: Сохранение результата в виде json

Сгенерировал выходные данные для файла JSON iPerf3 (рис. 3.17)

```

mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ plot_iperf.sh iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$

```

Рис. 3.17: Генерация выходных данных

Просмотр сгенерированных файлов (рис. 3.18)

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ cd results
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$ ls
l.dat      cwnd.pdf  retransmits.pdf  RTT_Var.pdf
bytes.pdf  MTU.pdf   RTT.pdf          throughput.pdf
```

Рис. 3.18: Просмотр сгенерированных файлов

4 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы я познакомился с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени — iPerf3, а также получил навыки проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

5 Список литературы

1. Официальный сайт и репозиторий Mininet

- Mininet Official Website. – URL: <http://mininet.org/>
- Mininet GitHub Repository. – URL: <https://github.com/mininet/mininet>

2. Документация по системам виртуализации и графическому интерфейсу

- VirtualBox Official Manual. – URL: <https://www.virtualbox.org/manual/UserManual.html>
- X Window System Protocol Documentation. – URL: <https://www.x.org/releases/current/doc/xproto/x11protocol.html>

3. Вспомогательные ресурсы

- VcXsrv Windows X Server. – URL: <https://sourceforge.net/projects/vcxsrv/>
- Xming X Server. – URL: <http://www.straightrunning.com/XmingNotes/>