

Лабораторная работа №2

Измерение и тестирование пропускной способности сети

Ланцова Яна Игоревна

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задачи	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	17

Список иллюстраций

3.1	Просмотр адреса машины	7
3.2	Активация интерфейса	8
3.3	Установка ПО	8
3.4	Развертывание iperf_plotter	8
3.5	Запуск простейшей топологии	9
3.6	Тестирование соединения	9
3.7	Тестирование соединения в интерфейсе mininet	10
3.8	Указание периода времени передачи	11
3.9	Настройка двухсекундного времени отсчета	12
3.10	Установки количества байт для передачи	13
3.11	Изменение протокола передачи	13
3.12	Изменение номера порта для отправки/получения пакетов или да- таграмм	14
3.13	Параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста	14
3.14	Экспорт результатов в файл JSON	15
3.15	Просмотр файла iperf_results.json	15
3.16	Визуализация результатов эксперимента	16

Список таблиц

1 Цель работы

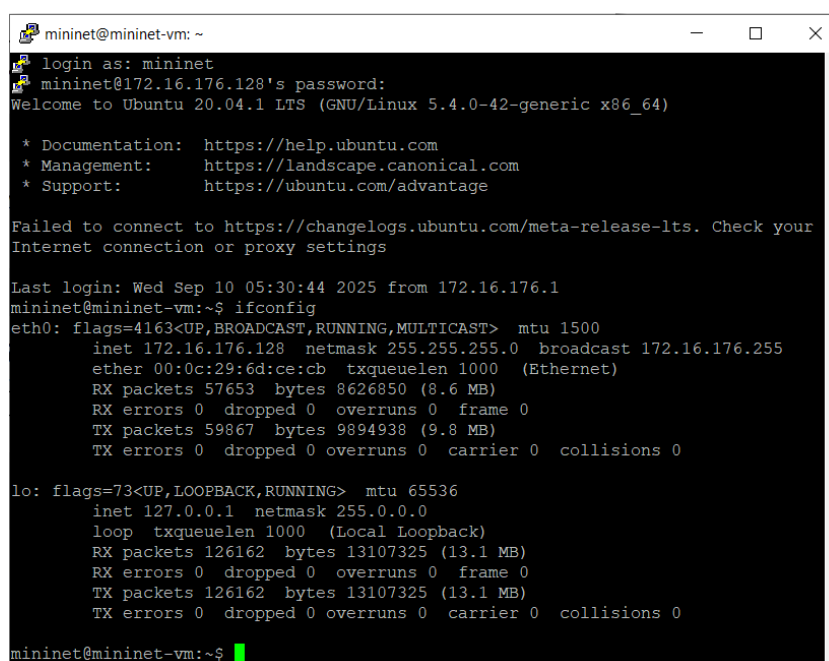
Основной целью работы является знакомство с инструментом для измерения пропускной способности сети в режиме реального времени – iPerf3, а также получение навыков проведения интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности моделируемой сети в среде Mininet.

2 Задачи

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

Проверим есть ли сетевой адрес у виртуальной машины, а затем активируем второй интерфейс для доступа в интернет (рис. 3.1;3.2).



```
mininet@mininet-vm: ~  
login as: mininet  
mininet@172.16.176.128's password:  
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  
  
Failed to connect to https://changelogs.ubuntu.com/meta-release-lts. Check your  
Internet connection or proxy settings  
  
Last login: Wed Sep 10 05:30:44 2025 from 172.16.176.1  
mininet@mininet-vm:~$ ifconfig  
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500  
    inet 172.16.176.128 netmask 255.255.255.0 broadcast 172.16.176.255  
    ether 00:0c:29:6d:ce:cb txqueuelen 1000 (Ethernet)  
    RX packets 57653 bytes 8626850 (8.6 MB)  
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
    TX packets 59867 bytes 9894938 (9.8 MB)  
    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 126162 bytes 13107325 (13.1 MB)  
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
    TX packets 126162 bytes 13107325 (13.1 MB)  
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
mininet@mininet-vm:~$
```

Рис. 3.1: Просмотр адреса машины

```

Last login: Sat Sep 20 09:43:37 2025
mininet@mininet-vm:~$ sudo dhclient eth1
mininet@mininet-vm:~$ ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 172.16.176.128 netmask 255.255.255.0 broadcast 172.16.176.255
    ether 00:0c:29:6d:ce:cb txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 227 bytes 19557 (19.5 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 294 bytes 28176 (28.1 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 172.16.18.129 netmask 255.255.255.0 broadcast 172.16.18.255
    ether 00:0c:29:6d:ce:d5 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 15 bytes 1863 (1.8 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 9 bytes 1260 (1.2 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 87 bytes 7830 (7.8 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 87 bytes 7830 (7.8 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

mininet@mininet-vm:~$ sudo apt-get update
Hit:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [128 kB]

```

Рис. 3.2: Активация интерфейса

Установим `iperf3` и другое необходимое дополнительное ПО (рис. 3.3).

```

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 393 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 (135 kB/s)
Selecting previously unselected package libsctp1:amd64.
(Reading database ... 101729 files and directories currently installed.)

```

Рис. 3.3: Установка ПО

Развернем `iperf3_plotter`. Для этого перейдем во временный каталог и скачаем репозиторий, а затем скачаем ПО (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 | 923.00 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

```

Рис. 3.4: Развертывание `iperf3_plotter`

Запустим простейшую топологию, состоящую из двух хостов и коммутатора с назначенной по умолчанию `mininet` сетью `10.0.0.0/8`. Также запустились терминалы двух хостов, коммутатора и контроллера. Терминалы коммутатора и контроллера закроем. Посмотрим настройки сети созданной топологии (рис. 3.5).


```

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
*** 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=8095>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=8097>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=8102>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=8088>

```

Рис. 3.5: Запуск простейшей топологии

Запустим тестовое соединение между хостами(рис. 3.6).

```

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 56300 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  287 MBytes  2.40 Gbits/sec  0    1.55 MBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec  409 MBytes  3.43 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 2.00-3.00 sec  362 MBytes  3.04 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 3.00-4.00 sec  411 MBytes  3.46 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec  394 MBytes  3.30 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 5.00-6.00 sec  394 MBytes  3.31 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 6.00-7.00 sec  352 MBytes  2.95 Gbits/sec  0    1.71 MBytes
[ 7] 7.00-8.00 sec  404 MBytes  3.39 Gbits/sec  0    1.80 MBytes
[ 7] 8.00-9.00 sec  401 MBytes  3.37 Gbits/sec  0    1.80 MBytes
[ 7] 9.00-10.00 sec 444 MBytes  3.72 Gbits/sec  0    1.80 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  sender receiver
[ 7] 0.00-10.00 sec 3.77 GBytes  3.24 Gbits/sec  0
[ 7] 0.00-10.00 sec 3.75 GBytes  3.22 Gbits/sec
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#

warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
Server Listening on 5201
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56300
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec  265 MBytes  2.23 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec  408 MBytes  3.42 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec  362 MBytes  3.03 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec  412 MBytes  3.46 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec  394 MBytes  3.31 Gbits/sec
[ 7] 5.00-6.00 sec  393 MBytes  3.29 Gbits/sec
[ 7] 6.00-7.00 sec  352 MBytes  2.96 Gbits/sec
[ 7] 7.00-8.00 sec  404 MBytes  3.39 Gbits/sec
[ 7] 8.00-9.00 sec  402 MBytes  3.37 Gbits/sec
[ 7] 9.00-10.00 sec 444 MBytes  3.72 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer     Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec 3.75 GBytes  3.22 Gbits/sec
Server Listening on 5201

```

Рис. 3.6: Тестирование соединения

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 287 МВ до 444 МВ в секунду;
- пропускная способность (Bitrate): измеренная пропускная способность в каждом временном интервале – от 2.40 до 3.72 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;
- 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) – этот параметр находится в интервале от 1.55 MB до 1.80 MB.

В концк указан общий вес переданных сообщений и средняя скорость для получателя и отправителя равнаые 3.75 GB и 3.22 Gbit/sec соответственно, а для отправителя дополнительно указано общее количество повторно отправленных TCP-сегментов равное 10

Проведем аналогичный эксперимент в интерфейсе mininet (рис. 3.7).

```
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 56304 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 5] 0.00-1.00 sec   245 MBytes  2.04 Gbits/sec  0    3.76 MBytes
[ 5] 1.00-2.00 sec   189 MBytes  1.59 Gbits/sec  0    3.95 MBytes
[ 5] 2.00-3.00 sec   200 MBytes  1.68 Gbits/sec  0    4.15 MBytes
[ 5] 3.00-4.01 sec   179 MBytes  1.49 Gbits/sec  0    4.36 MBytes
[ 5] 4.01-5.01 sec   176 MBytes  1.48 Gbits/sec  0    4.36 MBytes
[ 5] 5.01-6.00 sec   175 MBytes  1.47 Gbits/sec  0    4.36 MBytes
[ 5] 6.00-7.02 sec   181 MBytes  1.50 Gbits/sec  0    4.57 MBytes
[ 5] 7.02-8.01 sec   166 MBytes  1.42 Gbits/sec  0    4.57 MBytes
[ 5] 8.01-9.01 sec   206 MBytes  1.72 Gbits/sec  0    4.57 MBytes
[ 5] 9.01-10.00 sec  198 MBytes  1.67 Gbits/sec  0    4.57 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 5] 0.00-10.00 sec  1.87 GBytes  1.61 Gbits/sec  0
[ 5] 0.00-10.00 sec  1.87 GBytes  1.61 Gbits/sec  0
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>
```

Рис. 3.7: Тестирование соединения в интерфейсе mininet

Сравним результаты. Увидим, что на 1.88 GB меньше было передано, а пропускная способность в два раза меньше, в то время как количество повторно отправленных TCP-сегментов не изменилось.

Для указания iPerf3 периода времени для передачи можно использовать ключ -t (или -time) (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
Accepted connection from 10.0.0.1, port 56306
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56308
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-1.00 sec   402 MBytes   3.37 Gbits/sec
[ 7] 1.00-2.00 sec   398 MBytes   3.34 Gbits/sec
[ 7] 2.00-3.00 sec   407 MBytes   3.41 Gbits/sec
[ 7] 3.00-4.00 sec   414 MBytes   3.47 Gbits/sec
[ 7] 4.00-5.00 sec   418 MBytes   3.50 Gbits/sec
[ 7] 5.00-5.00 sec   1.00 MBytes   2.00 Gbits/sec
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7] 0.00-5.00 sec   1.99 GBytes   3.42 Gbits/sec
Server listening on 5201
receiver

host: h1@mininet-vm
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 56308 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-1.00 sec   415 MBytes   3.48 Gbits/sec    0   970 KBytes
[ 7] 1.00-2.00 sec   400 MBytes   3.36 Gbits/sec    0   1.40 MBytes
[ 7] 2.00-3.00 sec   408 MBytes   3.42 Gbits/sec    0   1.40 MBytes
[ 7] 3.00-4.00 sec   414 MBytes   3.47 Gbits/sec    0   1.40 MBytes
[ 7] 4.00-5.00 sec   418 MBytes   3.50 Gbits/sec    0   1.40 MBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7] 0.00-5.00 sec   2.01 GBytes   3.45 Gbits/sec    0
[ 7] 0.00-5.00 sec   1.99 GBytes   3.42 Gbits/sec    0
sender
receiver
iperf Done.
root@mininet-vm:/home/mininet#

```

Рис. 3.8: Указание периода времени передачи

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. 3.9).

```

root@mininet-vm:/home/mininet#
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -s -i 2
warning: this system does not seem to support IPv6 - trying IPv4
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 56310
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56312
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7] 0.00-2.00 sec    739 MBytes  3.10 Gbits/sec
[ 7] 2.00-4.00 sec    805 MBytes  3.38 Gbits/sec
[ 7] 4.00-6.00 sec    790 MBytes  3.32 Gbits/sec
[ 7] 6.00-8.00 sec    855 MBytes  3.58 Gbits/sec
[ 7] 8.00-10.00 sec   717 MBytes  3.01 Gbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7] 0.00-10.00 sec   3.82 GBytes  3.28 Gbits/sec
-----
receiver

X host: h1@mininet-vm
bash: [: missing `]'
root@mininet-vm:/home/mininet# [ 7] 0.00-5.00 sec 2.01 GBytes 3.45 Gbits
/sec 0 sender
bash: [: missing `]'
root@mininet-vm:/home/mininet# [ 7] 0.00-5.00 sec 1.99 GBytes 3.42 Gbits
/sec receiver
bash: [: missing `]'
root@mininet-vm:/home/mininet#
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 56312 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  Retr  Cwnd
[ 7] 0.00-2.00 sec    759 MBytes  3.18 Gbits/sec    0  1.53 MBytes
[ 7] 2.00-4.00 sec    806 MBytes  3.38 Gbits/sec    0  1.69 MBytes
[ 7] 4.00-6.00 sec    791 MBytes  3.32 Gbits/sec    0  1.69 MBytes
[ 7] 6.00-8.00 sec    854 MBytes  3.58 Gbits/sec    0  1.69 MBytes
[ 7] 8.00-10.00 sec   719 MBytes  3.01 Gbits/sec    0  2.15 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  Retr
[ 7] 0.00-10.00 sec   3.84 GBytes  3.30 Gbits/sec    0
[ 7] 0.00-10.00 sec   3.82 GBytes  3.28 Gbits/sec
-----
sender
receiver

```

Рис. 3.9: Настройка двухсекундного времени отсчета

Можно увидеть, что действительно интервал увеличился в два раза, в результате чего в два раза увеличилось также вес переданный за один интервал времени и количество повторно высланных ТСР-сегментов, но пропускная способность и суммарные величины практически не изменились.

Зададим на клиенте iPerf3 отправку определённого объёма данных. Используем опцию -n для установки количества байт для передачи(рис. 3.10).

```

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 56316 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  401 MBytes  3.36 Gbits/sec  0  1.10 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  390 MBytes  3.27 Gbits/sec  0  1.27 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  389 MBytes  3.26 Gbits/sec  0  1.47 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  358 MBytes  3.00 Gbits/sec  0  1.47 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  352 MBytes  2.96 Gbits/sec  0  1.47 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec  418 MBytes  3.50 Gbits/sec  0  1.47 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec  426 MBytes  3.58 Gbits/sec  0  1.47 MBytes
-----
Server listening on 5201
-----
iperf3: 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
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 56314
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56316
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7]  0.00-1.00    sec  387 MBytes  3.24 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00    sec  389 MBytes  3.26 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00    sec  388 MBytes  3.25 Gbits/sec

```

Рис. 3.10: Установки количества байт для передачи

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. 3.11).

```

host: h1@mininet-vm
[ 7]  0.00-38.11 sec  14.8 GBytes  3.33 Gbits/sec  1 sender
[ 7]  0.00-38.11 sec  0.00 Bytes  0.00 bits/sec receiver
iperf3: interrupt - the client has terminated
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 55577 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
-----
host: h2@mininet-vm
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 7]  0.00-38.12 sec  14.7 GBytes  3.32 Gbits/sec receiver
iperf3: 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
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 56318
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 55577
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 7]  0.00-1.00    sec  126 KBytes  1.03 Mbits/sec  0.205 ms  0/89 (0%)
[ 7]  1.00-2.00    sec  129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.101 ms  0/91 (0%)

```

Рис. 3.11: Изменение протокола передачи

В тесте измерения пропускной способности iPerf3 изменим номер порта для отправки/получения пакетов или датаграмм через указанный порт. Используем для этого опцию -p (рис. 3.12).

```

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 52164 connected to 10.0.0.2 port 3250
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec         425 MBytes   3.56 Gbits/sec    0   1.35 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec         380 MBytes   3.19 Gbits/sec    0   1.35 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec         390 MBytes   3.27 Gbits/sec    0   2.08 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec         396 MBytes   3.32 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec         379 MBytes   3.17 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec         402 MBytes   3.38 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec         290 MBytes   2.43 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
-----
*Node h2*@mininet-vm
-----
Server listening on 3250
-----
Accepted connection from 10.0.0.1, port 52162
[ 7] local 10.0.0.2 port 3250 connected to 10.0.0.1 port 52164
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec         404 MBytes   3.38 Gbits/sec    0   1.35 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec         381 MBytes   3.20 Gbits/sec    0   1.35 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec         386 MBytes   3.24 Gbits/sec    0   2.08 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec         395 MBytes   3.32 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec         378 MBytes   3.18 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec         403 MBytes   3.38 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec         289 MBytes   2.42 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec         387 MBytes   3.26 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec         396 MBytes   3.32 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec         362 MBytes   3.04 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
[ 7] 10.00-10.01   sec          896 KBytes  1.15 Gbits/sec    0   2.40 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7]  0.00-10.01   sec         3.69 GBytes   3.17 Gbits/sec
-----
Server listening on 3250
receiver

```

Рис. 3.12: Изменение номера порта для отправки/получения пакетов или датаграмм

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. 3.13).

```

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 56330 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec         440 MBytes   3.68 Gbits/sec    9   2.29 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec         410 MBytes   3.44 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec         438 MBytes   3.67 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec         396 MBytes   3.32 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec         408 MBytes   3.42 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec         426 MBytes   3.58 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec         444 MBytes   3.72 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec         440 MBytes   3.69 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec         432 MBytes   3.63 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec         409 MBytes   3.43 Gbits/sec    0   2.29 MBytes
-----
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec         4.14 GBytes   3.56 Gbits/sec    9
[ 7]  0.00-10.00   sec         4.12 GBytes   3.54 Gbits/sec
-----
iperf Done.
*Node h2*@mininet-vm
-----
iperf3: interrupt - the server has terminated
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 56328
[ 7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56330
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 7]  0.00-1.00    sec         414 MBytes   3.48 Gbits/sec
[ 7]  1.00-2.00    sec         411 MBytes   3.45 Gbits/sec
[ 7]  2.00-3.00    sec         437 MBytes   3.67 Gbits/sec
[ 7]  3.00-4.00    sec         396 MBytes   3.32 Gbits/sec
[ 7]  4.00-5.00    sec         408 MBytes   3.43 Gbits/sec
[ 7]  5.00-6.00    sec         426 MBytes   3.57 Gbits/sec

```

Рис. 3.13: Параметр обработки данных только от одного клиента с остановкой сервера по завершении теста

Экспортируем результаты теста измерения пропускной способности iPerf3 в файл JSON (рис. 3.14):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J
{
  "start": {
    "connected": [
      {
        "socket": 7,
        "local_host": "10.0.0.1",
        "local_port": 56334,
        "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, 20 Sep 2025 15:16:00 GMT",
      "timesecs": 1758381360
    },
    "connecting_to": {
      "host": "10.0.0.2",
      "port": 5201
    },
    "cookie": "mk64jhva3zg3tseocpx3l55ryjtw4guqssty",
    "id": 1
  },
  "server": {
    "listening": "Server listening on 5201",
    "accepted": "Accepted connection from 10.0.0.1, port 56332",
    "connection": "local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 56334",
    "results": [
      {
        "id": 1,
        "interval": "0.00-1.00 sec",
        "transfer": "416 MBytes",
        "bitrate": "3.49 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 2,
        "interval": "1.00-2.00 sec",
        "transfer": "406 MBytes",
        "bitrate": "3.41 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 3,
        "interval": "2.00-3.00 sec",
        "transfer": "402 MBytes",
        "bitrate": "3.37 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 4,
        "interval": "3.00-4.00 sec",
        "transfer": "367 MBytes",
        "bitrate": "3.08 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 5,
        "interval": "4.00-5.00 sec",
        "transfer": "382 MBytes",
        "bitrate": "3.20 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 6,
        "interval": "5.00-6.00 sec",
        "transfer": "280 MBytes",
        "bitrate": "2.35 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 7,
        "interval": "6.00-7.00 sec",
        "transfer": "336 MBytes",
        "bitrate": "2.82 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 8,
        "interval": "7.00-8.00 sec",
        "transfer": "327 MBytes",
        "bitrate": "2.75 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 9,
        "interval": "8.00-9.00 sec",
        "transfer": "388 MBytes",
        "bitrate": "3.25 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 10,
        "interval": "9.00-10.00 sec",
        "transfer": "369 MBytes",
        "bitrate": "3.10 Gbits/sec"
      },
      {
        "id": 11,
        "interval": "10.00-10.00 sec",
        "transfer": "128 KBytes",
        "bitrate": "306 Mbits/sec"
      }
    ]
  }
}
```

Рис. 3.14: Экспорт результатов в файл JSON

Убедимся, что файл `iperf_results.json` создан в указанном каталоге. Для этого в терминале хоста `h1` введем следующие команды (рис. 3.15).

```
root@mininet-vm:/home/mininet# iperf3 -c 10.0.0.2 -J > /home/mininet/work/lab iperf3/iperf results.json
mininet - VMware Workstation
File Edit View VM Tabs Help
Library
Type here to search
mininet
mininet@mininet-vm:~$ sudo -i
root@mininet-vm:~# ls -la
total 12
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Sep 20 00:17
-rw-r--r-- 1 root root 7760 Sep 20 00:17 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~$ cd /home/mininet/work/lab iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -la
total 0
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
```

Рис. 3.15: Просмотр файла `iperf_results.json`

Визуализируем результаты эксперимента. В виртуальной машине `mininet` перейдем в каталог для работы над проектом, проверим права доступа к файлу JSON. Сгенерируем выходные данные для файла JSON iPerf3. Убедимся, что файлы с данными и графиками сформировались (рис. 3.16).

```
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
total 88
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 461 Sep 20 08:24 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9839 Sep 20 08:24 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9655 Sep 20 08:24 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9836 Sep 20 08:24 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8987 Sep 20 08:24 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9873 Sep 20 08:24 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9224 Sep 20 08:24 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9561 Sep 20 08:24 throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$
```

Рис. 3.16: Визуализация результатов эксперимента

4 Выводы

В результате выполнения работы познакомились 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.