Лабораторная работа №2 Измерение и тестирование пропускной способности сети

Леснухин Даниил Дмитриевич Российский университет дружбы народов Москва

Цель работы

Основной целью работы является:

- Знакомство с инструментом iPerf3
- Проведение интерактивного эксперимента по измерению пропускной способности
- Изучение анализа результатов и визуализации

Задание

- Установить iPerf3 и дополнительное ПО на виртуальную машину Mininet
- Провести серию тестов пропускной способности
- Визуализировать результаты экспериментов

Теоретическое введение

iPerf3 — кроссплатформенное клиент-серверное приложение для измерения пропускной способности сети.

Протоколы:
- TCP и SCTP: измерение пропускной способности, MSS/MTU, CWnd
- UDP: измерение пропускной способности, потери пакетов, jitter, multicast

Mininet — эмулятор сети для развертывания виртуальных хостов, коммутаторов и тестирования сетевых протоколов.

Установка iPerf3

Запускаем виртуальную машину Mininet и активируем второй интерфейс для выхода в сеть.

```
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 (130 kB/s)
Selecting previously unselected package libsctp1:amd64.
(Reading database ... 102146 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) ...
```

Установка программного обеспечения

Обновляем репозитории и устанавливаем iPerf3 и дополнительные утилиты.

```
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 hunsp
  libdjvulibre21 libenchant-2-2 libevdocument3-4 libevview3-3 libgnome-desktop-3-19 libgspell-1-2 libgspell-1-common libg
  libmagickcore-6.q16-6-extra libnautilus-extension1a libnetpbm10 libnspr4 libnss3 libonig5 libopenexr24 libpoppler-glib8
  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
  | openoffice.org-core imagemagick-doc autotrace cups-bsd | lpr | lprng curl enscript ffmpeg gimp grads graphviz hp2xx h
  ufraw-batch xdg-utils lrzip libenchant-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 gnup
  libdjvulibre-text libdjvulibre21 libenchant-2-2 libevdocument3-4 libevview3-3 libgnome-desktop-3-19 libgspell-1-2 libgs
  libmagickcore-6.q16-6-extra libnautilus-extension1a libnetpbm10 libnspr4 libnss3 libonig5 libopenexr24 libpoppler-glib8
  netpbm psutils
The following packages will be upgraded:
```

```
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 | 976.00 KiB/s, done.
mininet@mininet-vm:/tmp$
```

Настройка топологии

Создаем минимальную топологию из двух хостов и одного коммутатора (10.0.0.0/8).

"host: h2"@mininet-vm

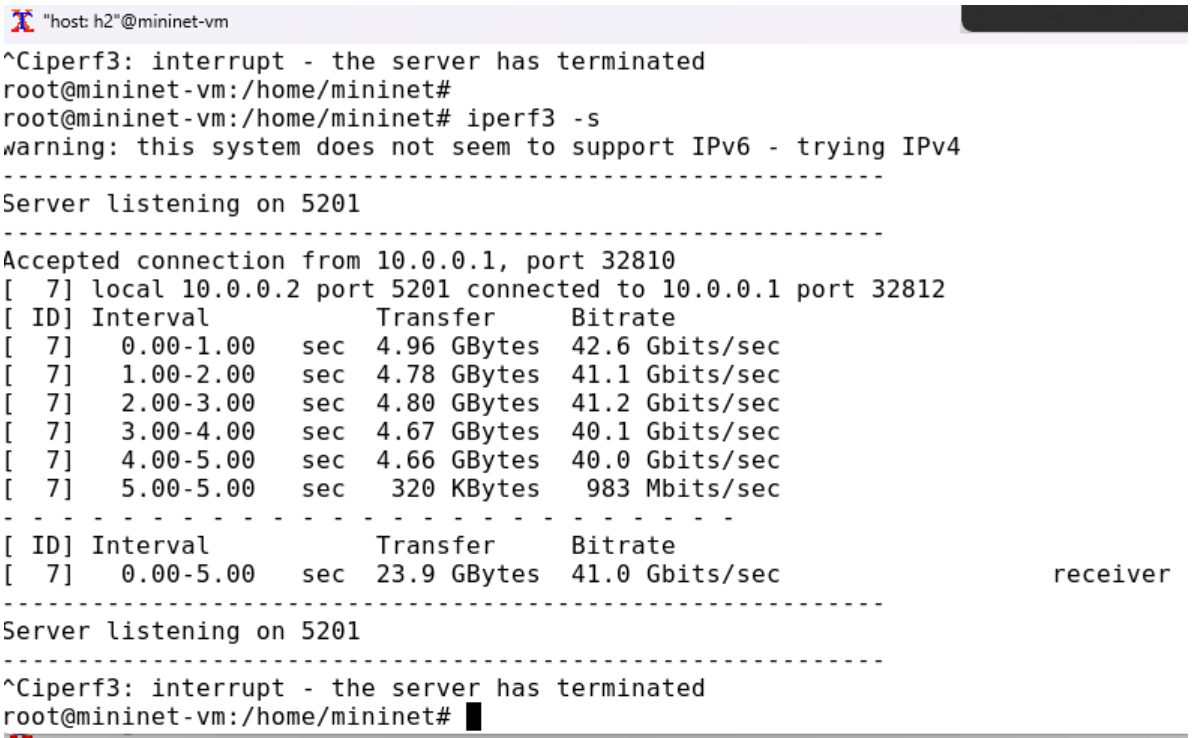
```
------------------------------------------------------------
Server listening on 5201
------------------------------------------------------------
Accepted connection from 10.0.0.1, port 32802
[  7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 32804
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  7]   0.00-1.00   sec  5.12 GBytes  44.0 Gbits/sec
[  7]   1.00-2.00   sec  5.01 GBytes  43.0 Gbits/sec
[  7]   2.00-3.00   sec  4.95 GBytes  42.5 Gbits/sec
[  7]   3.00-4.00   sec  4.85 GBytes  41.6 Gbits/sec
[  7]   4.00-5.00   sec  4.69 GBytes  40.3 Gbits/sec
[  7]   5.00-6.00   sec  4.62 GBytes  39.6 Gbits/sec
[  7]   6.00-7.00   sec  4.62 GBytes  39.7 Gbits/sec
[  7]   7.00-8.00   sec  4.80 GBytes  41.2 Gbits/sec
[  7]   8.00-9.00   sec  4.72 GBytes  40.6 Gbits/sec
[  7]   9.00-10.00  sec  4.59 GBytes  39.4 Gbits/sec
[  7]  10.00-10.00  sec  12.0 MBytes  30.8 Gbits/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate
[  7]   0.00-10.00  sec  48.0 GBytes  41.2 Gbits/sec                  receiver
------------------------------------------------------------
Server listening on 5201
------------------------------------------------------------
```

"host: h1"@mininet-vm

```
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 32804 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate         Retr  Cwnd
[  7]   0.00-1.00   sec  5.12 GBytes  44.0 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   1.00-2.00   sec  5.01 GBytes  43.0 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   2.00-3.00   sec  4.95 GBytes  42.5 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   3.00-4.00   sec  4.85 GBytes  41.6 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   4.00-5.00   sec  4.68 GBytes  40.3 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   5.00-6.00   sec  4.62 GBytes  39.7 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[  7]   6.00-7.00   sec  4.62 GBytes  39.7 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
```

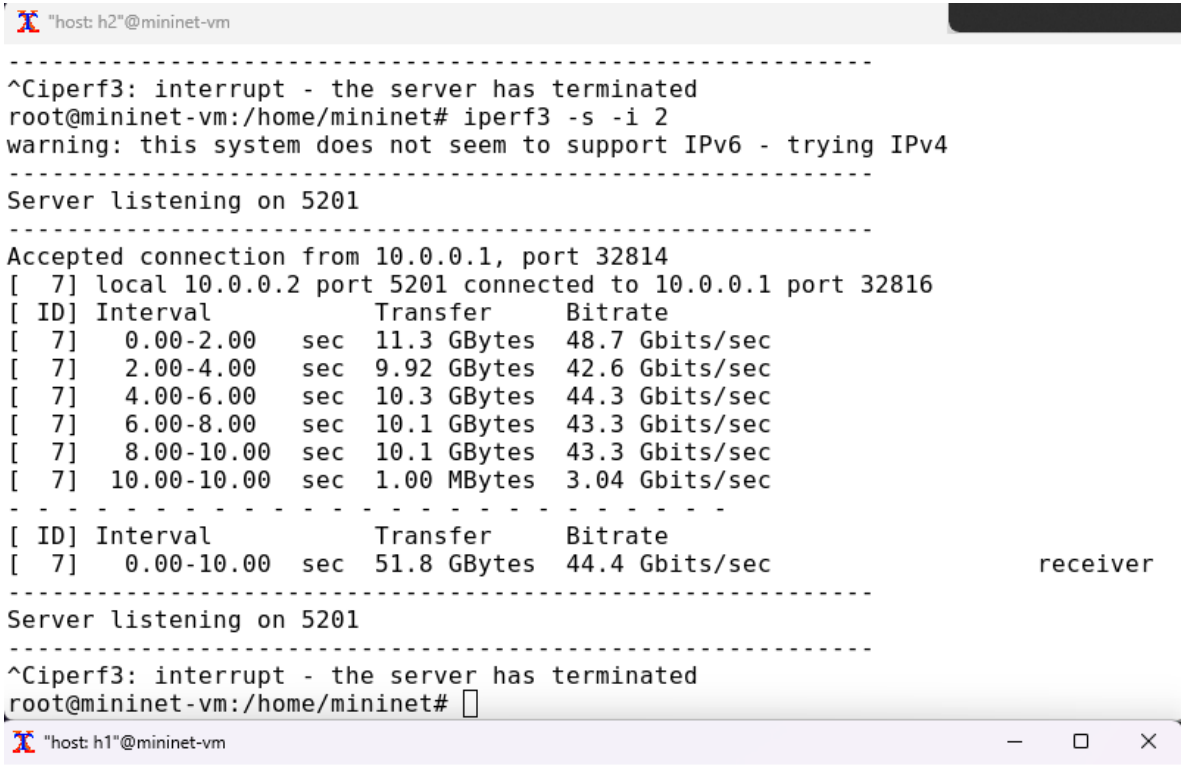
Настройка параметров iPerf3

- ID соединения
- Интервал отчета (`Interval`)
- Передача (`Transfer`)
- Пропускная способность (`Bitrate`)
- Повторная передача (`Retr`)
- Размер окна перегрузки (`Cwnd`)



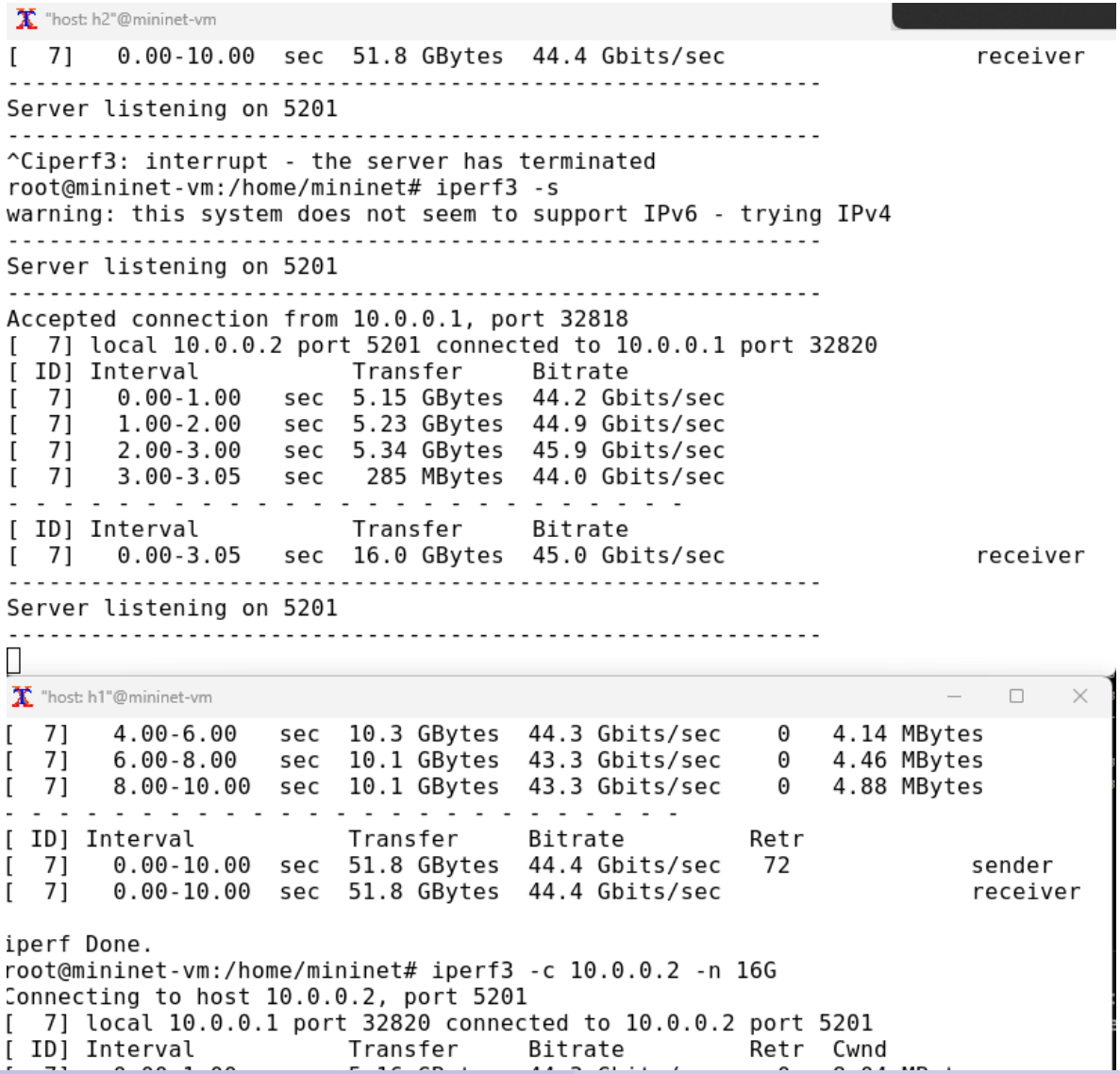
Интервал отсчетов

Устанавливаем интервал 2 секунды (`-i 2`) для клиента и сервера.



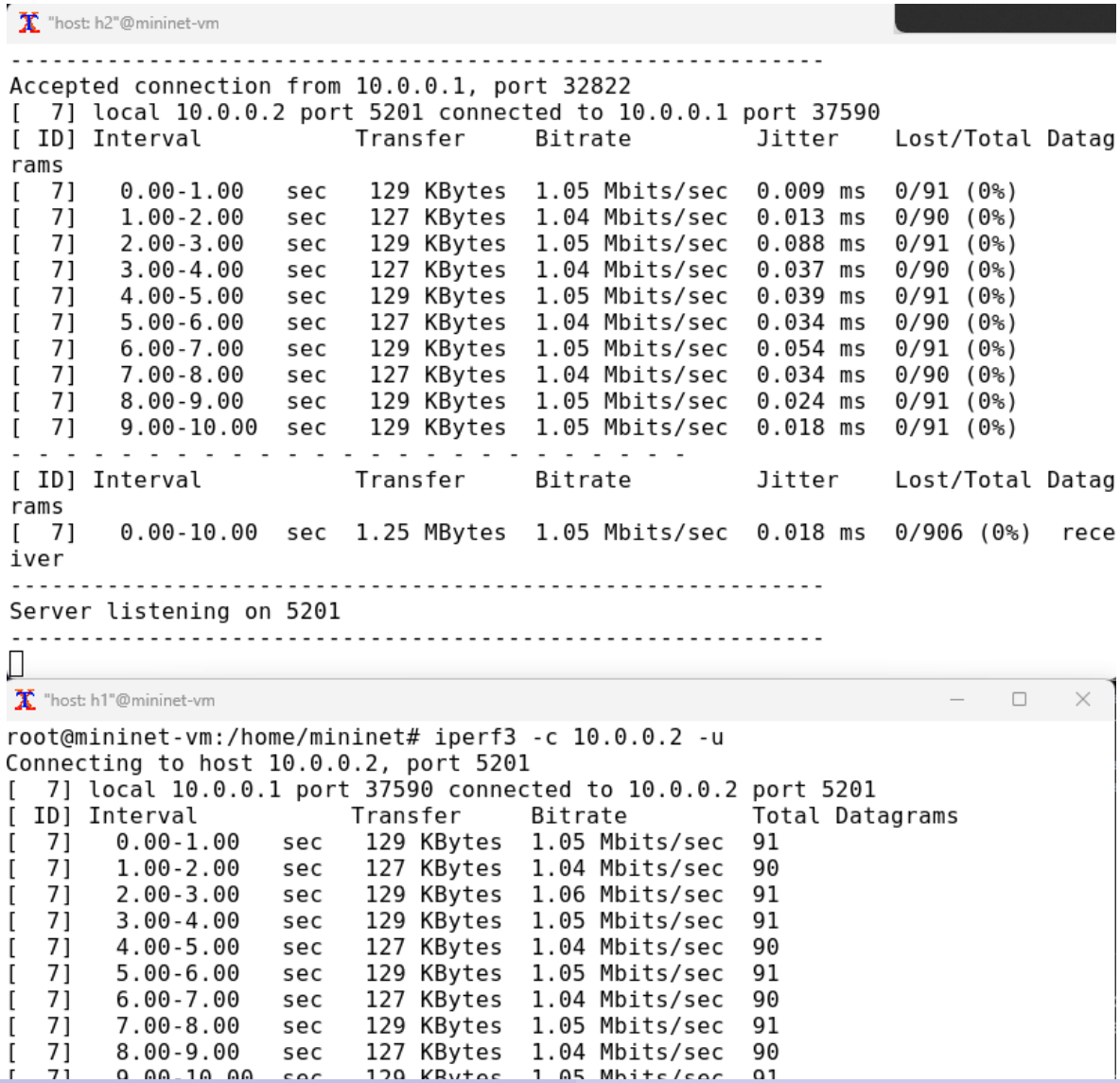
Передача определенного объема данных

Используем ключ -n для задания объема данных.



Изменение протокола на UDP

Опция -u для клиента iPerf3.



"host: h2"@mininet-vm

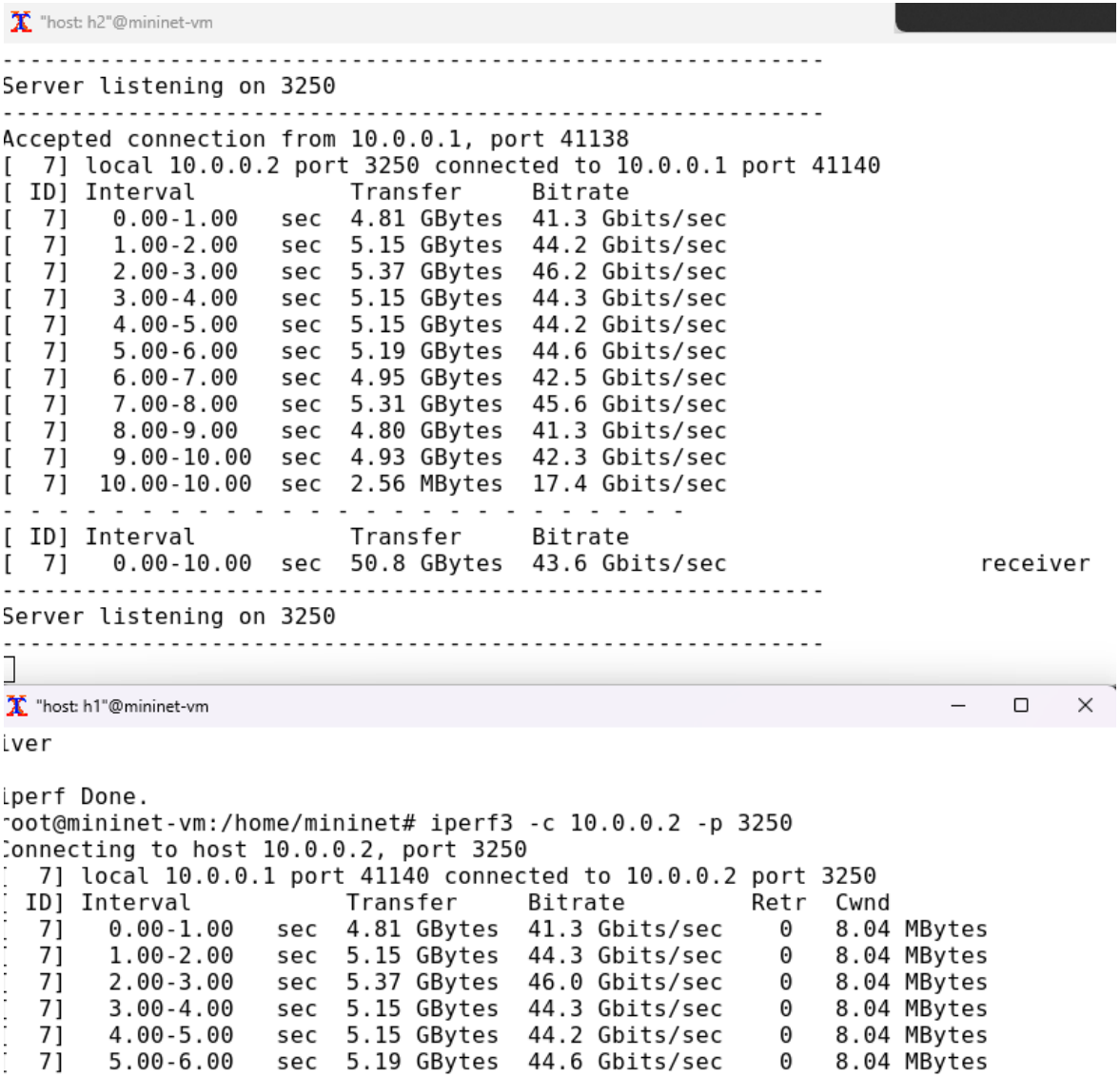
```
------------------------------------------------------------
Accepted connection from 10.0.0.1, port 32822
[  7] local 10.0.0.2 port 5201 connected to 10.0.0.1 port 37590
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate         Jitter    Lost/Total Datag
rams
[  7]   0.00-1.00   sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.009 ms  0/91 (0%)
[  7]   1.00-2.00   sec   127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.013 ms  0/90 (0%)
[  7]   2.00-3.00   sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.088 ms  0/91 (0%)
[  7]   3.00-4.00   sec   127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.037 ms  0/90 (0%)
[  7]   4.00-5.00   sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.039 ms  0/91 (0%)
[  7]   5.00-6.00   sec   127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.034 ms  0/90 (0%)
[  7]   6.00-7.00   sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.054 ms  0/91 (0%)
[  7]   7.00-8.00   sec   127 KBytes  1.04 Mbits/sec  0.034 ms  0/90 (0%)
[  7]   8.00-9.00   sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.024 ms  0/91 (0%)
[  7]   9.00-10.00  sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  0.018 ms  0/91 (0%)
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate         Jitter    Lost/Total Datag
rams
[  7]   0.00-10.00  sec  1.25 MBytes  1.05 Mbits/sec  0.018 ms  0/906 (0%)  rece
iver
------------------------------------------------------------
Server listening on 5201
------------------------------------------------------------
```

"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 37590 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  1.06 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   127 KBytes  1.04 Mbits/sec  90
[  7]   9.00-10.00  sec   129 KBytes  1.05 Mbits/sec  91
```

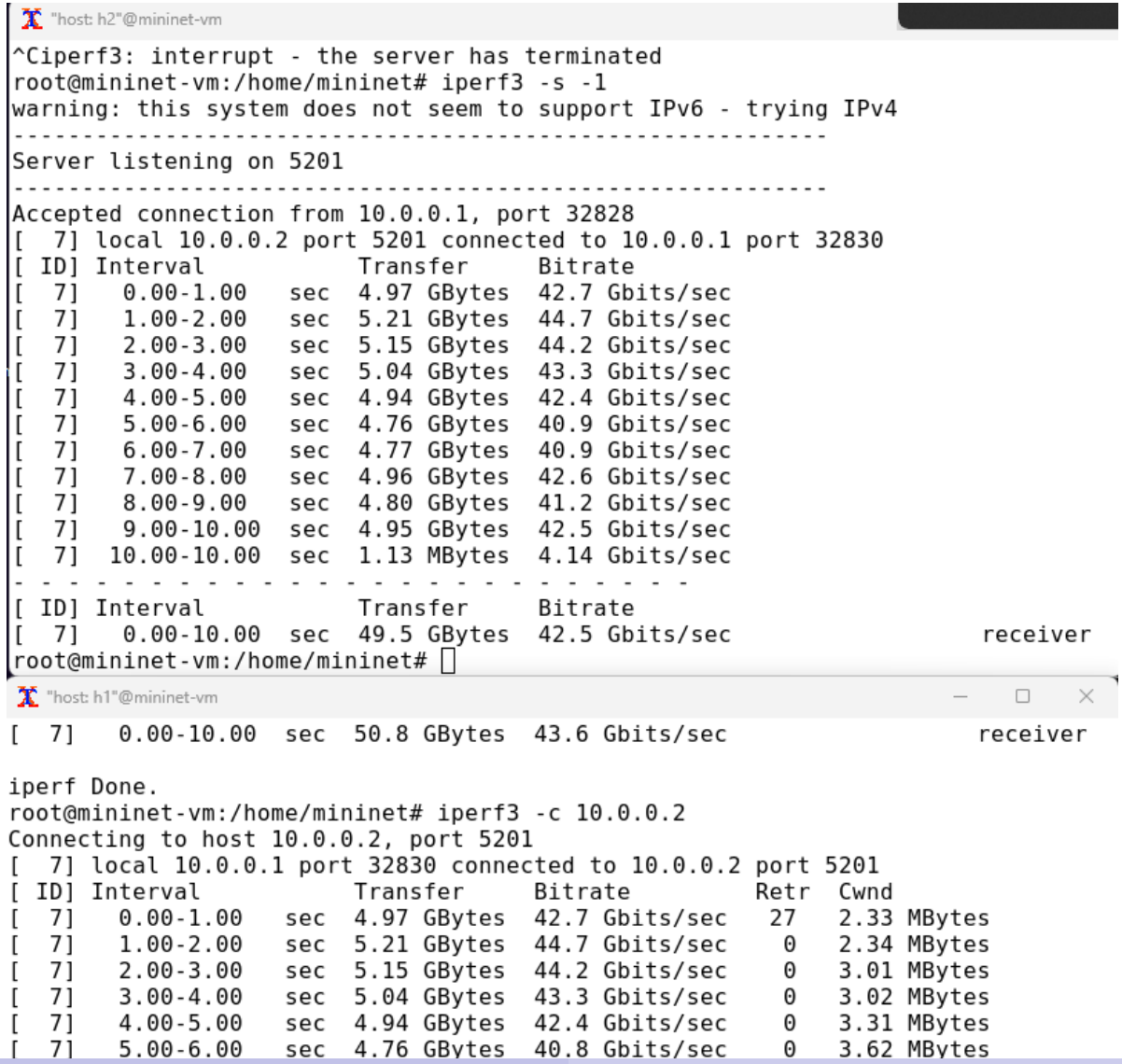
Изменение номера порта

Задаем другой порт для передачи/приема пакетов.



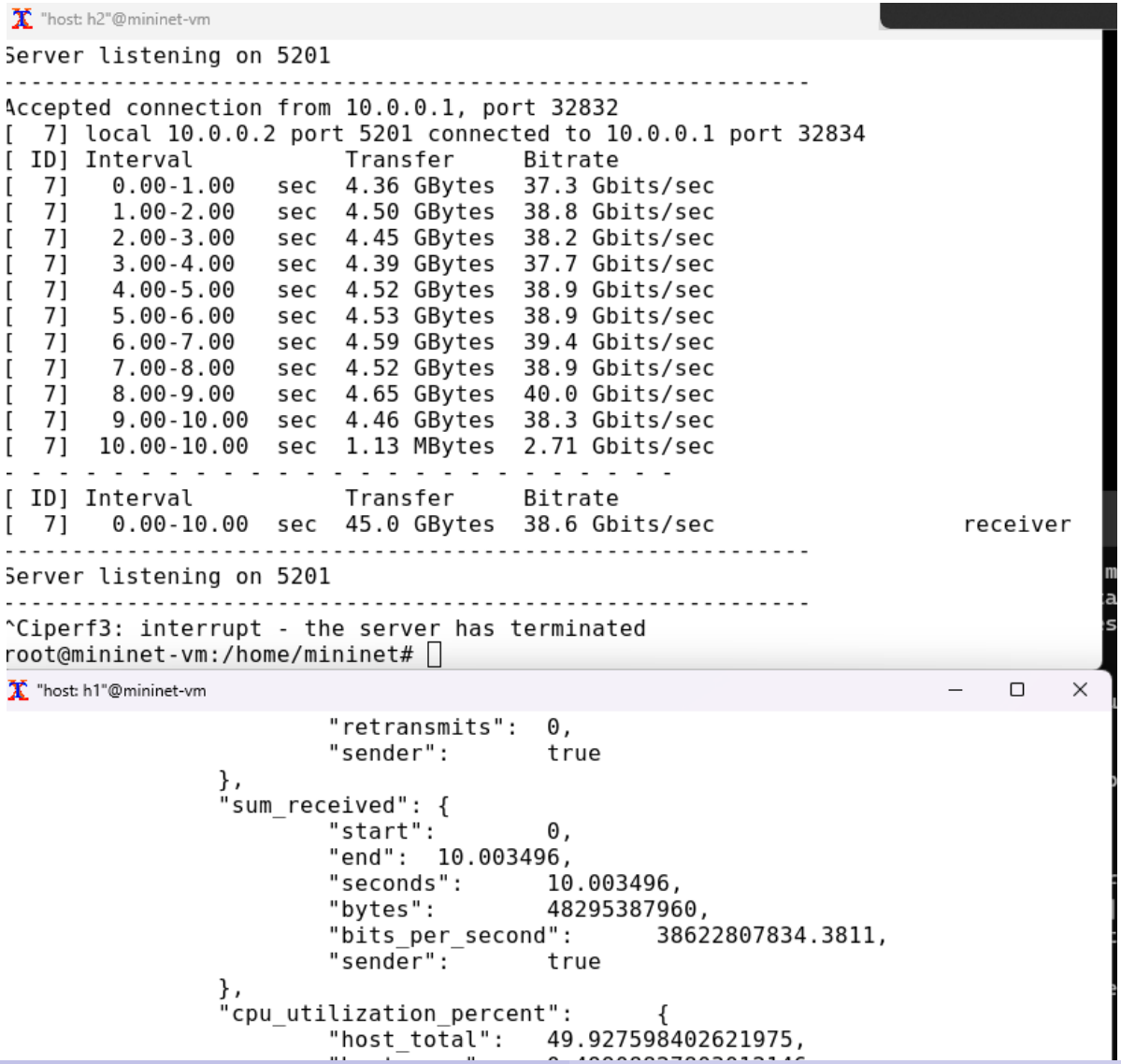
Сервер для одного клиента

Опция `-1` для остановки сервера после завершения теста.



Экспорт результатов

Сохраняем результаты в JSON файл.



Проверка созданного файла

Проверяем наличие файла `iperf_results.json`.

```
mininet@mininet-vm:~$ cd /home/mininet/work/lab_iperf3
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ ls -l
total 8
-rw-r--r-- 1 root root 7782 Feb  4 12:58 iperf_results.json
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$
```

Исправление прав X-соединения

Копируем MIT magic cookie для пользователя root.

```
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ xauth list $DISPLAY
mininet-vm/unix:10  MIT-MAGIC-COOKIE-1  fc04f721fac8ad00af30da488e9b15bd
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3$ sudo -i
root@mininet-vm:~# xauth list
mininet-vm/unix:10  MIT-MAGIC-COOKIE-1  fc04f721fac8ad00af30da488e9b15bd
root@mininet-vm:~#
```

Визуализация результатов

Проверяем права доступа и визуализируем результаты эксперимента.

```
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  492 Feb  4 13:03 1.dat
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9878 Feb  4 13:03 bytes.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9620 Feb  4 13:03 cwnd.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9036 Feb  4 13:03 MTU.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8978 Feb  4 13:03 retransmits.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 8946 Feb  4 13:03 RTT.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9220 Feb  4 13:03 RTT_Var.pdf
-rw-rw-r-- 1 mininet mininet 9576 Feb  4 13:03 throughput.pdf
mininet@mininet-vm:~/work/lab_iperf3/results$
```

Вывод

В ходе работы:

- Освоен инструмент iPerf3
- Проведены интерактивные эксперименты по измерению пропускной способности
- Проанализированы результаты и визуализированы графики
- Получены практические навыки работы с Mininet и сетевыми инструментами