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 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.

Задание

1. Установить на виртуальную машину mininet iPerf3 и дополнительное программное обеспечение для визуализации и обработки данных.

2. Провести ряд интерактивных экспериментов по измерению пропускной способности с помощью iPerf3 с построением графиков.

Теоретическое введение

Mininet — это эмулятор компьютерной сети. Под компьютерной сетью подразумеваются простые компьютеры — хосты, коммутаторы, а также OpenFlow-контроллеры. С помощью простейшего синтаксиса в интерпретаторе команд можно разворачивать сети из произвольного количества хостов и коммутаторов в различных топологиях, всё это в одной виртуальной машине (ВМ). На хостах можно изменять сетевую конфигурацию, пользоваться утилитами `ifconfig`, `ping` и даже получать доступ к терминалу. На коммутаторы можно добавлять правила и маршрутизировать трафик.

iPerf3 — это кроссплатформенное клиент-серверное приложение с открытым исходным кодом, которое измеряет пропускную способность между двумя устройствами.
Протоколы:
- TCP и SCTP: измеряет пропускную способность, задает MSS/MTU, отслеживает размер окна перегрузки TCP (CWnd).
- UDP: измеряет пропускную способность, потери пакетов, jitter и поддерживает multicast.

Выполнение лабораторной работы

Установка необходимого программного обеспечения

Запустим виртуальную среду с Mininet.
Подключаемся по SSH к виртуальной машине 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) ...
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) ...
```

Рис. 1: Установка iPerf3

Обновим репозитории и установим iPerf3 и дополнительное ПО:

```
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$
```

Интерактивные эксперименты

Задаем простейшую топологию из двух хостов и одного коммутатора (сеть 10.0.0.0/8):

Настройки iPerf3:
- ID соединения
- Интервал отчета (`Interval`)
- Передача (`Transfer`)
- Пропускная способность (`Bitrate`)
- Повторная передача (`Retr`)
- Размер окна перегрузки (`Cwnd`)

Указание времени передачи с помощью `-t`:

Установка интервала отсчетов `-i 2`:

Передача определенного объема данных `-n`:

Изменение протокола на UDP `-u`:

Изменение номера порта:

Настройка сервера для одного клиента `-1`:

Экспорт результатов в JSON:

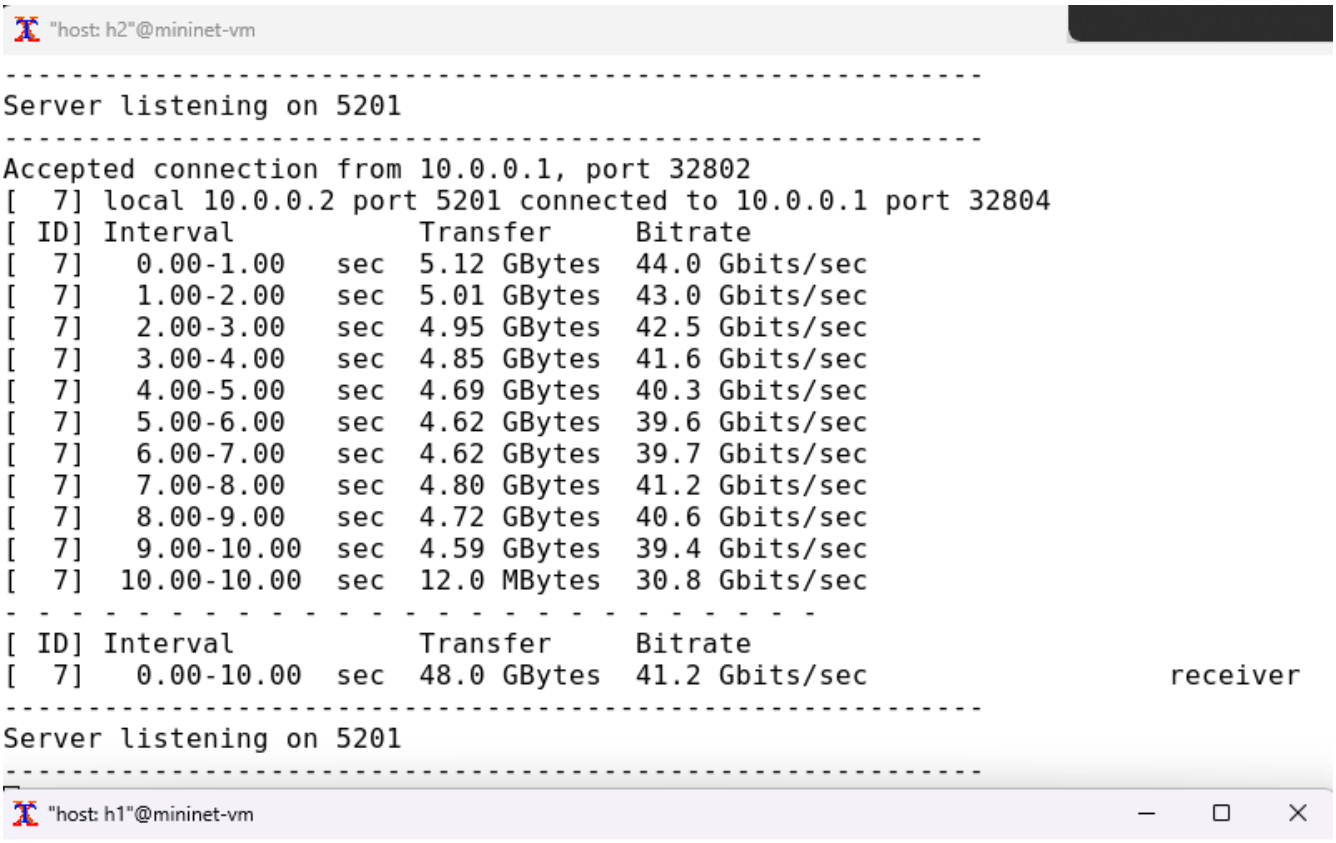
Проверка создания файла:

Исправление прав запуска X-соединения:

Визуализация результатов эксперимента:

Выводы

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



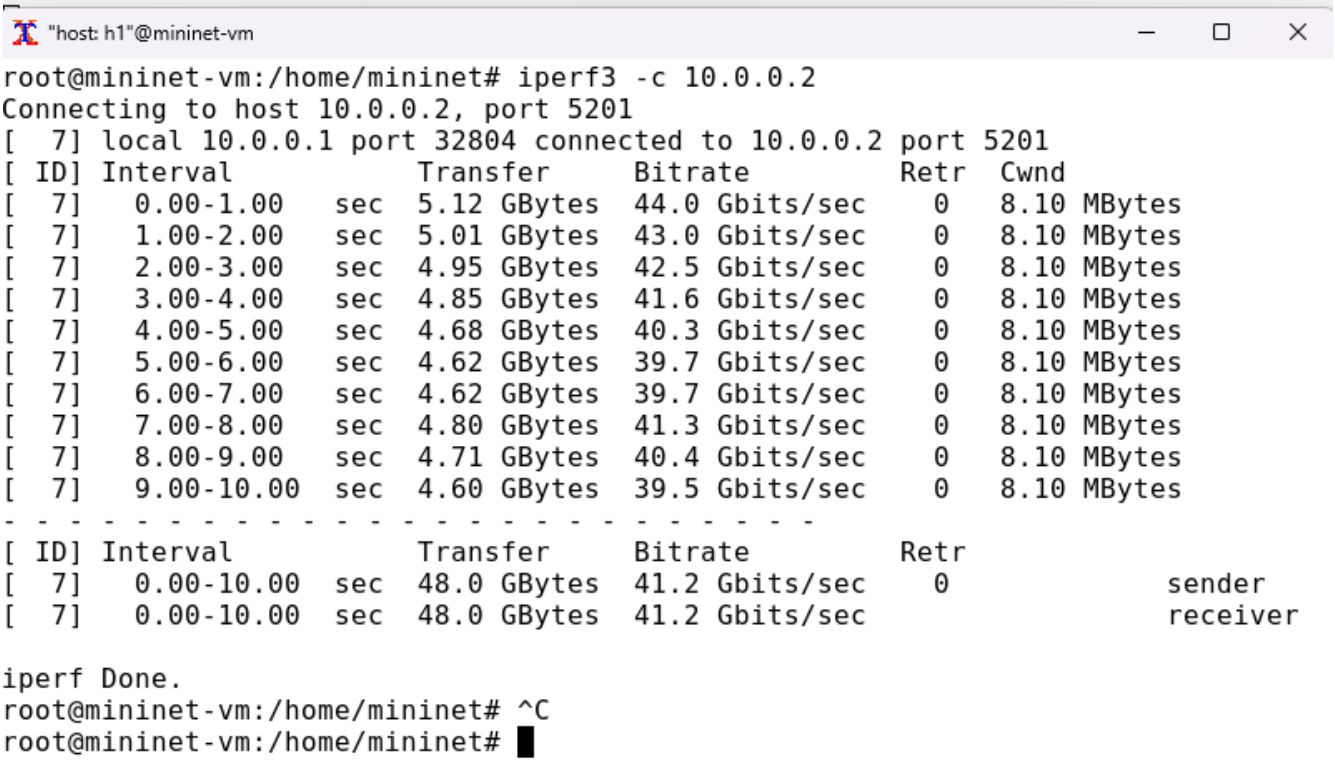


Рис. 2: Интерактивный эксперимент

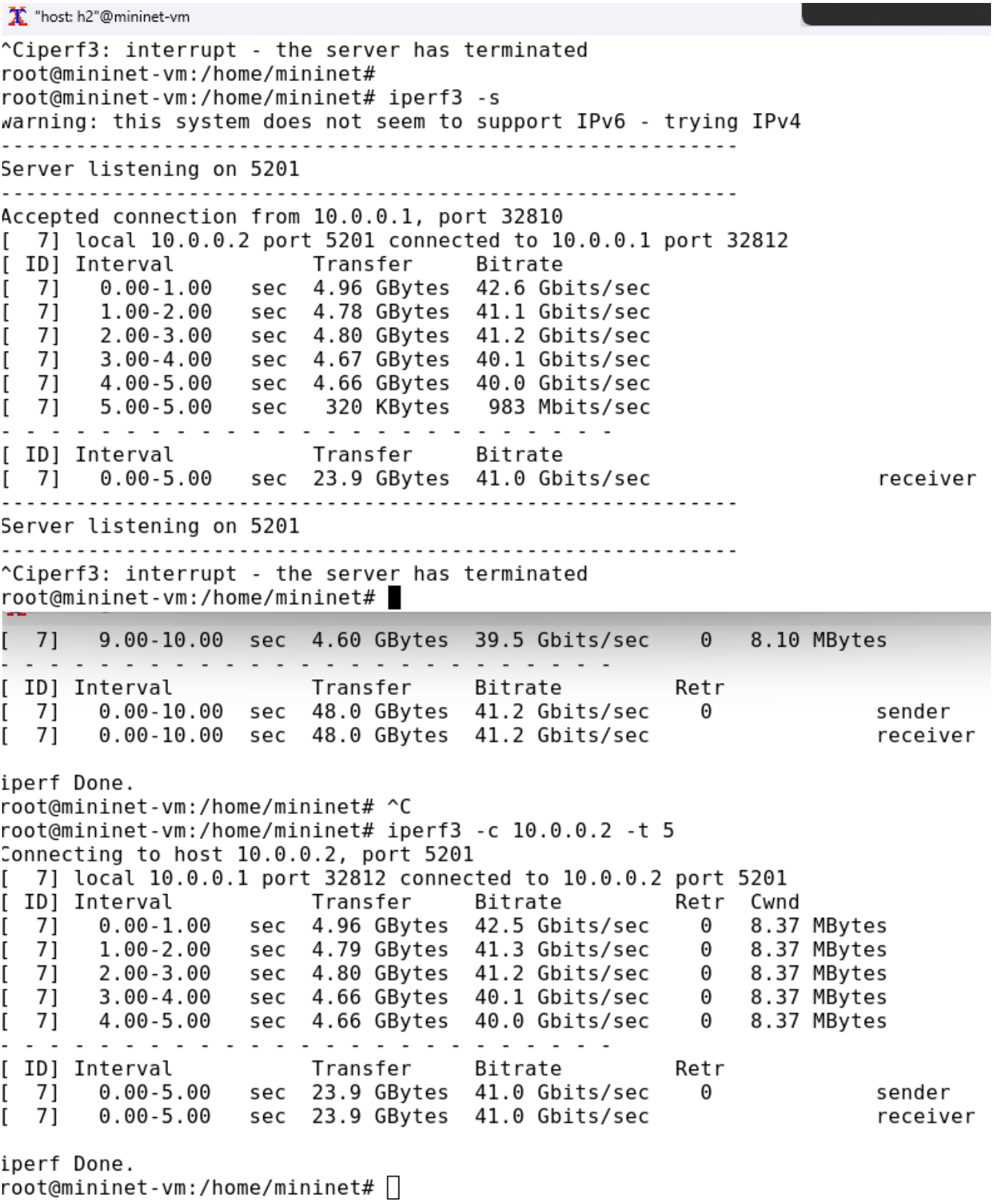


Рис. 3: Указание периода времени t=5

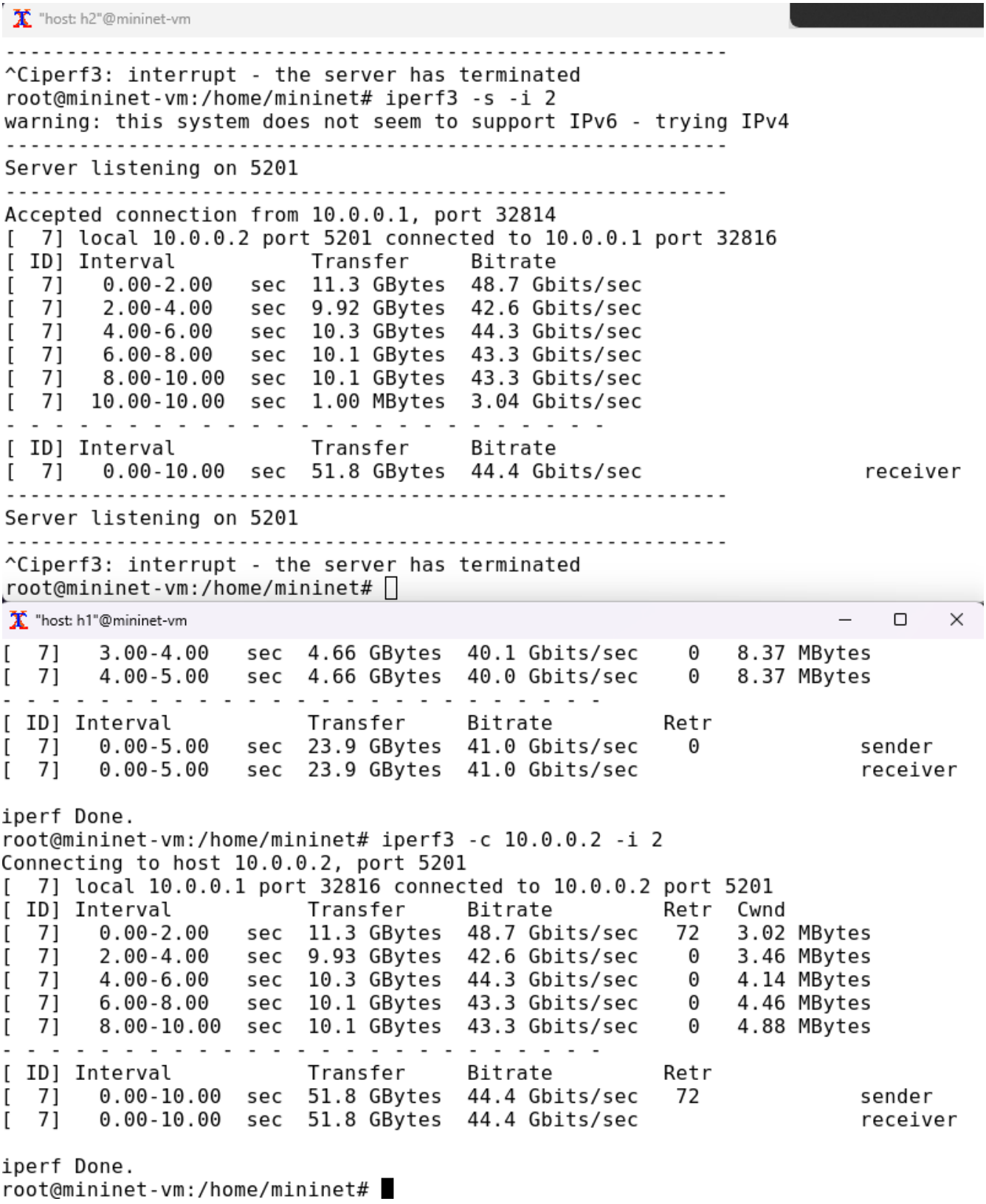


Рис. 4: Отправка сигналов с 2-ух секундным интервалом

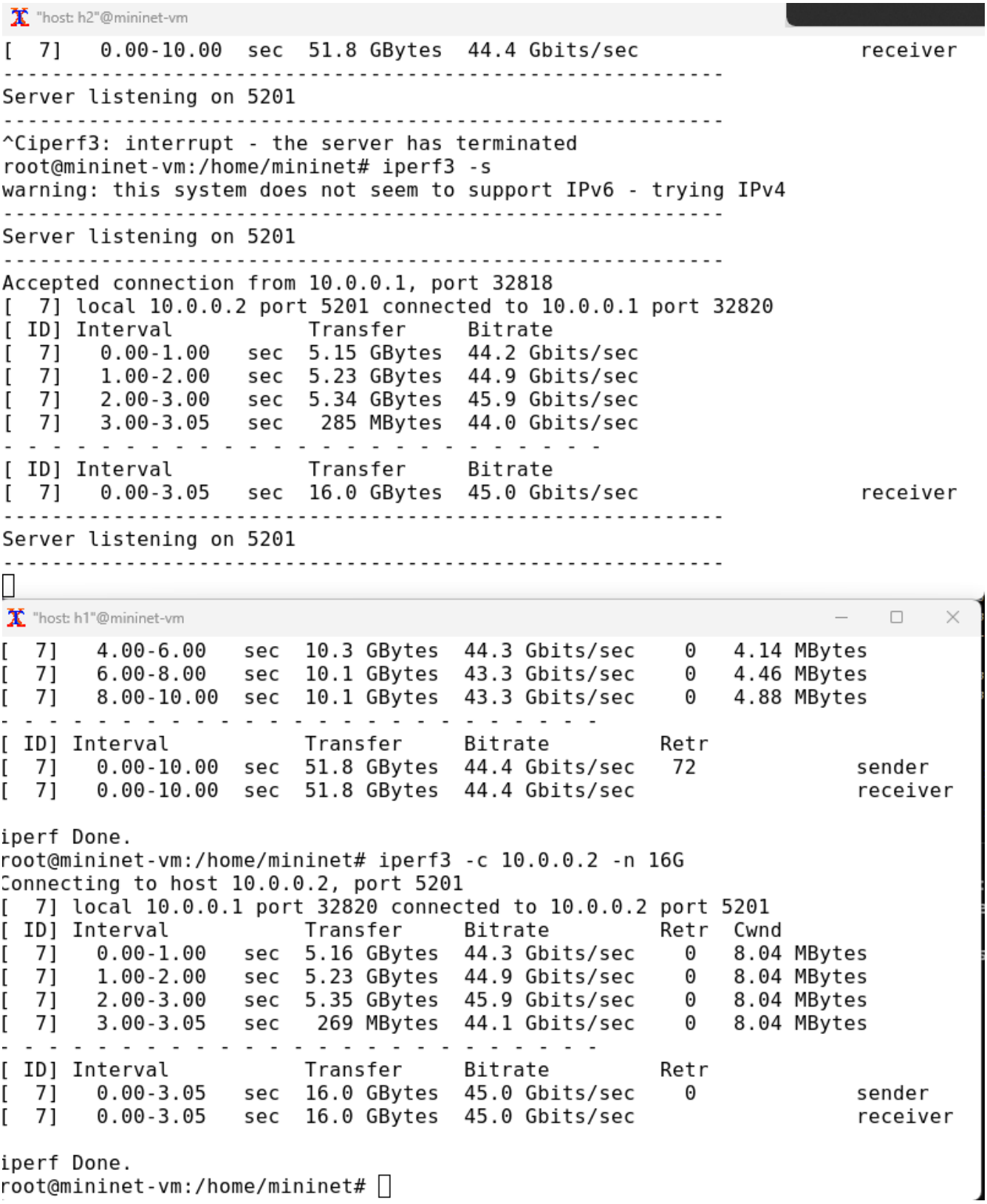


Рис. 5: Задание определенного объема данных

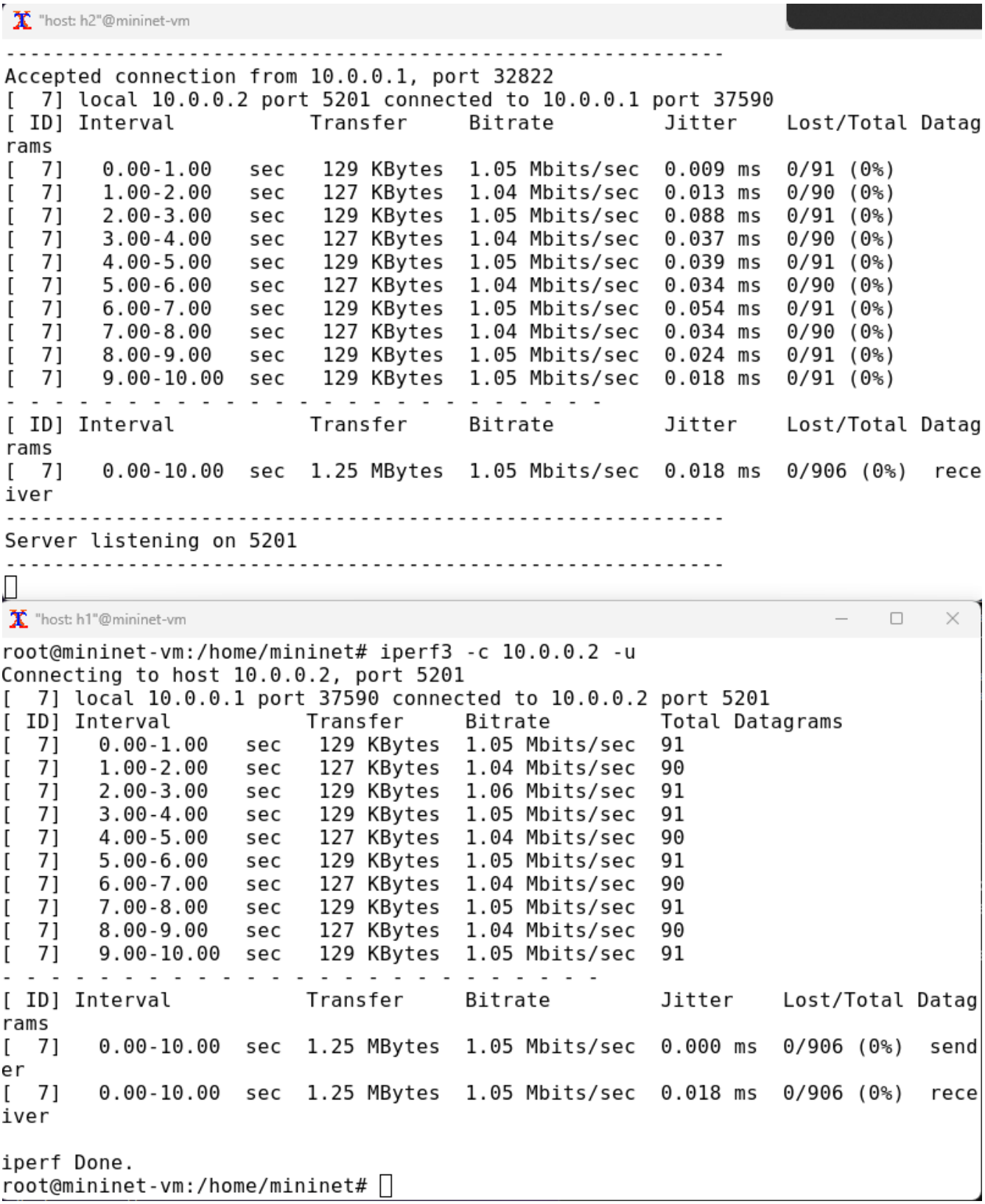


Рис. 6: Изменение протокола передачи

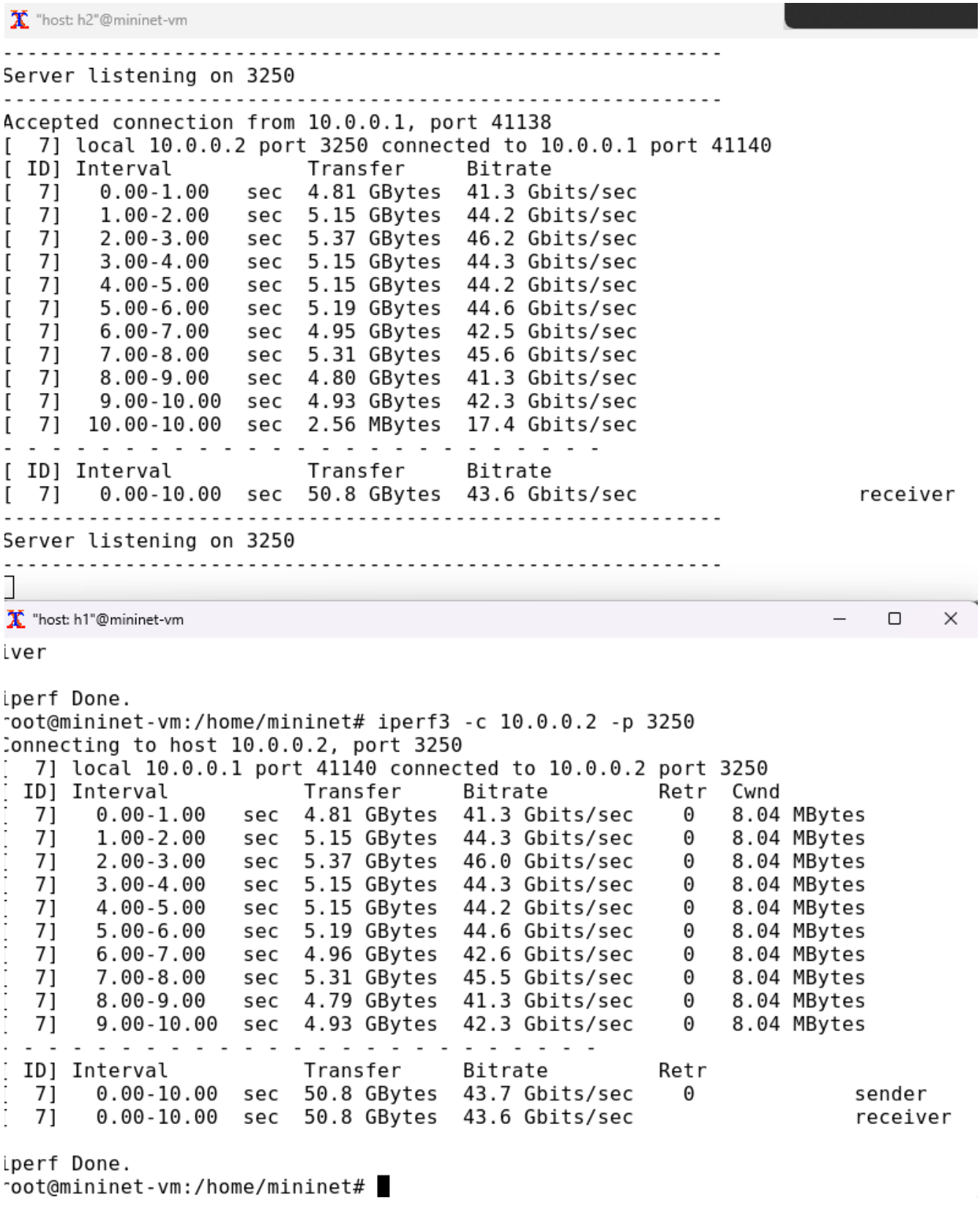


Рис. 7: Изменение номера порта для приема/отправки

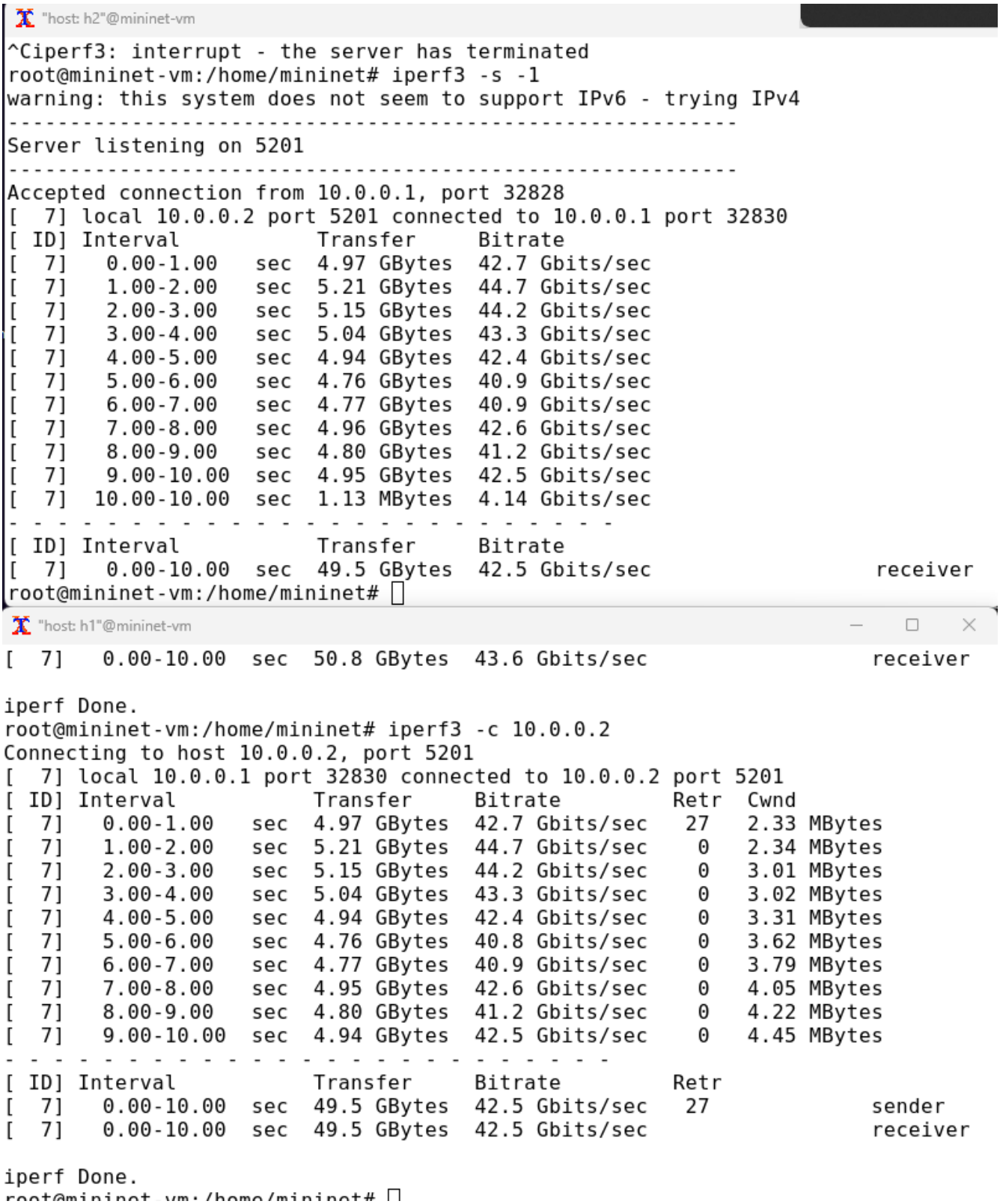


Рис. 8: Параметр обработки данных только от одного клиента

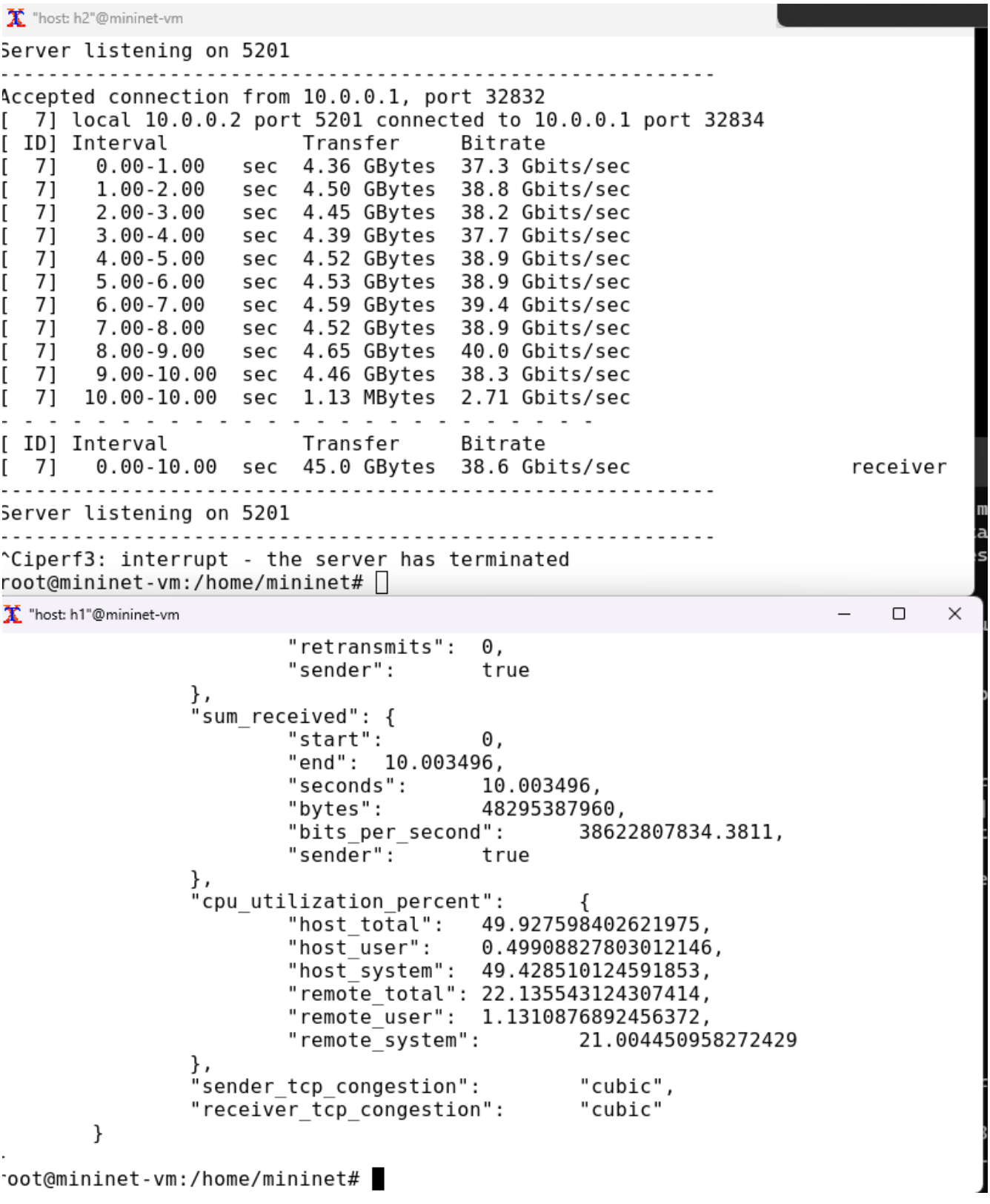


Рис. 9: Экспорт результатов теста iPerf3 в файл JSON

```
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$
```

Рис. 10: Проверка создания файла iperf_results.json

```
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:~#
```

Рис. 11: Исправление прав запуска X-соединения

```
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$
```

Рис. 12: Визуализация результатов эксперимента