

Отчет по лабораторной работе 6

Петрушов Дмитрий, 1032212287

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение лабораторной работы	6
3	Вывод	15
	Список литературы	16

Список иллюстраций

2.1	Создание топологии с двумя хостами и двумя коммутаторами . .	6
2.2	Отображение информации сетевых интерфейсов и IP-адресов . .	7
2.3	Проверка подключения между хостами h1 и h2	7
2.4	Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1	8
2.5	Изменение пропускной способности хоста h1	8
2.6	Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1	9
2.7	Применение правила ограничения скорости tbf	9
2.8	Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1	10
2.9	Объединение NETEM и TBF	11
2.10	Проверка задержки	11
2.11	Добавление второго правила на коммутаторе s1	11
2.12	Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1	12
2.13	Удаление модифицированной конфигурации на коммутаторе s1 .	12
2.14	График №1	13
2.15	График №2	14

Список таблиц

1 Цель работы

Основной целью работы является знакомство с принципами работы дисциплины очереди Token Bucket Filter, которая формирует входящий/исходящий трафик для ограничения пропускной способности, а также получение навыков моделирования и исследования поведения трафика посредством проведения интерактивного и воспроизводимого экспериментов в Mininet.

2 Выполнение лабораторной работы

В виртуальной машине mininet исправим права запуска X-соединения

Зададим топологию сети, состоящую из двух хостов и двух коммутаторов с назначенной по умолчанию mininet сетью 10.0.0.0/8 (рис. [2.1]):

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=linear,2 -x
*** Creating network
*** Adding controller
*** Adding hosts:
h1 h2
*** Adding switches:
s1 s2
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s2) (s2, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2
*** Running terms on localhost:10.0
*** Starting controller
c0
*** Starting 2 switches
s1 s2 ...
*** Starting CLI:
mininet>
```

Рис. 2.1: Создание топологии с двумя хостами и двумя коммутаторами

На хостах h1, h2 и на коммутаторах s1, s2 введём команду ifconfig, чтобы отоб-

разить информацию, относящуюся к их сетевым интерфейсам и назначенным им IP-адресам. В дальнейшем при работе с NETEM и командой tc будем использовать интерфейсы h1-eth0, h2-eth0, s1-eth2 (рис. [2.2]):

```

root@mininet-vm:/home/mininet# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.56.101 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.56.255
    ether 08:00:27:5d:c8:1c txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3326 bytes 750897 (750.8 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@mininet-vm:/home/mininet# ifconfig
h1-eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.0.1 netmask 255.0.0.0 broadcast 10.255.255.255
    ether 2e:c2:c5:aa:23:c8 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@mininet-vm:/home/mininet# ifconfig
eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.2.15 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.2.255
    ether 08:00:27:5d:c8:1c txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 200 bytes 29753 (29.7 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 209 bytes 19857 (19.8 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 6261 bytes 2888112 (2.8 MB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 6261 bytes 2888112 (2.8 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@mininet-vm:/home/mininet# ifconfig
h2-eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.0.2 netmask 255.0.0.0 broadcast 10.255.255.255
    ether b6:cf:34:c2:ff:cf txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    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 1155 bytes 567536 (567.5 KB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 1155 bytes 567536 (567.5 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
  
```

Рис. 2.2: Отображение информации сетевых интерфейсов и IP-адресов

Проверим подключение между хостами h1 и h2 с помощью команды ping с параметром -c 4 (рис. [2.3]):

```

root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 4
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.47 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.193 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.041 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.039 ms

--- 10.0.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3035ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.039/0.685/2.468/1.031 ms
root@mininet-vm:/home/mininet#
  
```

Рис. 2.3: Проверка подключения между хостами h1 и h2

В терминале хоста h2 запустим iPerf3 в режиме сервера

В терминале хоста h1 запустим iPerf3 в режиме клиента (рис. [2.4]):

```

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 38478 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec   4.77 GBytes  40.9 Gbits/sec    4   8.10 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec   4.80 GBytes  41.3 Gbits/sec    1   8.10 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec   4.81 GBytes  41.4 Gbits/sec    3   8.10 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec   4.80 GBytes  41.2 Gbits/sec    1   8.10 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec   4.82 GBytes  41.4 Gbits/sec    3   8.10 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec   4.82 GBytes  41.3 Gbits/sec    3   8.10 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec   4.90 GBytes  42.2 Gbits/sec    0   8.10 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec   4.91 GBytes  42.1 Gbits/sec    2   8.10 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec   4.93 GBytes  42.4 Gbits/sec    4   8.10 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec   4.90 GBytes  42.1 Gbits/sec    1   8.10 MBytes
-----
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00    sec   48.5 GBytes  41.6 Gbits/sec    22
[ 7]  0.00-10.00    sec   48.5 GBytes  41.6 Gbits/sec
sender
receiver
iperf Done.

```

Рис. 2.4: Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1

После завершения работы iPerf3 на хосте h1 остановим iPerf3 на хосте h2, нажав Ctrl + c.

Команду tc можно применить к сетевому интерфейсу устройства для формирования исходящего трафика. Требуется ограничить скорость отправки данных с конечного хоста с помощью фильтра Token Bucket Filter (tbft).

Изменим пропускную способность хоста h1, установив пропускную способность на 10 Гбит/с на интерфейсе h1-eth0 и параметры TBF-фильтра (рис. [2.5]):

```

root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev h1-eth0 root tbf rate 10gb
it burst 5000000 limit 15000000
root@mininet-vm:/home/mininet#

```

Рис. 2.5: Изменение пропускной способности хоста h1

С помощью iPerf3 проверим, что значение пропускной способности изменилось.

В терминале хоста h2 запустим iPerf3 в режиме сервера.

В терминале хоста h1 запустим iPerf3 в режиме клиента (рис. [2.6]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# egrep '^CONFIG_HZ_[0-9]+' /boot/config- `uname -r`
CONFIG_HZ_250=y
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 38482 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec    1.13 GBytes    9.69 Gbits/sec     0   2.73 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   4.42 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec    1.11 GBytes    9.56 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec    1.11 GBytes    9.57 Gbits/sec     0   5.45 MBytes
-----
[ ID] Interval            Transfer          Bitrate          Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec    11.1 GBytes    9.58 Gbits/sec     0
[ 7]  0.00-10.02   sec    11.1 GBytes    9.55 Gbits/sec     0
sender
receiver
```

Рис. 2.6: Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1

После завершения работы iPerf3 на хосте h1 остановим iPerf3 на хосте h2, нажав Ctrl + c.

Удалим модифицированную конфигурацию на хосте h1.

Применим правило ограничения скорости tbf с параметрами rate = 10gbit, burst = 5,000,000, limit= 15,000,000 к интерфейсу s1-eth2 коммутатора s1, который соединяет его с коммутатором s2 (рис. [2.7]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev s1-eth2 root tbf rate 10gb
it burst 5000000 limit 15000000
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.7: Применение правила ограничения скорости tbf

Проверим конфигурацию с помощью инструмента iperf3 для измерения пропускной способности.

В терминале хоста h2 запустим iPerf3 в режиме сервера.

В терминале хоста h1 запустим iPerf3 в режиме клиента (рис. [2.8]):

```
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 38486 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00    sec  1.13 GBytes 9.69 Gbits/sec  9   4.05 MBytes
[ 7]  1.00-2.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  2.00-3.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  3.00-4.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  4.00-5.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  5.00-6.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  6.00-7.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  7.00-8.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  8.00-9.00    sec  1.11 GBytes 9.56 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
[ 7]  9.00-10.00   sec  1.11 GBytes 9.57 Gbits/sec  0   4.05 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00   sec  11.1 GBytes 9.58 Gbits/sec  9
[ 7]  0.00-10.02   sec  11.1 GBytes 9.55 Gbits/sec
sender
receiver
iperf Done.
```

Рис. 2.8: Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1

После завершения работы iPerf3 на хосте h1 остановим iPerf3 на хосте h2, нажав Ctrl + c.

Удалим модифицированную конфигурацию на коммутаторе s1.

NETEM используется для изменения задержки, джиттера, повреждения пакетов и т.д. TBF может использоваться для ограничения скорости. Утилита tc позволяет комбинировать несколько модулей. При этом первая дисциплина очереди (qdisc1) присоединяется к корневой метке, последующие дисциплины очереди можно прикрепить к своим родителям, указав правильную метку.

Объединим NETEM и TBF, введя на интерфейсе s1-eth2 коммутатора s1 задержку, джиттер, повреждение пакетов и указав скорость (рис. [2.9]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev s1-eth2 root handle 1: netem delay 10ms
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.9: Объединение NETEM и TBF

Убедимся, что соединение от хоста h1 к хосту h2 имеет заданную задержку. Для этого запустим команду ping с параметром -c 4 с терминала хоста h1 (рис. [2.10]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# ping 10.0.0.2 -c 4
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=13.2 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=10.6 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=11.2 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=10.3 ms

--- 10.0.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3006ms
rtt min/avg/max/mdev = 10.337/11.332/13.188/1.111 ms
```

Рис. 2.10: Проверка задержки

Добавим второе правило на коммутаторе s1, которое задаёт ограничение скорости с помощью tbf с параметрами rate=2gbit, burst=1,000,000, limit=2,000,000 (рис. [2.11]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc add dev s1-eth2 parent 1: handle 2
: tbf rate 2gbit burst 1000000 limit 2000000
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.11: Добавление второго правила на коммутаторе s1

Проверим конфигурацию с помощью инструмента iperf3 для измерения пропускной способности.

В терминале хоста h2 запустим iPerf3 в режиме сервера.

В терминале хоста h1 запустим iPerf3 в режиме клиента (рис. [2.12]):

```
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 38490 connected to 10.0.0.2 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr  Cwnd
[ 7]  0.00-1.00  sec    212 MBytes  1.77 Gbits/sec  180  3.23 MBytes
[ 7]  1.00-2.00  sec    226 MBytes  1.90 Gbits/sec   45  2.41 MBytes
[ 7]  2.00-3.00  sec    228 MBytes  1.91 Gbits/sec    0  2.53 MBytes
[ 7]  3.00-4.00  sec    229 MBytes  1.92 Gbits/sec    0  2.62 MBytes
[ 7]  4.00-5.00  sec    228 MBytes  1.91 Gbits/sec    0  2.69 MBytes
[ 7]  5.00-6.00  sec    228 MBytes  1.91 Gbits/sec    0  2.73 MBytes
[ 7]  6.00-7.00  sec    229 MBytes  1.92 Gbits/sec    0  2.77 MBytes
[ 7]  7.00-8.00  sec    228 MBytes  1.91 Gbits/sec    0  2.79 MBytes
[ 7]  8.00-9.00  sec    229 MBytes  1.92 Gbits/sec    0  2.80 MBytes
[ 7]  9.00-10.00 sec    228 MBytes  1.91 Gbits/sec    0  2.85 MBytes
- - - - -
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate      Retr
[ 7]  0.00-10.00  sec    2.21 GBytes  1.90 Gbits/sec  225
[ 7]  0.00-10.04  sec    2.20 GBytes  1.88 Gbits/sec
sender
receive
```

Рис. 2.12: Запуск iPerf3 в режиме клиента на хосте h1

После завершения работы iPerf3 на хосте h1 остановим iPerf3 на хосте h2, нажав Ctrl + c.

Удалим модифицированную конфигурацию на коммутаторе s1 (рис. [2.13]):

```
root@mininet-vm:/home/mininet# sudo tc qdisc del dev s1-eth2 root
root@mininet-vm:/home/mininet#
```

Рис. 2.13: Удаление модифицированной конфигурации на коммутаторе s1

Для самостоятельного задания создадим необходимые каталоги.

Затем напишем скрипты по примеру из прошлых лабораторных работ.

Посмотрим полученные графики (рис. [2.14] - рис. [2.15]):

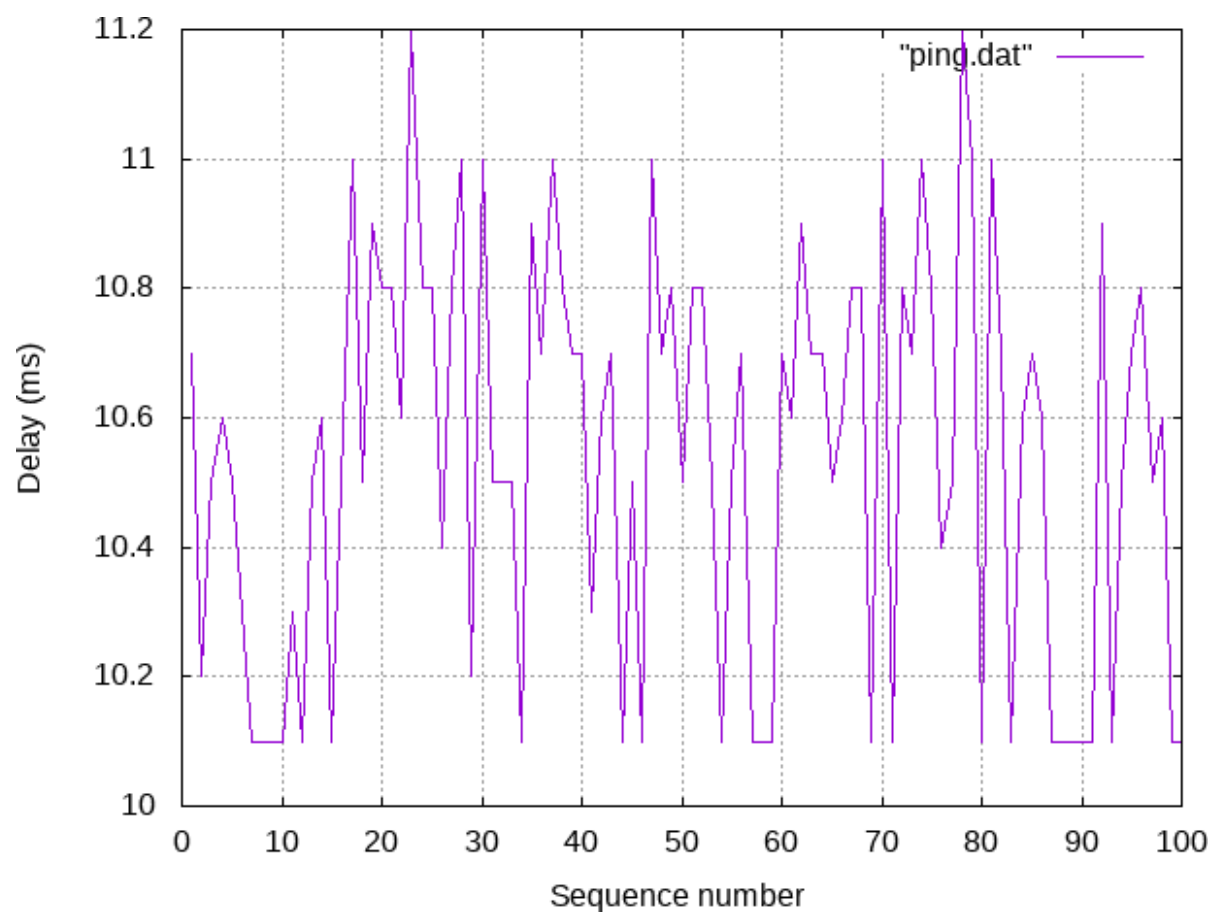


Рис. 2.14: График №1

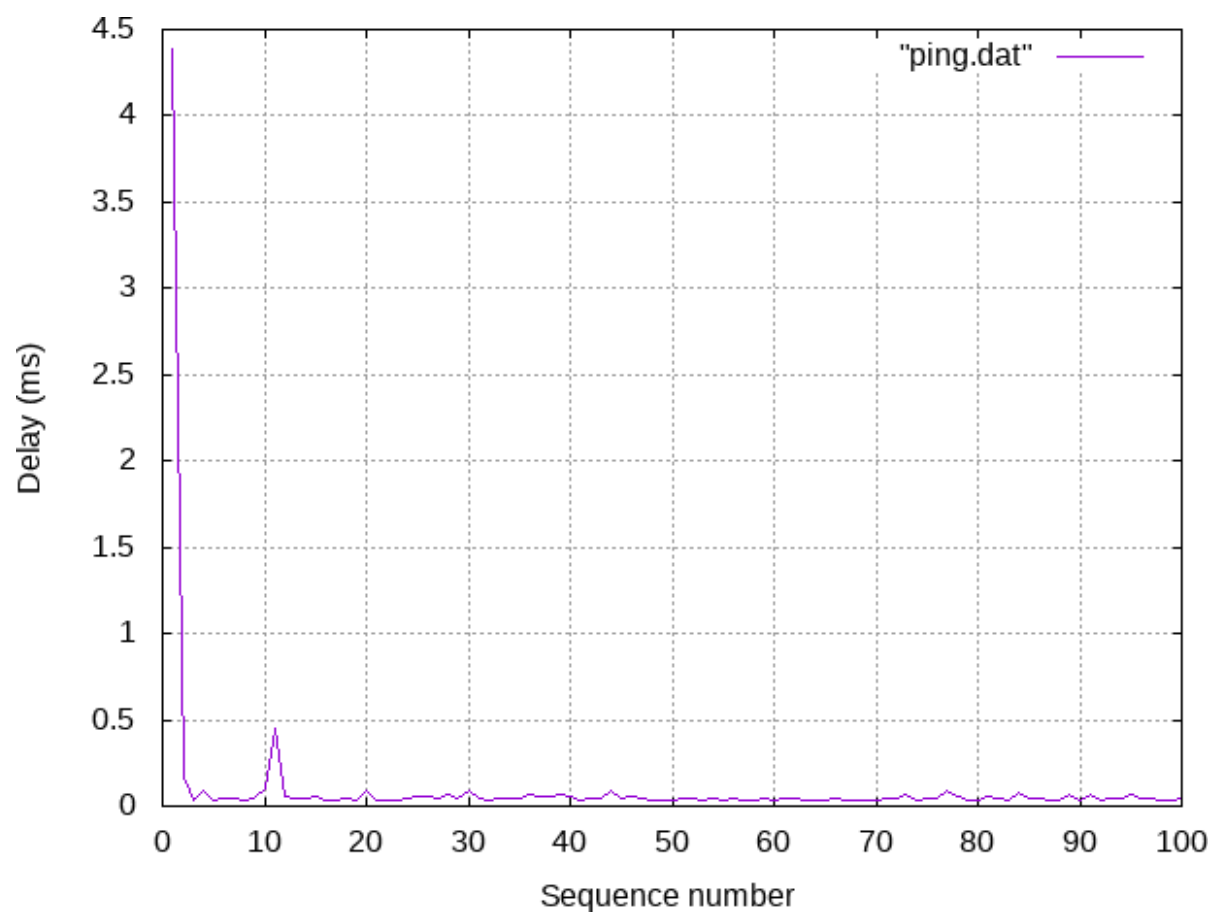


Рис. 2.15: График №2

3 Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы познакомились с принципами работы дисциплины очереди Token Bucket Filter, которая формирует входящий/исходящий трафик для ограничения пропускной способности, а также получили навыки моделирования и исследования поведения трафика посредством проведения интерактивного и воспроизводимого экспериментов в Mininet.

Список литературы