МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Мегафакультет трансляционных информационных технологий

Факультет информационных технологий и программирования

Практическая работа №3. Мониторинг сетевого трафика на хосте на примере работы с утилитами диагностики и мониторинга сетевых соединений в Linux

По дисциплине «Телекоммуникационные системы и технологии»

Выполнил:
студент группы №M3306
Тимофеев Вячеслав

Проверил:
Самигуллин [redacted]

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

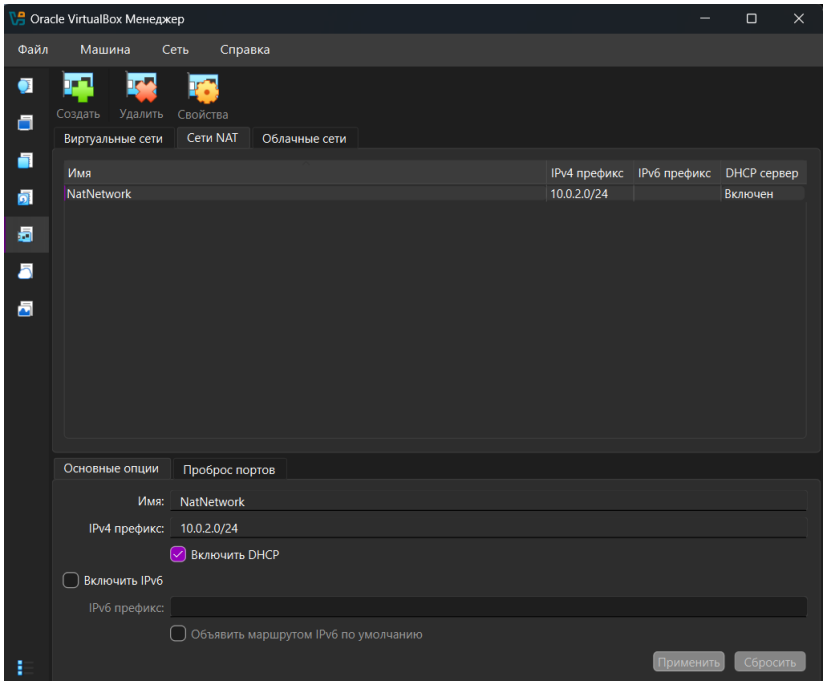
Санкт-Петербург
2025

Цель работы: получить практические навыки по работе с анализаторами сетевого трафика. На практике ознакомиться с различиями в принципах работы активного сетевого оборудования. Уяснить особенности взаимодействия сетевого и канального уровней на примере стека TCP/IP. Выяснить отличия форматов кадров Ethernet. Познакомиться с консольными утилитами диагностики и анализа сетевых соединений.

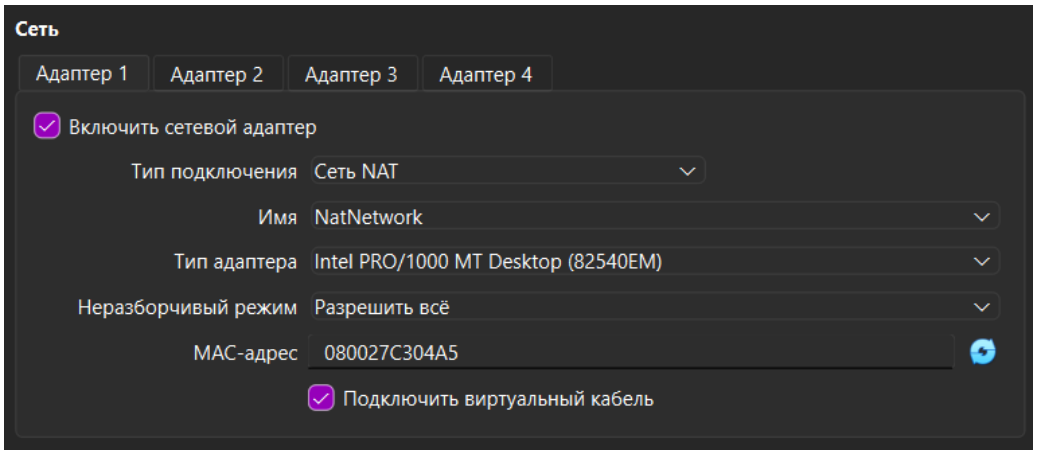
Артефакты выполнения:

Часть 1

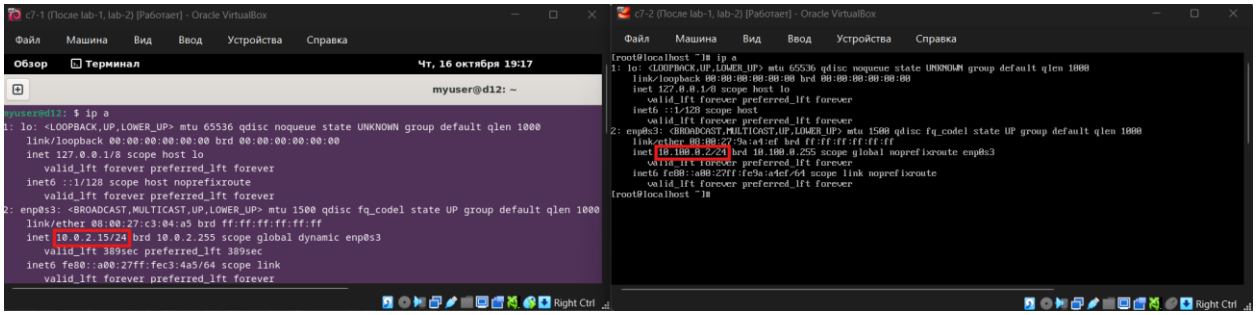
Создал сеть NAT на обеих машинах с включенным DHCP(ч.1-п.2):



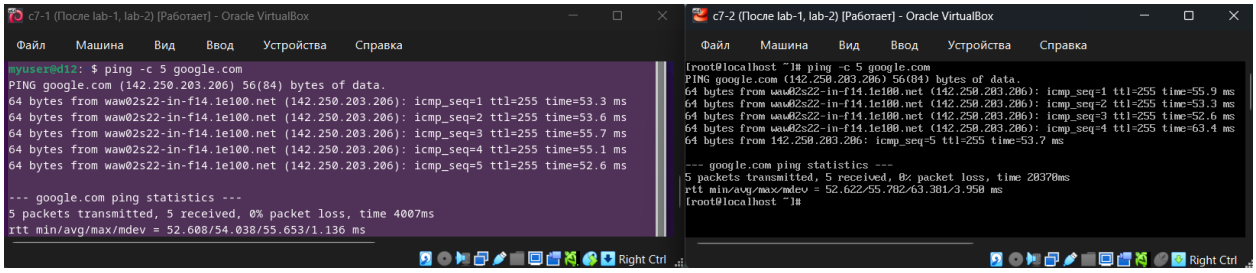
Настроил сеть каждой машины на тип подключения “Сеть NAT”, используя созданную выше сеть с флагом неразборчивого режима “Разрешить всё”



Полученные адреса (ч.1-п.3):



Проверяем доступность внешней сети [google.com] (ч.1-п.5):

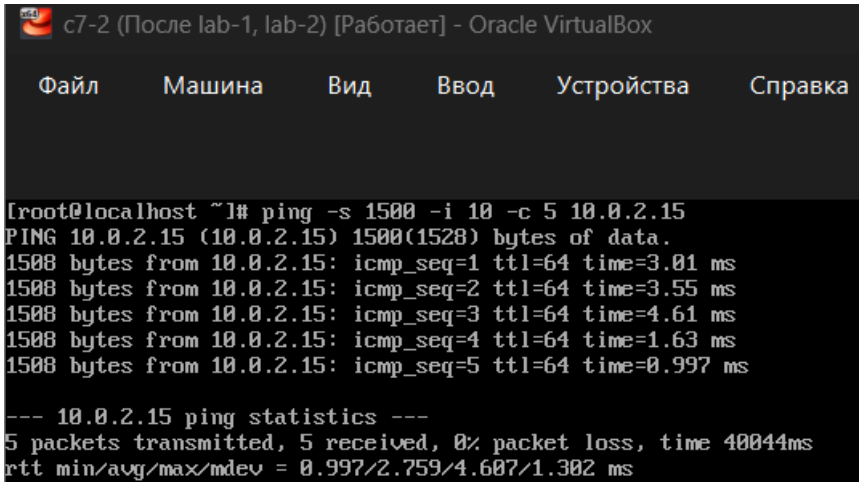


Проверяем наличие утилит на c7-1 (ч.1-п.6):

```
myuser@d12:~$ which bmon mtr traceroute vnstat nc
/usr/bin/bmon
/usr/bin/mtr
/usr/bin/traceroute
/usr/bin/vnstat
/usr/bin/nc
myuser@d12:~$ dpkg -l | grep nethogs
ii  nethogs                                      0.8.7-2
amd64        Net top tool grouping bandwidth per process
```

Часть 2

На c7-2 пингуем c7-1 с указанными параметрами (ч.2-п.2):



Определение ключа -f в утилите ping (ч.1-п.3):

Флаг -f включает режим заливки (flood mode), в котором пакеты посылаются максимально быстро, без пауз.

Используется:

- Для нагрузочного тестирования сети
- Для проверки производительности канала и его пропускной способности
- Только между локальными машинами

Опасно его включать, так как каждая итерация сразу же отправляет следующий ICMP-пакет, не ожидая ответа на предыдущий. В результате создается очень высокая нагрузка на сеть и целевой узел.

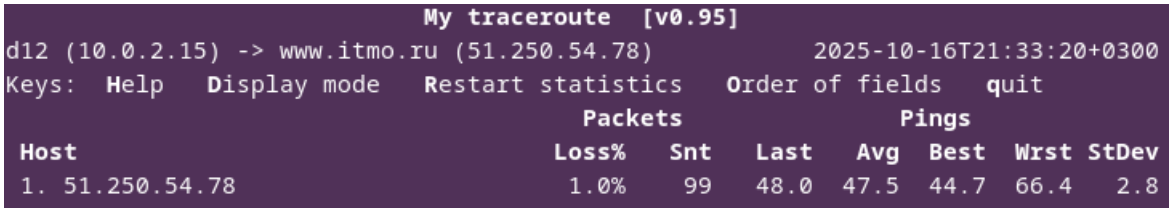
Если запускать ping -f X.X.X.X по сети с ограниченной пропускной способностью, есть вероятность:

- Забить канал служебными ICMP-пакетами
- Ухудшить качество связи для других пользователей
- Потери пакетов и увеличения задержек даже на близко расположенных устройствах

Утилита mtr (ч.1-п.4):

Mtr (My Traceroute) сочетает функции ping и tracerout. Она постоянно производит проверку маршрута до указанного хоста, обновляя статистику по каждому узлу

Сбор статистики соединения с www.itmo.ru (ч.1-п.5):



Флаг -t выводит статистику в текстовом виде (в терминал)

Поле	Значение
HOST	IP-адрес или имя узла маршрута
Loss%	процент потерянных пакетов
Snt	количество отправленных пакетов
Last	задержка последнего пакета (ms)
Avg	средняя задержк
Best	минимальная задержка
Wrst	максимальная задержка
StDev	стандартное отклонение времени отклика

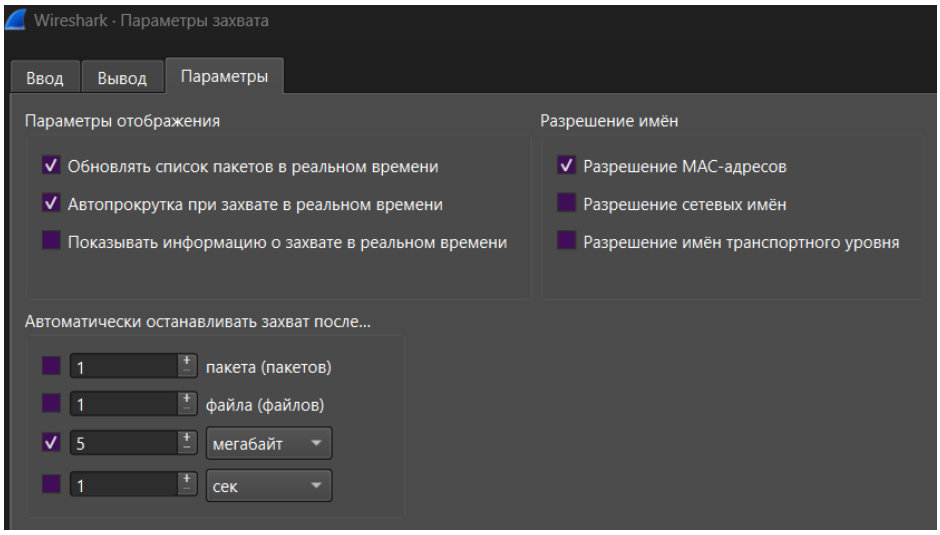
Эти параметры нужны для анализа качества соединения, чтобы отлавливать проблемы в сети

Сохраняем результат расширенной статистики работы mtr [40 пакетов] с www.itmo.ru (ч.2-п.6):

```
myuser@d12: $ mtr -r -w -c 40 www.itmo.ru > mtr_result.txt
myuser@d12: $ cat mtr_result.txt
Start: 2025-10-16T21:45:41+0300
HOST: d12          Loss%   Snt   Last   Avg  Best  Wrst StDev
  1.|-- 51.250.54.78  0.0%    40   51.4  48.4  45.0  59.7   3.2
```

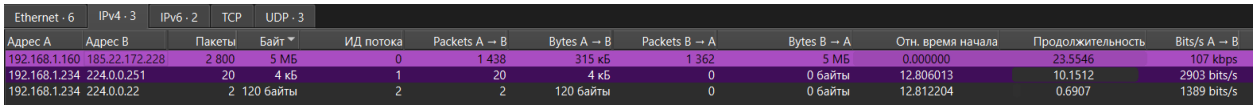
Часть 3

Настройка перехвата трафика на реальном интерфейсе (ч.3-п.1):



Сохраняем файл захвата (.pca*)

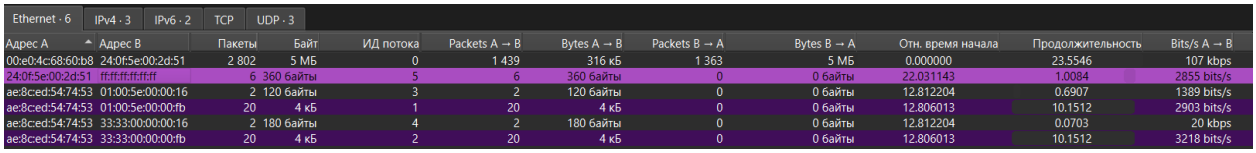
Ч.3-п.2(a):



Ethernet · 6 | IPv4 · 3 | IPv6 · 2 | TCP | UDP · 3

Адрес A	Адрес B	Пакеты	Байт	ИД потока	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Отн. время начала	Продолжительность	Bits/s A → B
192.168.1.160	185.22.172.228	2 800	5 МБ	0	1 438	315 кБ	1 362	5 МБ	0.000000	23.5546	107 kbps
192.168.1.234	224.0.0.251	20	4 кБ	1	20	4 кБ	0	0 байты	12.806013	10.1512	2903 bits/s
192.168.1.234	224.0.0.22	2	120 байты	2	2	120 байты	0	0 байты	12.812204	0.6907	1389 bits/s

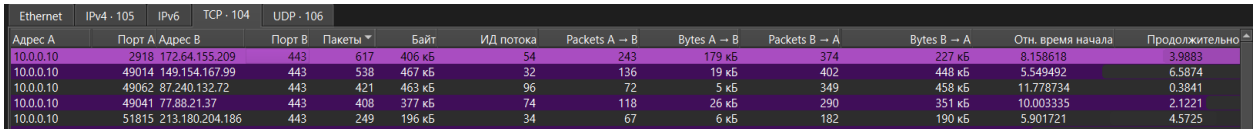
Находим broadcast адрес (ff:ff:ff:ff:ff:ff) и в “Адрес A” видим узел, рассылающий широковещательный кадр (ч.3-п.2(b)):



Ethernet · 6 | IPv4 · 3 | IPv6 · 2 | TCP | UDP · 3

Адрес A	Адрес B	Пакеты	Байт	ИД потока	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Отн. время начала	Продолжительность	Bits/s A → B
00:e0:4c:68:60:b8	24:0f:5e:00:2d:51	2 802	5 МБ	0	1 439	316 кБ	1 363	5 МБ	0.000000	23.5546	107 kbps
24:0f:5e:00:2d:51	ff:ff:ff:ff:ff:ff	6	360 байты	5	6	360 байты	0	0 байты	22.031143	1.0084	2855 bits/s
ae:8ced:54:74:53	01:00:5e:00:00:16	2	120 байты	3	2	120 байты	0	0 байты	12.812204	0.6907	1389 bits/s
ae:8ced:54:74:53	01:00:5e:00:00:fb	20	4 кБ	1	20	4 кБ	0	0 байты	12.806013	10.1512	2903 bits/s
ae:8ced:54:74:53	33:33:00:00:00:16	2	180 байты	4	2	180 байты	0	0 байты	12.812204	0.0703	20 kbps
ae:8ced:54:74:53	33:33:00:00:00:fb	20	4 кБ	2	20	4 кБ	0	0 байты	12.806013	10.1512	3218 bits/s

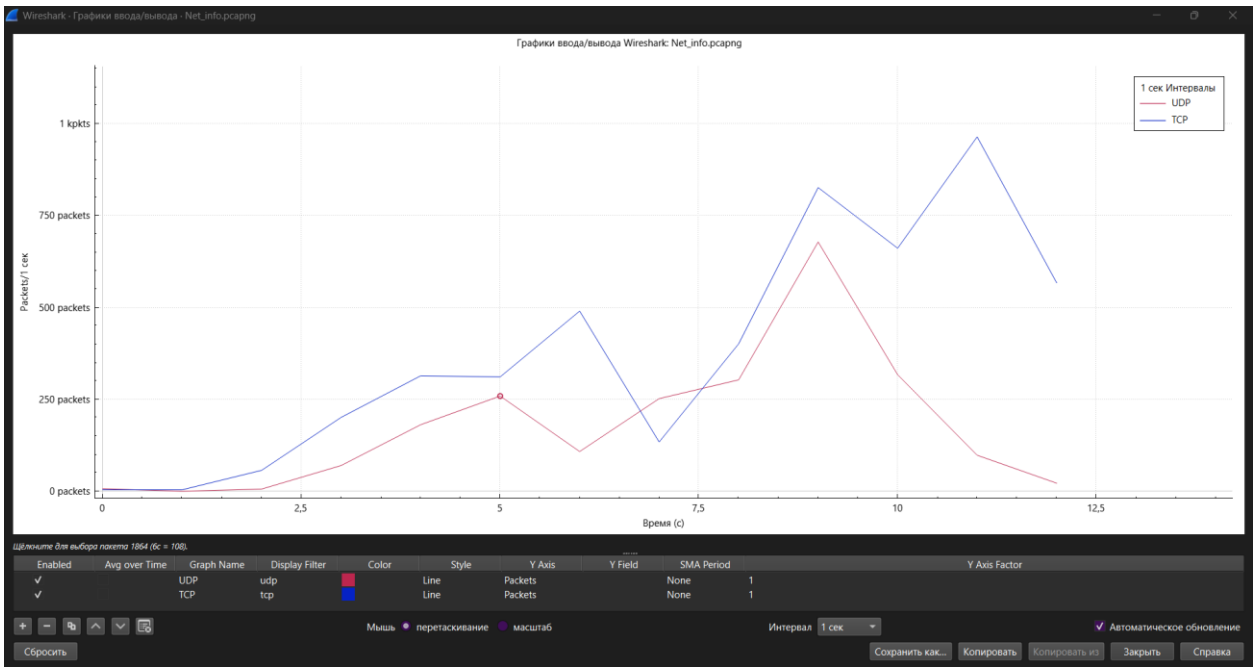
Находим самый активный TCP-порт (ч.3-п.2(c)):



Ethernet | IPv4 · 105 | IPv6 | TCP · 104 | UDP · 106

Адрес A	Порт A	Адрес B	Порт B	Пакеты	Байт	ИД потока	Packets A → B	Bytes A → B	Packets B → A	Bytes B → A	Отн. время начала	Продолжительно
10.0.0.10	2918	172.64.155.209	443	617	406 кБ	54	243	179 кБ	374	227 кБ	8.158618	3.9883
10.0.0.10	49014	149.154.167.99	443	538	467 кБ	32	136	19 кБ	402	448 кБ	5.549492	6.5874
10.0.0.10	49062	87.240.132.72	443	421	463 кБ	96	72	5 кБ	349	458 кБ	11.778734	0.3841
10.0.0.10	49041	77.88.21.37	443	408	377 кБ	74	118	26 кБ	290	351 кБ	10.003335	2.1221
10.0.0.10	51815	213.180.204.186	443	249	196 кБ	34	67	6 кБ	182	190 кБ	5.901721	4.5725

График интенсивности TCP и UDP трафика (ч.3-п.2(d)):



Анализ:

- TCP доминирует (больше трафика чем UDP)
- Пиковая нагрузка около 950 пакетов/сек на 11с (TCP)
- Короткая сессия – весь трафик (5 МБ) уложился в ≈12с

Итог: большая часть трафика шла из браузера (открытие разных вкладок)

Диаграмма связей пакетов с HTTPS [фильтр tcp.port == 443] (ч.3-п.2(е)):

Анализ:

- Трафик идет по HTTPS (TCP/443) [зашифрованные соединения]

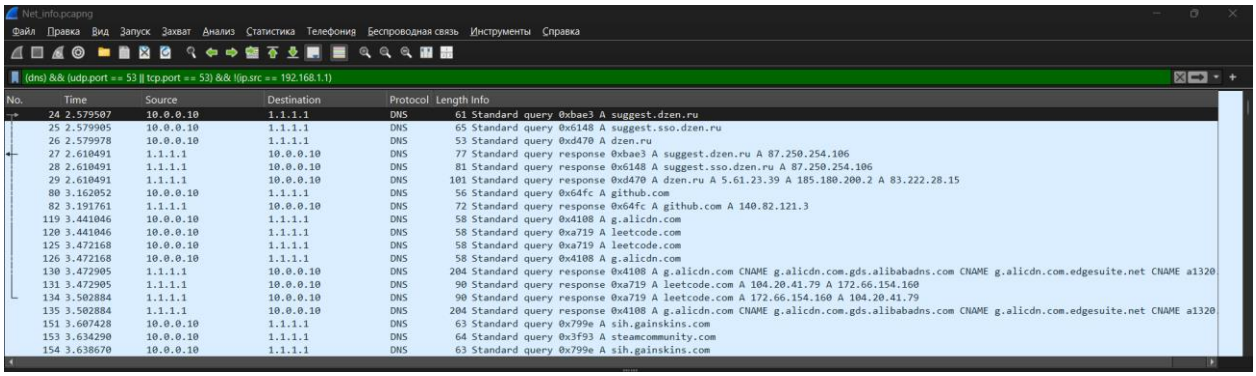
- Есть несколько параллельных TCP-сессий (с разными исходными портами 9415, 49000…)
- Есть SYN/SYN-ACK/ACK [установление соединений проходит успешно]
- Много PSH, ACK с длиной данных [активная передача контента от серверов]
- Нет потерь и ретрансляций [соединения стабильные]
- Максимальное количество пакетов в одной TCP-сессии: 1302 байта
- Клиент – 10.0.0.10, сервера – внешние IP (52.108.50.37, 77.88.44.55…)

Фильтр (ч3.п.3(a)):

(dns) && (udp.port == 53 || tcp.port == 53) && !(ip.src == <ip DNS_сервера>)

<ip_DNS_сервера> берем из сетевых интерфейсах и их настройках (ip*)

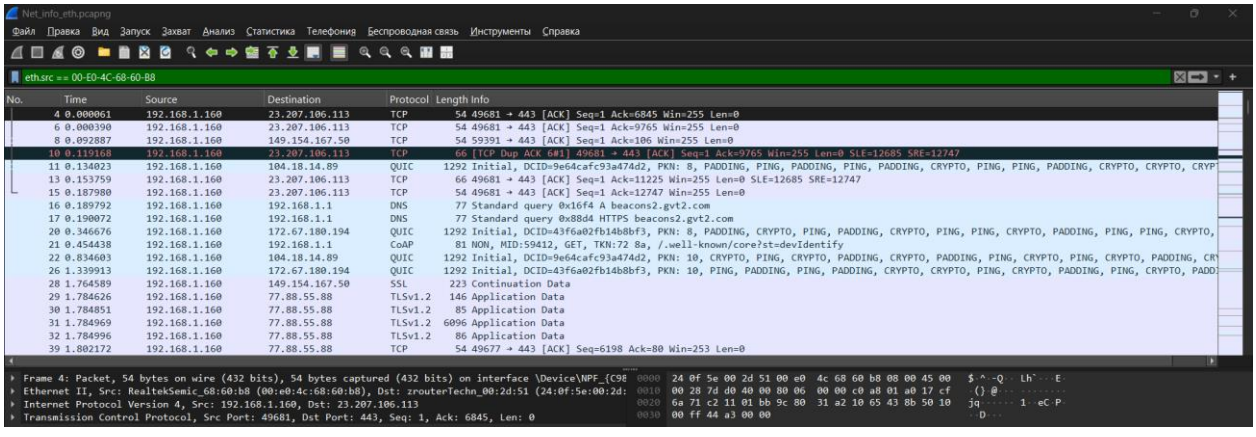
53 – порт DNS



Фильтр (ч3.п.3(b)):

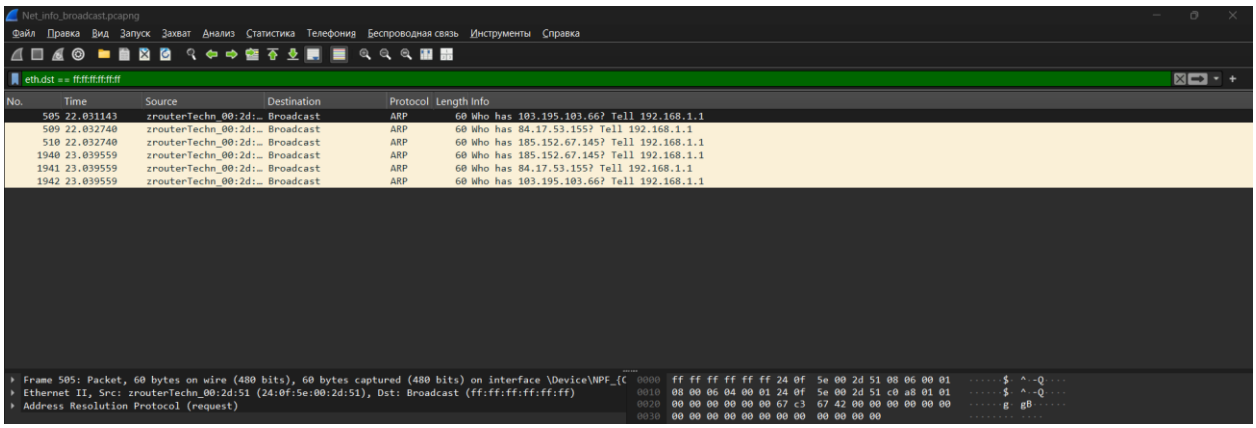
eth.src == <MAC_адрес_машины>

<MAC_адрес_машины> берем из сетевых интерфейсах и их настройках (ip*)



Фильтр (ч3.п.3(c)):

eth.dst == ff:ff:ff:ff:ff:ff



Видим, что только протокол ARP использовал broadcast.

Какие могли быть в целом:

Протокол	Назначение
ARP	Определение MAC по IP-адресу
DHCP	Получение IP при загрузке
NBNS	Поиск имён узлов в локальной сети

Итог (ч.3-п.4):

Внутри сети пакеты отправлялись не только через broadcast, значит использовались протоколы Ip/ethernet. Можно сказать, что использовался маршрутизатор (в случае с Wi-Fi – роутер).

Часть 4

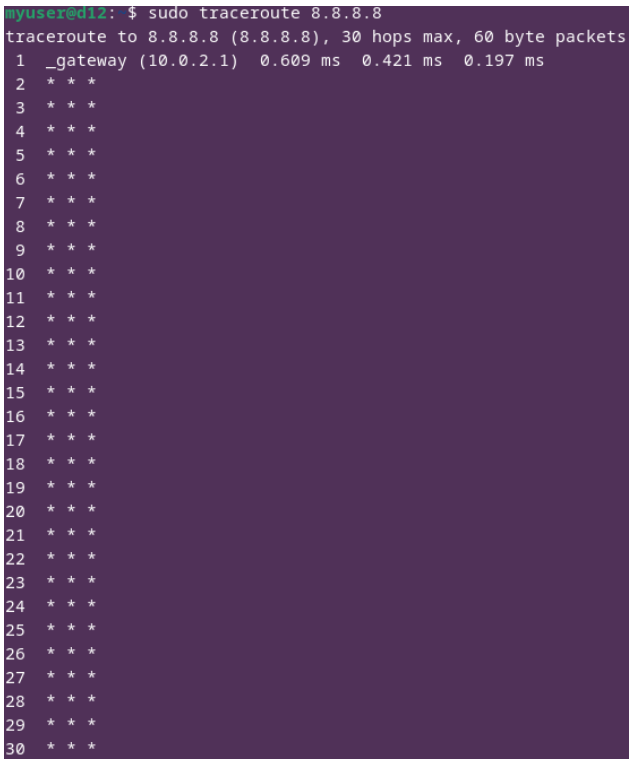
По умолчанию traceroute использует UDP

Флаг -I для ICMP (ч.4-п.2(a)):

```
myuser@d12:~$ sudo traceroute -I 8.8.8.8
traceroute to 8.8.8.8 (8.8.8.8), 30 hops max, 60 byte packets
 1  dns.google (8.8.8.8)  32.622 ms  32.366 ms  32.168 ms
```

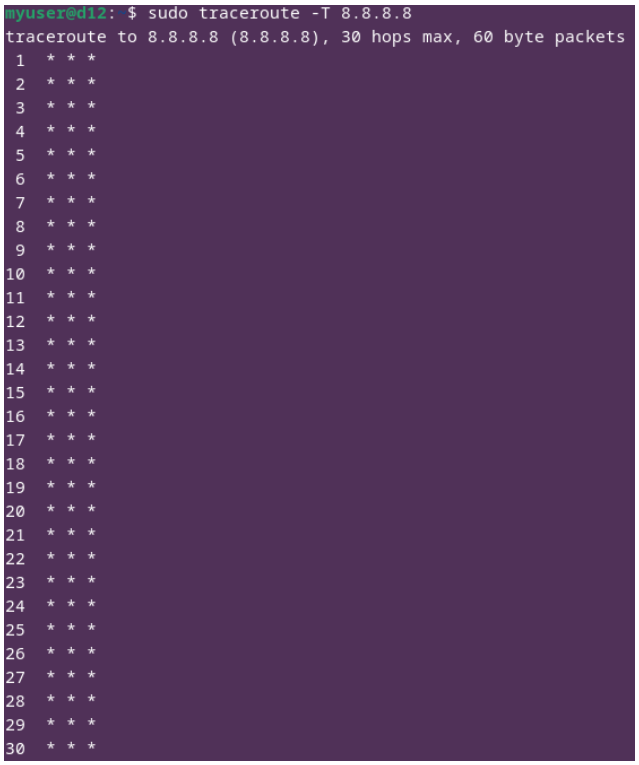
⇨ Отправляет ICMP Echo Request пакеты, как ping, но с разным TTL.

UDP (ч.4-п.2(b)):



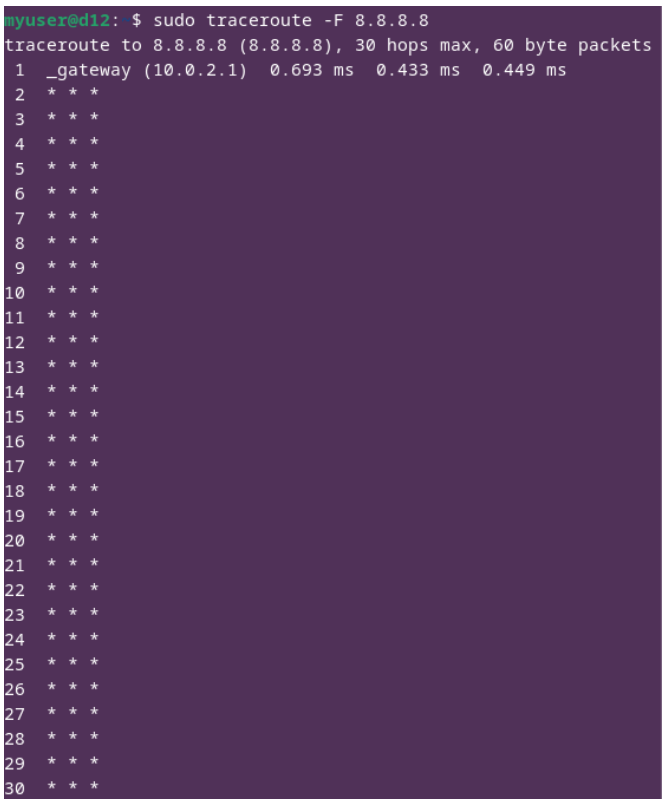
- Отправляются UDP-пакеты на дефолтные порты (в Linux: 33434-33534), постепенно увеличивая TTL.

Флаг -T для TCP (ч.4-п.2(c)):



- Отправляются TCP SYN-пакеты. Удобно, если ICMP или UDP фильтруются фаерволом.

Флаг -F для проверки, используется ли фрагментация IPv4 (ч.4-п.2(d)):

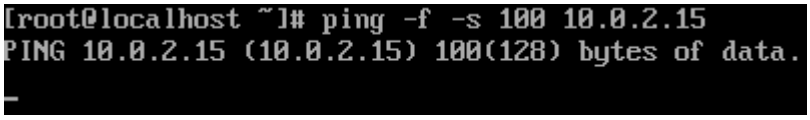


- Если по пути встретится узел, где пакет нужно фрагментировать, но стоит DF-флаг (Don’t Fragment [-F]), - узел вернёт ICMP сообщение "Fragmentation needed". С его помощью можем определить, где возникает необходимость фрагментации.

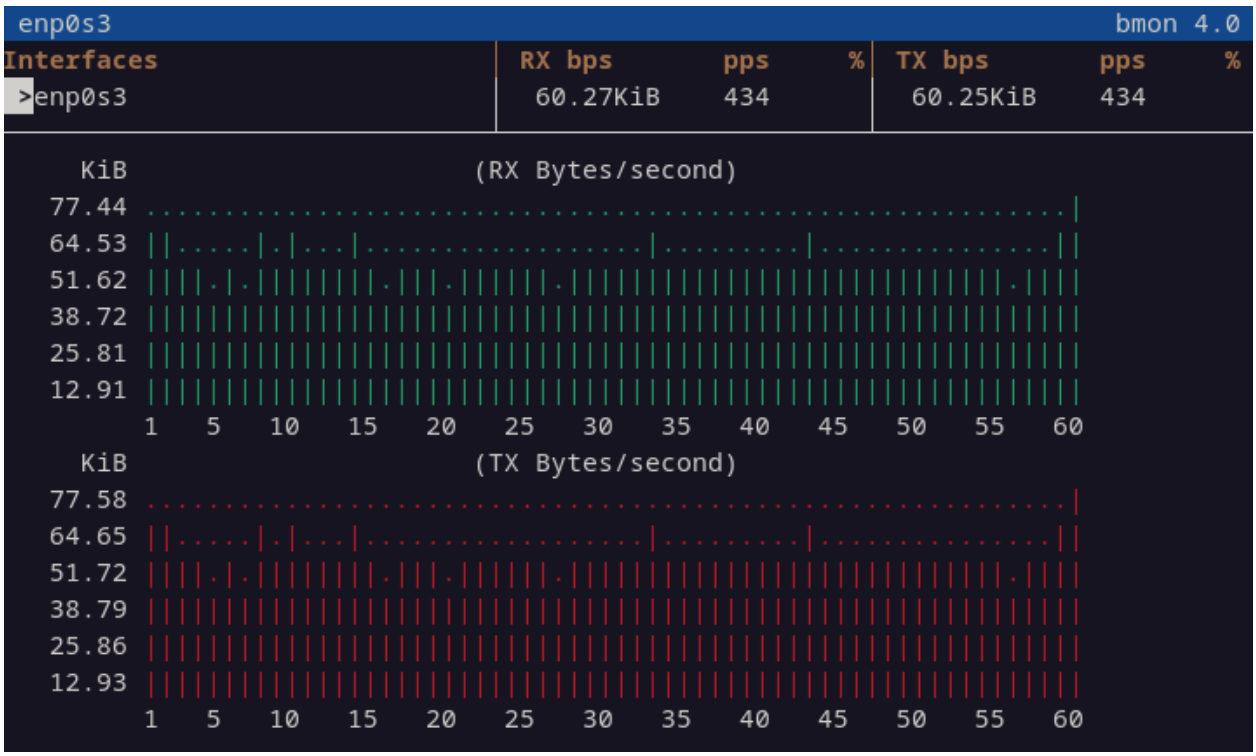
Часть 5

На c7-1 узнаем IP из сетевых интерфейсов и их настройках (ip a) и вписываем в ping на c7-2:

Пример на 100 байт:



- -s: размер пакета в байтах
- -f: flood режим

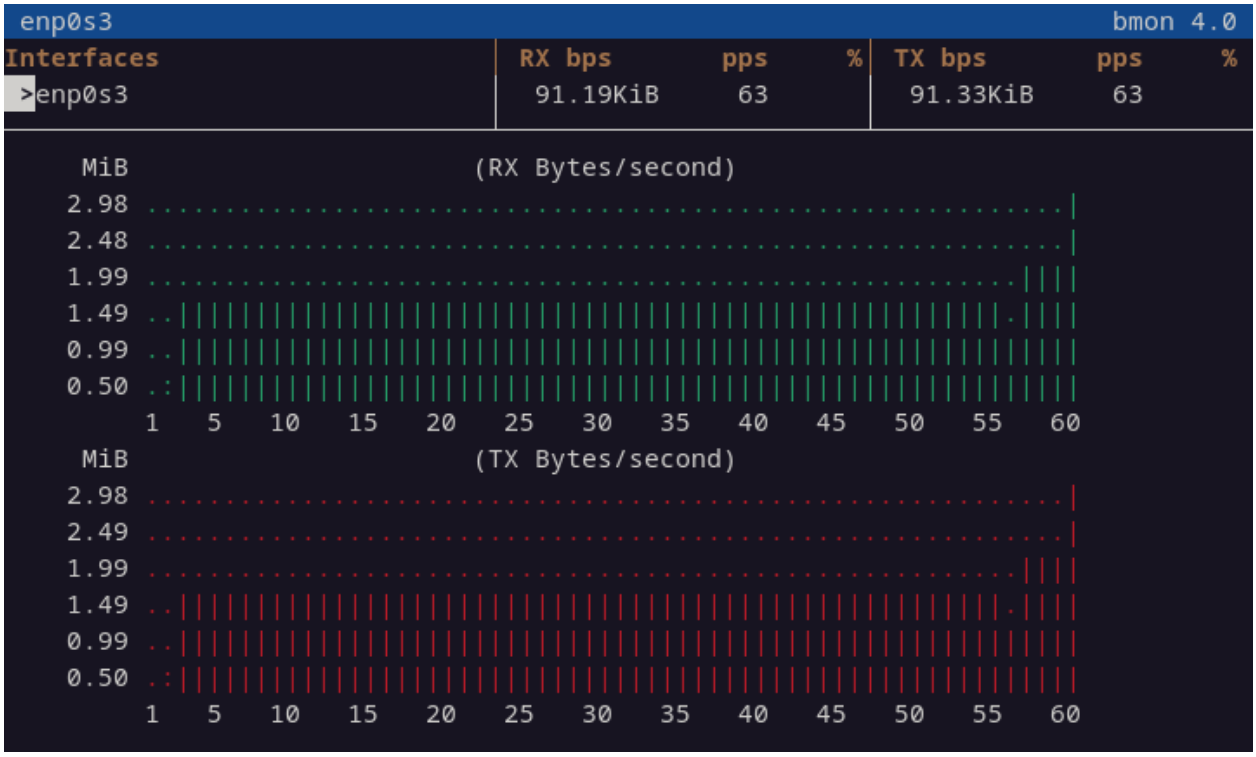



```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
98197 packets transmitted, 98197 received, 0% packet loss, time 256904ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.181/1.385/20.421/0.688 ms, pipe 4, ipg/ewma 2.616/1.134 ms
```

10100 байт:

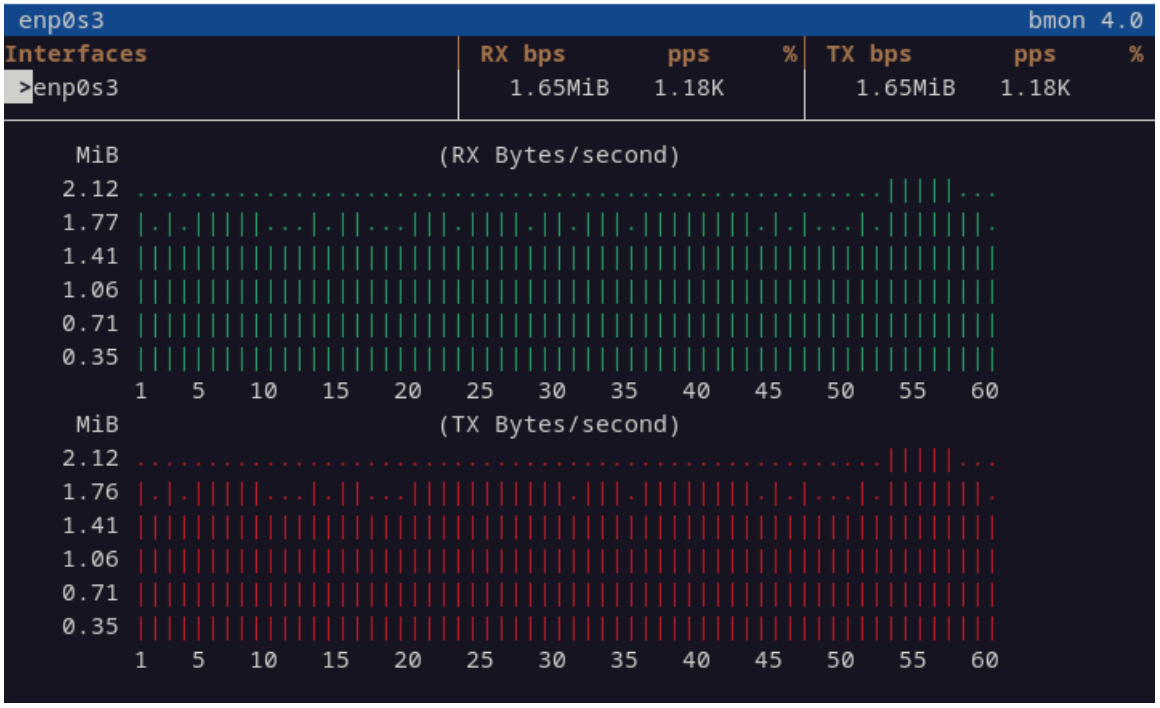

```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
10132 packets transmitted, 10113 received, 0.187525% packet loss, time 70810ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.943/5.577/29.572/2.057 ms, pipe 17, ipg/ewma 6.989/4.268 ms
```

20100 байт:




```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
4944 packets transmitted, 3913 received, 20.8536% packet loss, time 60610ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.244/9.808/29.661/3.463 ms, pipe 34, ipg/ewma 12.261/8.692 ms
```

30100 байт:




```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
3846 packets transmitted, 202 received, 94.7478% packet loss, time 69122ms
rtt min/avg/max/mdev = 7.439/14.682/34.215/4.045 ms, pipe 573, ipg/ewma 17.977/13.226 ms
```

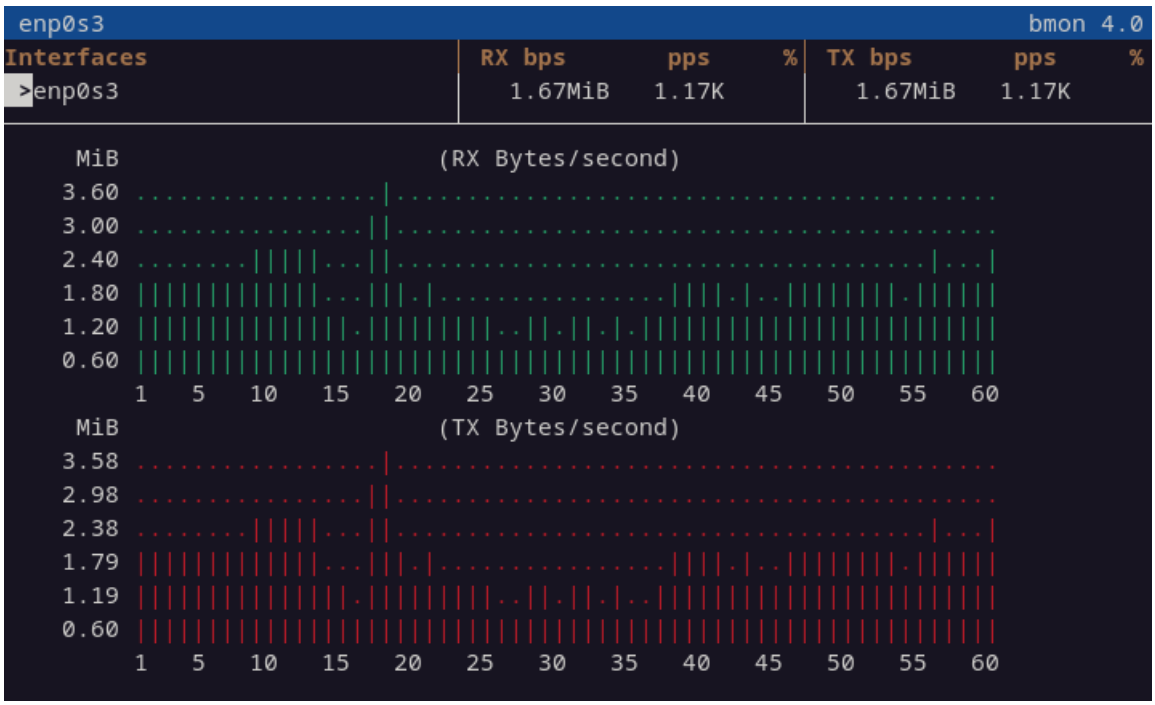
40100 байт:


```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
4290 packets transmitted, 42 received, 99.021% packet loss, time 100075ms
rtt min/avg/max/mdev = 8.481/740.934/30628.398/4667.638 ms, pipe 1740, ipg/ewma 23.332/139.402 ms
```

50100 байт:


```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
2353 packets transmitted, 3 received, 99.8725% packet loss, time 67309ms
rtt min/avg/max/mdev = 17.051/22456.782/67334.377/31733.251 ms, pipe 2353, ipg/ewma 28.617/51557.083 ms
```

60100 байт:




```
--- 10.0.2.15 ping statistics ---
1885 packets transmitted, 3 received, 99.8409% packet loss, time 67571ms
rtt min/avg/max/mdev = 22.904/22548.516/67599.085/31855.562 ms, pipe 1885, ipg/ewma 35.865/51760.999 ms
```

Градация максимальной нагрузки при увеличении размера пакетов:

- минимальная 77 KiB (100 байт размер пакетов)

- максимальная 3.6 MiB (60100 байт размер пакетов)

Размер заголовков ≈50 байт (Ethernet + IP + ICMP) => при минимальном размере пакетов эффективность ≈50%, при максимальном ≈99.9% (60100/(60100+50) * 100%)

Размер MTU (Maximum Transmission Unit) в нашем интерфейсе на машине c7-1 равен 1500 байт:

```
myuser@d12:~$ ip link show | grep mtu
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state
UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
fq_codel state UP mode DEFAULT group default qlen 1000
```

Значит при переходе размера пакетов за (MTU – заголовки ≈ 1500 – 50) 1450 байт, начинается фрагментация. То есть до 1450 байт 1 ICMP запрос = 1 IP пакет (эффективно), после – 1 ICMP запрос = несколько IP фрагментов, каждый фрагмент имеет свои IP заголовки (≈ 20 байт) => накладные расходы.

Что мы и видим при переходе от размера пакетов 100 байт => 10100 байт (средняя нагрузка 55 KiB => 1.6 MiB)

Часть 6

Запускаем, включаем и проверяем статус демона vnstat (ч.6-п.1):

```
myuser@d12:~$ sudo systemctl enable vnstat
[sudo] пароль для myuser:
Synchronizing state of vnstat.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install enable vnstat
myuser@d12:~$ sudo systemctl start vnstat
myuser@d12:~$ sudo systemctl status vnstat
● vnstat.service - vnStat network traffic monitor
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/vnstat.service; en>
     Active: active (running) since Thu 2025-10-16 21:10:57>
       Docs: man:vnstatd(8)
             man:vnstat(1)
             man:vnstat.conf(5)
   Main PID: 2104 (vnstatd)
      Tasks: 1 (limit: 1086)
     Memory: 1.5M
        CPU: 1.263s
     CGroup: /system.slice/vnstat.service
             └─2104 /usr/sbin/vnstatd -n
```

Интерфейс enp0s3 автоматически встал на мониторинг (ч.6-п.2)

Проверим что интерфейс мониторится демоном:

```
myuser@d12:~$ vnstat --iflist
Available interfaces: enp0s3 (1000 Mbit)
myuser@d12:~$ vnstat -i enp0s3
Database updated: 2025-10-17 01:35:00

   enp0s3 since 2025-10-16

          rx:  718,84 MiB      tx:  718,84 MiB      total:  1,40 GiB

   monthly
                     rx      |     tx      |    total    |   avg. rate
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
       2025-10    718,84 MiB |  718,84 MiB |    1,40 GiB |  761,23 kbit/s
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     estimated     57,87 GiB |   57,87 GiB |  115,75 GiB |

   daily
                     rx      |     tx      |    total    |   avg. rate
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     yesterday     93,42 KiB |   82,29 KiB |  175,71 KiB |       16 bit/s
         today    718,75 MiB |  718,76 MiB |    1,40 GiB |    2,12 Mbit/s
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     estimated     10,64 GiB |   10,64 GiB |   21,28 GiB |
```

С хоста c7-2 отправили ping в режиме flood на 500 пакетов размером 1000 байт:

```
[root@localhost ~]# ping -f -c 500 -s 1000 10.0.2.15
PING 10.0.2.15 (10.0.2.15) 1000(1028) bytes of data.

--- 10.0.2.15 ping statistics ---
500 packets transmitted, 500 received, 0% packet loss, time 611ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.299/0.801/1.530/0.192 ms, ipg/ewma 1.223/0.703 ms
```

После отправки пакетов (ч.6-п.4):

```
myuser@d12:~$ vnstat -i enp0s3
Database updated: 2025-10-17 01:45:00

   enp0s3 since 2025-10-16

          rx:  718,84 MiB      tx:  718,84 MiB      total:  1,40 GiB

   monthly
                     rx      |     tx      |    total    |   avg. rate
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
       2025-10    718,84 MiB |  718,84 MiB |    1,40 GiB |  733,45 kbit/s
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     estimated     55,76 GiB |   55,76 GiB |  111,52 GiB |

   daily
                     rx      |     tx      |    total    |   avg. rate
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     yesterday     93,42 KiB |   82,29 KiB |  175,71 KiB |       16 bit/s
         today    718,75 MiB |  718,76 MiB |    1,40 GiB |    1,91 Mbit/s
     ------------------------+-------------+-------------+---------------
     estimated      9,63 GiB |    9,63 GiB |   19,25 GiB |
```

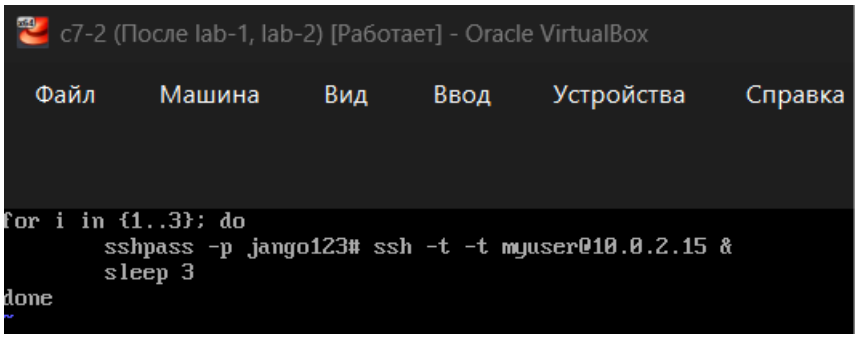
Мониторинг в реальном времени (флаг -l):

```
myuser@d12:~$ vnstat -i enp0s3 -l
Monitoring enp0s3...    (press CTRL-C to stop)

   rx:         0 bit/s     0 p/s          tx:         0 bit/s     0 p/scl^C


 enp0s3  /  traffic statistics

                           rx         |       tx
--------------------------------------+------------------
  bytes                   508,91 KiB  |      508,91 KiB
--------------------------------------+------------------
          max            2,08 Mbit/s  |     2,08 Mbit/s
      average          297,78 kbit/s  |   297,78 kbit/s
          min               0 bit/s   |         0 bit/s
--------------------------------------+------------------
  packets                        502   |             502
--------------------------------------+------------------
          max               250 p/s   |         250 p/s
      average                35 p/s   |          35 p/s
          min                 0 p/s   |           0 p/s
--------------------------------------+------------------
  time                    14 seconds
```

Часть 7

Установил sshpass на c7-2 (`sudo yum install sshpass`)

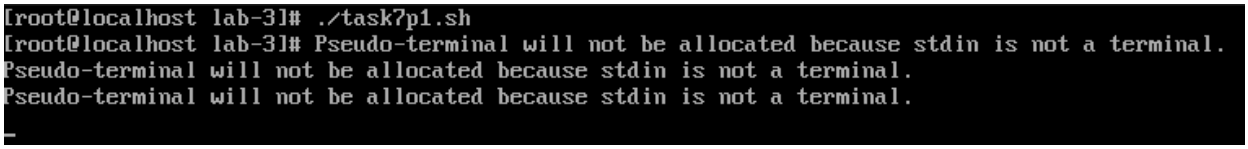
На машине c7-2 написал скрипт для запуска трех SSH в фоновом режиме



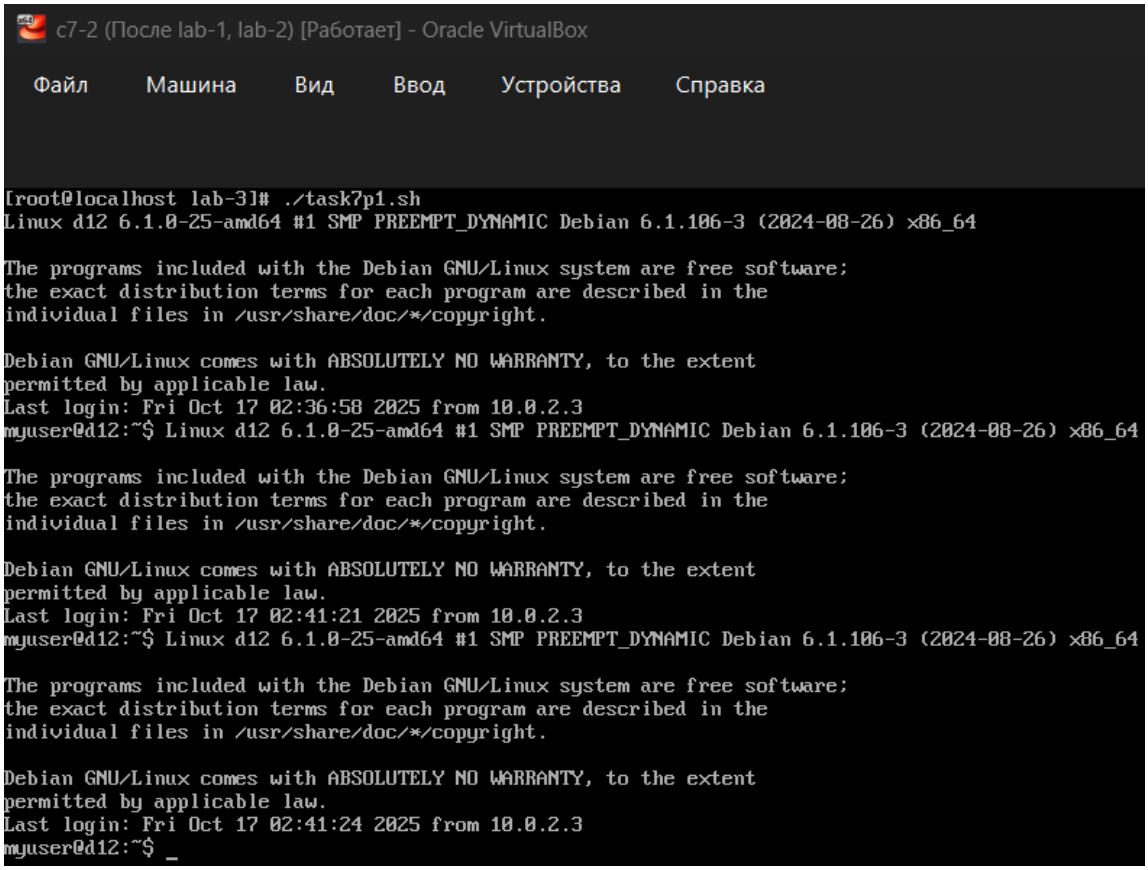
Делаем небольшой sleep чтобы не запускать практически одновременно несколько SSH (во избежание конфликтов)

Повторяющийся флаг `-t -t` нужен для принудительного выделения псевдо-терминала, иначе SSH запустился бы в "канальном" режиме (stdin/stdout/stderr):

Ошибочный запуск скрипта без `-t -t`



При правильном запуске видим успешные соединения:



Все активные прослушиваемые порты на c7-1 (ч.7-п.2):

```
myuser@d12:~$ sudo netstat -tulpn
[sudo] пароль для myuser:
Active Internet connections (only servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State       PID/Program name
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN      593/sshd: /usr/sbin
tcp6       0      0 :::22                   :::*                    LISTEN      593/sshd: /usr/sbin
udp        0      0 0.0.0.0:68              0.0.0.0:*                           424/dhclient
udp        0      0 0.0.0.0:5353            0.0.0.0:*                           378/avahi-daemon: r
udp        0      0 0.0.0.0:60694           0.0.0.0:*                           378/avahi-daemon: r
udp6       0      0 :::48641                :::*                                378/avahi-daemon: r
udp6       0      0 :::5353                 :::*                                378/avahi-daemon: r
myuser@d12:~$ sudo netstat -tulpn | grep :22
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN      593/sshd: /usr/sbin
tcp6       0      0 :::22                   :::*                    LISTEN      593/sshd: /usr/sbin
```

22 – порт SSH. Видим, что SSH слушает на всех IPv4/IPv6 интерфейсах

Один процесс sshd (PID 593) обслуживает оба протокола:

```
myuser@d12:~$ sudo netstat -tulpn | grep :22
tcp        0      0 0.0.0.0:22              0.0.0.0:*               LISTEN
     593/sshd: /usr/sbin
tcp6       0      0 :::22                   :::*                    LISTEN
     593/sshd: /usr/sbin
```

Все установленные соединения (ч.7-п.3):

```
myuser@d12: $ sudo ss -tnp
State       Recv-Q       Send-Q            Local Address:Port             Peer Address:Port       Process

ESTAB       0            0                     10.0.2.15:22                  10.0.2.3:50732       users:(("sshd",pid=4088,fd=4),("sshd",pid=4076,fd=4))

ESTAB       0            0                     10.0.2.15:22                  10.0.2.3:43960       users:(("sshd",pid=4051,fd=4),("sshd",pid=4039,fd=4))

ESTAB       0            0                     10.0.2.15:22                  10.0.2.3:50722       users:(("sshd",pid=4070,fd=4),("sshd",pid=4058,fd=4))

myuser@d12: $ netstat -tn
Active Internet connections (w/o servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State
tcp        0      0 10.0.2.15:22            10.0.2.3:50732          ESTABLISHED
tcp        0      0 10.0.2.15:22            10.0.2.3:43960          ESTABLISHED
tcp        0      0 10.0.2.15:22            10.0.2.3:50722          ESTABLISHED
```

Скрипт для счетчика установленных подключений на c7-1 (ч.7-п.4):

```
 GNU nano 7.2                        task7p4.sh
#!/bin/bash

PORT=${1:-22}
ss -tn src :$PORT | awk '{print $5}' | cut -d: -f1 | sort | uniq -c | sort -nr
```

```
myuser@d12:~/lab-3$ ./task7p4.sh
      3 10.0.2.3
      1 Address
```

Видим: с IP-адреса 10.0.2.3 (то есть c7-2) установлено 3 подключения (3 10.0.2.3) с одного уникального IP-адреса (1 Address), подключенного к порту 22 (SSH порт)

На c7-1 найдем и завершим SSH сессии (ч.7-п.5):

```
myuser@d12:~/lab-3$ sudo ss -tnp
State      Recv-Q      Send-Q            Local Address:Port            Peer Address:Port      Process
ESTAB      0           0                     10.0.2.15:22                 10.0.2.3:50732      users:(("sshd",pid=4088,fd=4),("sshd",pid=4076,fd=4))
ESTAB      0           0                     10.0.2.15:22                 10.0.2.3:43960      users:(("sshd",pid=4051,fd=4),("sshd",pid=4039,fd=4))
ESTAB      0           0                     10.0.2.15:22                 10.0.2.3:50722      users:(("sshd",pid=4070,fd=4),("sshd",pid=4058,fd=4))
myuser@d12:~/lab-3$ sudo kill 4076 4039 4058
myuser@d12:~/lab-3$ sudo ss -tnp
State           Recv-Q           Send-Q                     Local Address:Port                      Peer Address:Port           Process
myuser@d12:~/lab-3$
```

На c7-2 видим завершение подключений с удаленного хоста:

```
myuser@d12:~$ [root@localhost lab-3]# Connection to 10.0.2.15 closed by remote host.
Connection to 10.0.2.15 closed.
Connection to 10.0.2.15 closed by remote host.
Connection to 10.0.2.15 closed.
Connection to 10.0.2.15 closed by remote host.
Connection to 10.0.2.15 closed.
```

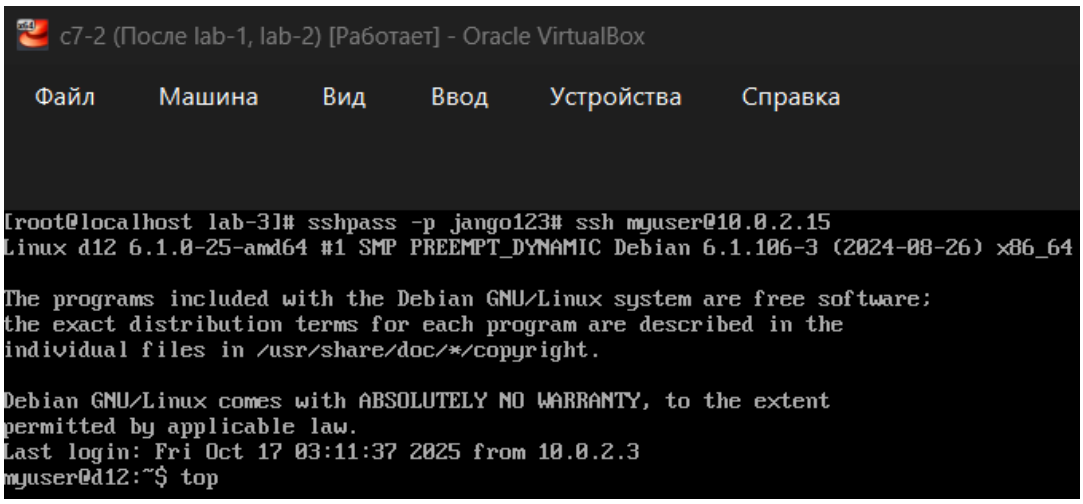
Ключи утилиты nethogs (ч.7-п.6):

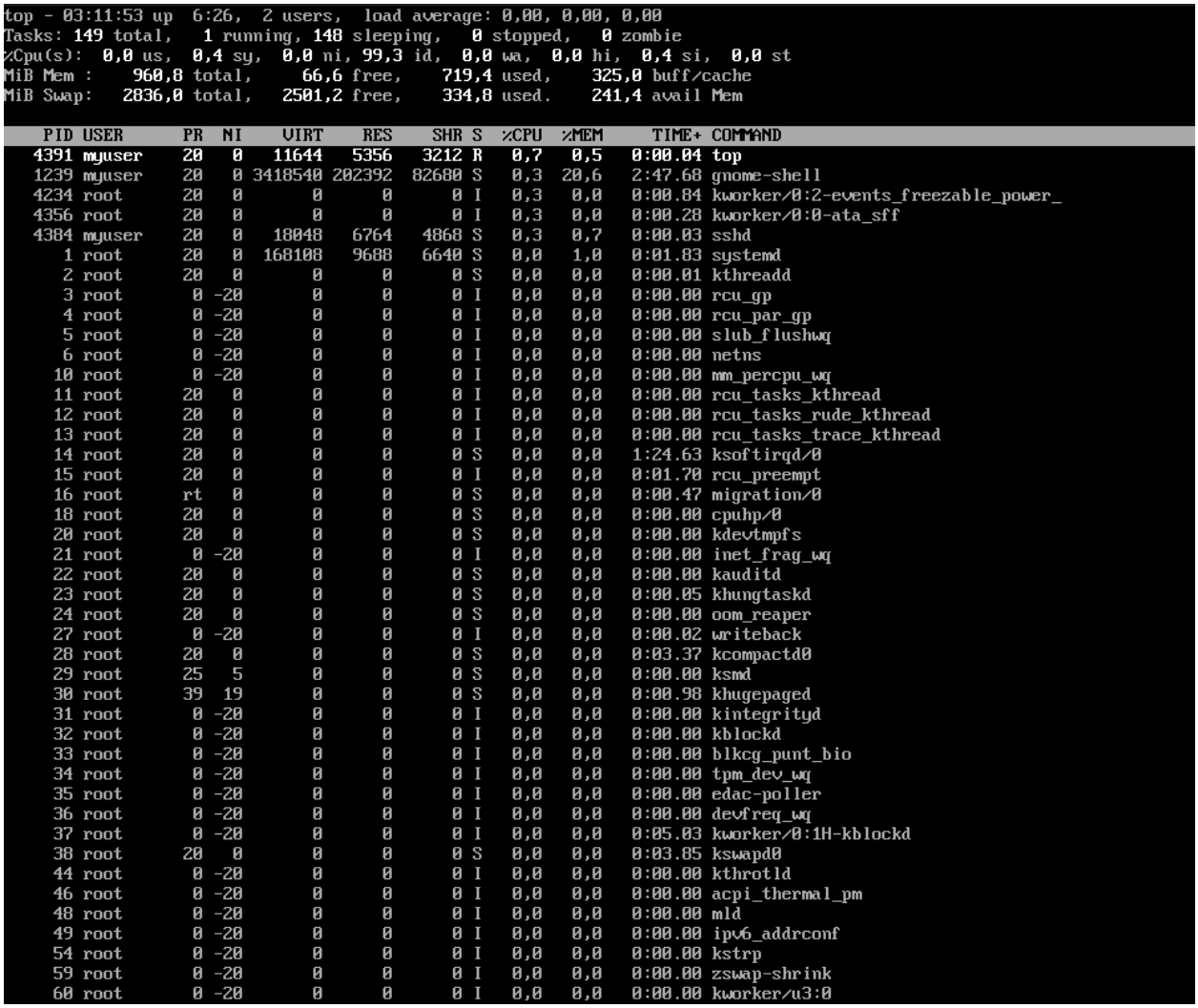
```
myuser@d12: $ sudo nethogs -h
usage: nethogs [-V] [-h] [-x] [-d seconds] [-v mode] [-c count] [-t] [-p] [-s] [-a] [-l] [-f filter] [-C] [-b] [-P pid] [device [device [device ...]]]
                -V : prints version.
                -h : prints this help.
                -x : bughunt mode - implies tracemode.
                -d : delay for update refresh rate in seconds. default is 1.
                -v : view mode (0 = KB/s, 1 = total KB, 2 = total B, 3 = total MB, 4 = MB/s, 5 = GB/s). default is 0.
                -c : number of updates. default is 0 (unlimited).
                -t : tracemode.
                -p : sniff in promiscious mode (not recommended).
                -s : sort output by sent column.
                -l : display command line.
                -a : monitor all devices, even loopback/stopped ones.
                -C : capture TCP and UDP.
                -g : garbage collection period in number of refresh. default is 50.
                -b : Short program name. Displays only the program name.
                -f : EXPERIMENTAL: specify string pcap filter (like tcpdump). This may be removed or changed in a future version.
                device : device(s) to monitor. default is all interfaces up and running excluding loopback
                -P : Show only processes.

When nethogs is running, press:
 q: quit
 s: sort by SENT traffic
 r: sort by RECEIVED traffic
 l: display command line
 b: display the program basename instead of the fullpath
 m: switch between total (KB, B, MB) and throughput (KB/s, MB/s, GB/s) mode
```

Основные:

Команда	Описание
sudo nethogs enp0s3	Мониторинг конкретного интерфейса
sudo nethogs -d 5	Обновление каждые 5 секунд
sudo nethogs -t	Только TCP трафик
sudo nethogs -p sshd	Трафик конкретного процесса

Подключимся с хоста c7-2 по SSH к машине c7-1 и запустим утилиту top (ч.7-п.7):





На c7-1 запускаем nethogs (sudo nethogs):

Видим:

- PID процесса sshd = 4429
- Средняя скорость передачи данных по sshd:
  - Отправка ≈ 3.5 B/сек
  - Прием ≈ 0.175 KB/сек

Часть 8

Установил tcpdump (ч.8-п.1) и запустил его для сбора трафика с указанных портов:

```
myuser@d12:~$ sudo tcpdump -i any -n 'port 9999 or port 4444'
tcpdump: data link type LINUX_SLL2
tcpdump: verbose output suppressed, use -v[v]... for full protocol decode
listening on any, link-type LINUX_SLL2 (Linux cooked v2), snapshot length 262144 bytes
```

Где:

- -n: отключить преобразование адреса в имя
- -i any: любые интерфейсы

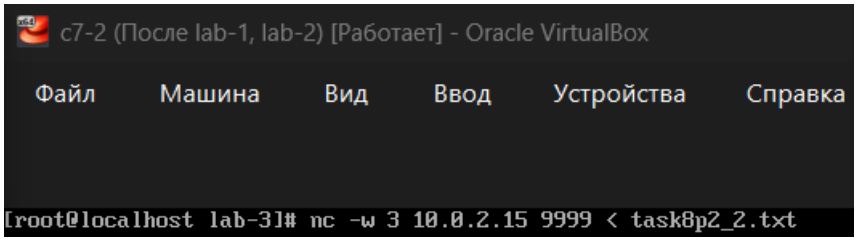
На c7-2 сделал текстовый файл и записал в него 20 слов:

```
[root@localhost lab-3]# echo "один два три четыре пять шесть семь восемь девять десять одиннадцать двенадцать тринадцать четырнадцать пятнадцать шестнадцать семнадцать восемнадцать девятнадцать двадцать" > task8p2_2.txt
```

Установил утилиту nc на c7-2

(ч.8-п.2):

Отправил файл со словами на порт 9999:



Флаг -w устанавливает таймаут: во избежание зависания

На c7-1 в терминале с tcpdump увидел подтверждение передачи:

```
myuser@d12: $ sudo tcpdump -i any -n 'port 9999 or port 4444'
tcpdump: data link type LINUX_SLL2
tcpdump: verbose output suppressed, use -v[v]... for full protocol decode
listening on any, link-type LINUX_SLL2 (Linux cooked v2), snapshot length 262144 bytes
03:57:42.795680 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.46558 > 10.0.2.15.9999: Flags [S], seq 3003329399, win 32120, options [mss 1460,sackOK,TS val 4032433343 ecr 0,nop,wsca
le 7], length 0
03:57:42.795713 enp0s3 Out IP 10.0.2.15.9999 > 10.0.2.3.46558: Flags [S.], seq 2105577628, ack 3003329400, win 65160, options [mss 1460,sackOK,TS val 39291488
17 ecr 4032433343,nop,wscale 7], length 0
03:57:42.796939 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.46558 > 10.0.2.15.9999: Flags [.], ack 1, win 251, options [nop,nop,TS val 4032433345 ecr 3929148817], length 0
03:57:42.796939 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.46558 > 10.0.2.15.9999: Flags [P.], seq 1:327, ack 1, win 251, options [nop,nop,TS val 4032433345 ecr 3929148817], leng
th 326
03:57:42.796974 enp0s3 Out IP 10.0.2.15.9999 > 10.0.2.3.46558: Flags [.], ack 327, win 507, options [nop,nop,TS val 3929148818 ecr 4032433345], length 0
03:57:42.797940 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.46558 > 10.0.2.15.9999: Flags [F.], seq 327, ack 1, win 251, options [nop,nop,TS val 4032433346 ecr 3929148818], length
 0
03:57:42.798006 enp0s3 Out IP 10.0.2.15.9999 > 10.0.2.3.46558: Flags [F.], seq 1, ack 328, win 507, options [nop,nop,TS val 3929148819 ecr 4032433346], length
 0
03:57:42.798825 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.46558 > 10.0.2.15.9999: Flags [.], ack 2, win 251, options [nop,nop,TS val 4032433346 ecr 3929148819], length 0
```

В другом терминале (где висел слушатель nc -l -p 9999 > task8p2.txt) получил данные, записал в файл и вывел содержимое:

```
myuser@d12:~/lab-3$ nc -l -p 9999 > task8p2.txt
myuser@d12:~/lab-3$ cat task8p2.txt
один два три четыре пять шесть семь восемь девять десять одиннадцать двенадцать
тринадцать четырнадцать пятнадцать шестнадцать семнадцать восемнадцать девятнадц
ать двадцать
```

Организовал текстовый чат между c7-1 и c7-2 на порту 4444 и завершил сессию (ч.8-п.3):

```
myuser@d12:~$ nc -u -l -p 4444
c7-2: Hi! How are you?
c7-1: Fine! And You?
c7-2: So am i!
^C
myuser@d12:~$
```

```
[root@localhost lab-3]# nc -u 10.0.2.15 4444
c7-2: Hi! How are you?
c7-1: Fine! And You?
c7-2: So am i!
^C
[root@localhost lab-3]#
```

В терминале с tcpdump видим:

```
17:13:22.295553 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.55200 > 10.0.2.15.4444: UDP, length 23
17:13:43.068432 enp0s3 Out IP 10.0.2.15.4444 > 10.0.2.3.55200: UDP, length 21
17:14:02.764837 enp0s3 In  IP 10.0.2.3.55200 > 10.0.2.15.4444: UDP, length 15
```

Итог tcpdump (ч.8-п.4):

```
11 packets captured
11 packets received by filter
0 packets dropped by kernel
```

TCP (после записи в файл по порту 9999)**:**

В первых трех строках происходит установление соединения (3-way-handshake):

1. [S] SYN - запрос на соединение (c7-2 => c7-1)
2. [S.] SYN-ACK - подтверждение + согласие (c7-1 => c7-2)

3. [.] ACK - окончательное подтверждение (c7-2 => c7-1)

Далее передача данных:

4. [P.] PSH+ACK - передача данных файла (326 байт: 327–1)
5. [.] ACK - подтверждение получения (c7-1 => c7-2)

Завершение соединения:

6. [F.] FIN+ACK - запрос на закрытие (c7-2 => c7-1)
7. [F.] FIN+ACK - подтверждение закрытия (c7-1 => c7-2)
8. [.] ACK - окончательное подтверждение (c7-2 => c7-1)

UDP (после общения по порту 4444)**:**

9. UDP, length 23 - "c7-2: Hi! How are you?" (c7-2 => c7-1)
10. UDP, length 21 - "c7-1: Fine! And You?" (c7-1 => c7-2)
11. UDP, length 15 - "c7-2: So am I!" (c7-2 => c7-1)

То есть:

- TCP – с установленным соединением, 3-way-handshake перед передачей данных; подтверждение (ACK) для каждого пакета
- UDP – без установления соединения; нет handshake – передача данных производится сразу; подтверждений для пакетов нет

(ч.8-п.5):

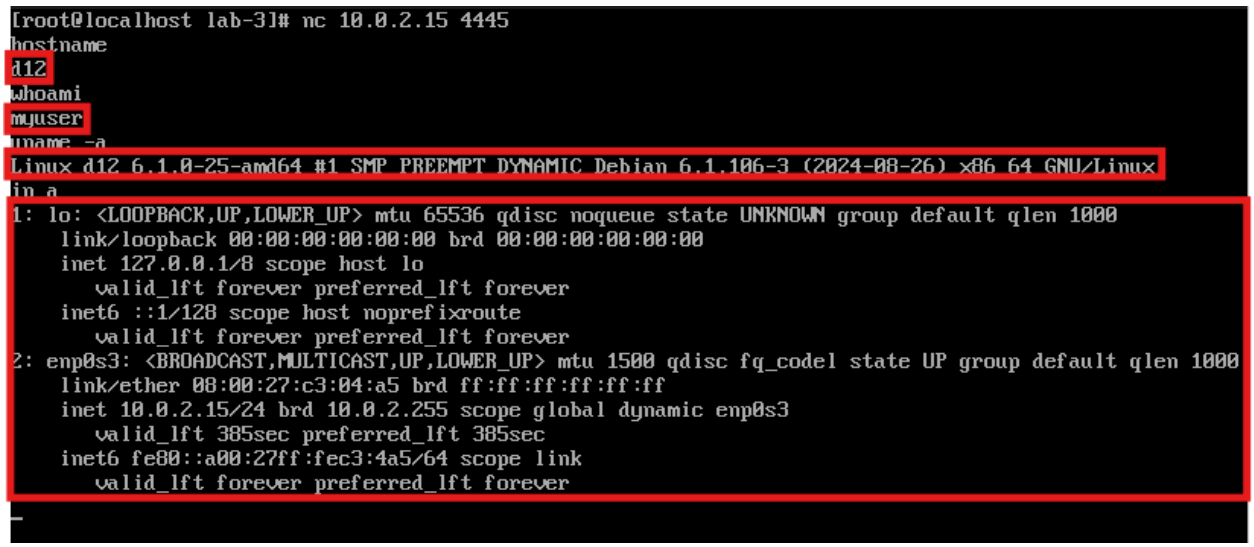
Подготовим слушателя (c7-1):

```
myuser@d12:~$ nc -l -p 4445 -e /bin/bash
```

и отправителя (c7-2):

```
[root@localhost lab-3]# nc 10.0.2.15 4445
```

То есть, установили подключение с атакующей машины (c7-2) на c7-1. Можем выяснить информацию о системе жертвы:



Вопросы и задания:

1. **По какому протоколу работает утилита mtr? Как это можно определить?**

   MTR по умолчанию использует ICMP Echo Request (как ping), но может работать через UDP с ключом -u.

   Определить можно, анализируя пакеты в Wireshark - ICMP имеет тип 8/0 (Echo Request/Reply), UDP использует порты 33434+.

2. **Опишите значения столбцов статистики, выводимой утилитой mtr. Какие еще статистики доступны в mtr кроме основных?**

   Основные столбцы:

- **Loss%** - процент потерь пакетов на каждом хопе
- **Snt** - количество отправленных проб
- **Last/Avg/Best/Wrst** - задержки RTT в мс
- **StDev** - стабильность соединения

  Дополнительные статистики:

- **--csv** - экспорт в CSV
- **--report** - итоговый отчет
- **--split** - раздельный отчет по пакетам

3. **Какие типы кадров Ethernet бывают, в чем их отличия?**

    - Unicast (01:XX:XX:XX:XX:XX) - точка-точка

- Multicast (01:00:5E:XX:XX:XX) - групповой
- Broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF) – широковещательный

Отличия: в первом байте MAC-адреса (младший бит = 0 - unicast, 1 - multicast/broadcast)

4. **Какой тип кадров Ethernet используется в анализируемой сети? Почему именно его применение позволяет сети функционировать?**

   Преимущественно Unicast, так как VirtualBox эмулирует коммутируемую сеть. Широковещательные кадры (ARP, DHCP) используются для служебных целей.

5. **Как можно определить тип используемого коммутационного оборудования, используя сетевую статистику? Сделайте предположения о типе коммутационного оборудования использовался в сети на основании собранного трафика.**

   Признаки коммутатора:

   - Виден только свой трафик + широковещания
   - Нет чужого unicast-трафика
   - ARP-таблица заполняется постепенно

   В нашем случае: определенно коммутатор, так как отсутствует чужой трафик.

6. **На какие адреса сетевого уровня осуществляются широковещательные рассылки?**

   - Ограниченный broadcast: 255.255.255.255
   - Направленный broadcast: 192.168.1.255 (для сети 192.168.1.0/24)
   - Multicast: 224.0.0.0 - 239.255.255.255

7. **На какой канальный адрес осуществляются широковещательные рассылки?**

   FF:FF:FF:FF:FF:FF - все биты установлены в 1, кадр доставляется всем узлам в сегменте сети.

8. **Для чего применяются перехваченные широковещательные рассылки в Части 3?**

   - ARP (Address Resolution Protocol) - сопоставление IP и MAC
   - DHCP (Dynamic Host Configuration) - автоматическая настройка сети
   - NetBIOS - разрешение имен в Windows-сетях

9. **В Части 4 при разном использовании утилиты traceroute вы получили разные данные. Почему?**

   Linux: UDP к портам 33434+, получает ICMP Time Exceeded
   Windows: ICMP Echo Request, получает ICMP Time Exceeded
   Разные протоколы → разная фильтрация firewall → разные результаты.

10. **Как изменяется загрузка интерфейса в Части 5. п. 3? Почему?**

    При росте размера пакета с 100Б до 60100Б нагрузка выросла с 77 KiB/s до 3.6 MiB. **Большие пакеты уменьшают overhead** (заголовки ~42Б становятся незначительными).

11. **Какие выводы вы сделали в Части 7, п.4?**

    Скрипт выявил 3 активных SSH-соединения с хоста 10.0.2.3, что подтверждает успешное установление множественных сессий. Netstat/ss эффективны для мониторинга сетевых подключений.

12. **На каком уровне модели OSI работает vnstat?**

    Прикладной уровень (7), но собирает статистику с **канального уровня (2)** через интерфейсы /proc/net/dev.

Понятийный минимум по работе

1. **Broadcast трафик, адреса, назначение**

   фундаментальный механизм для ARP, DHCP, обслуживания локальной сети. Адреса: MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP 255.255.255.255.

2. **Утилиты traceroute и mtr, смысл выводимых значений**

   Traceroute - использует TTL для построения цепочки маршрутизаторов.

   MTR - комбинация traceroute и ping, показывает динамические изменения.

3. **Утилиты lsof, netstat, ss. Получение информации о прослушиваемых портах, об активных соединениях.**

   lsof - показывает процессы с открытыми файлами (включая сокеты).
   netstat/ss - утилиты для анализа сетевых соединений, статистики.

4. **Понятие сокета**

   комбинация IP-адреса и порта, уникальный идентификатор сетевого соединения (например, 192.168.1.1:80).

5. **Инкапсуляция при передаче сообщений.**

   иерархическая упаковка данных: HTTP → TCP → IP → Ethernet. Каждый уровень добавляет свои заголовки.

6. **MAC адрес.**

   48-битный физический адрес сетевого устройства, назначается производителем (OUI + serial).

7. **Простые фильтры по адресам и портам в Wireshark и tcpdump**

   - ip.addr == 192.168.1.1
   - tcp.port == 80
   - udp && port 53
   - eth.addr == ff:ff:ff:ff:ff:ff