

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Кафедра прикладной математики и кибернетики

Сети ЭВМ и телекоммуникации

Практическое задание №2
«Адресация узлов в сетях. MAC-адрес. Сетевые адреса IPv4. Протокол ARP.
Статическая и динамическая конфигурация узлов»

Выполнил: Студент 2-го курса,
группы ИП-111
Гердележов Даниил Дмитриевич

Проверил преподаватель:
Крамаренко Константин Евгеньевич

Новосибирск
2023

Цель работы:

Подготовка тестовой инфраструктуры на базе системы виртуализации VirtualBox.

Выполнение работы:

1. Собрал конфигурацию сети, представленной на рисунке 1.

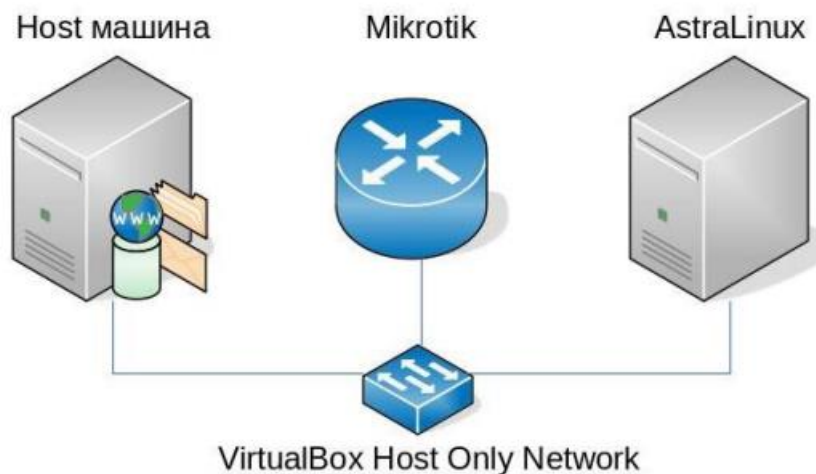


Рис. 1 - Конфигурация сети для первой части практического занятия.

2. Определил MAC адреса всех сетевых интерфейсов маршрутизатора Mikrotik, AstraLinux, хост-машины.

Таблица 1 – MAC адреса машин

Host-машина	Astra	mk-01
0A-00-27-00-00-08	08-00-27-83-E5-0E	08-00-29-9A-99-04

3. Вам выделено адресное пространство 10.N.0.0/16, где N – это Ваш порядковый номер в журнале в моем случае N=6. Спроектируйте выделенное Вам адресное пространство таким образом, чтобы разделить его на 4 равные по количеству адресов подсети (количество адресов в каждой подсети должно быть максимально возможным).
 - Для разделения этого адресного пространства на 4 подсети максимально возможного размера, необходимо выделить 2 бита в маске подсети для разделения на 4 подсети ($2^2=4$). Таким образом, маска подсети для данного адресного пространства будет иметь вид 255.255.0.0 или /16. Далее, необходимо выделить 2 бита в адресе сети для указания номера подсети. Адресное пространство может быть разделено на 4 подсети следующим образом:
 1. Подсеть 1: 10.6.0.0/18
 - *Адрес сети: 10.6.0.0
 - *Адрес широковещательной передачи: 10.6.63.255
 - Диапазон адресов: 10.6.0.1 - 10.6.63.254 (всего 16,382 адреса)
 2. Подсеть 2: 10.6.64.0/18
 - *Адрес сети: 10.6.64.0
 - *Адрес широковещательной передачи: 10.6.127.255
 - Диапазон адресов: 10.6.64.1 - 10.6.127.254 (всего 16,382 адреса)
 3. Подсеть 3: 10.6.128.0/18

*Адрес сети: 10.6.128.0

*Адрес широковещательной передачи: 10.6.191.255

Диапазон адресов: 10.6.128.1 - 10.6.191.254 (всего 16,382 адреса)

4. Подсеть 4: 10.6.192.0/18

*Адрес сети: 10.6.192.0

*Адрес широковещательной передачи: 10.6.255.255

Диапазон адресов: 10.6.192.1 - 10.6.255.254 (всего 16,382 адреса)

Общее количество доступных адресов в каждой подсети равно 16,382, что является максимально возможным значением при использовании маски подсети /18 в данном адресном пространстве.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	10	6	0	0					
2									
3	00001010	00000110	00000000	00000000	/18	=	10.6.0.0		
4									
5	00001010	00000110	00111111	11111111	/18	=	10.6.63.255		широковещательный
6									
7	00001010	00000110	01000000	00000000	/18	=	10.6.64.0		
8									
9	00001010	00000110	01111111	11111111	/18	=	10.6.127.255		широковещательный
10									
11	00001010	00000110	10000000	00000000	/18	=	10.6.128.0		
12									
13	00001010	00000110	10111111	11111111	/18	=	10.6.191.255		широковещательный
14									
15	00001010	00000110	11000000	00000000	/18	=	10.6.192.0		
16									
17	00001010	00000110	11111111	11111111	/18	=	10.6.255.255		широковещательный
18									
19	255	255	192	0					маска
20									

4. Для конфигурирования сетевых интерфейсы хост-машины, astralinux и mikrotik я выбрал первый диапазон. IP адрес astralinux – 10.6.0.3, IP адрес Mikrotik – 10.6.0.0, IP адрес Host-машины – 10.6.0.1

```
[admin@mt-01] > /ip/address/print
Flags: D - DYNAMIC
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 10.6.0.2/18 10.6.0.0 ether1
1 D 192.168.56.103/24 192.168.56.0 ether1
[admin@mt-01] > /ip/address/remove 1
[admin@mt-01] > /ip/address/print
Columns: ADDRESS, NETWORK, INTERFACE
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 10.6.0.2/18 10.6.0.0 ether1
[admin@mt-01] >
```

```
GNU nano 2.7.4 Файл: eth0
auto eth0
iface eth0 inet static
address 10.6.0.3
netmask 255.255.192.0
```

5. Используя Wireshark, проверил связность узлов с AstraLinux и Mikrotik с использованием протокола ICMP.

The screenshot displays the Wireshark network protocol analyzer interface. The top menu bar includes options like File, Edit, Capture, Analyze, Statistics, Telephony, Wireless, Instruments, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for common actions. The main window is divided into three panes:

- Packet List:** Shows a list of captured packets. The selected packet is No. 14, an ARP request from 10.6.0.1 to 10.6.0.3.
- Packet Details:** Provides a hierarchical view of the selected packet's structure. It shows the Ethernet II header, the Internet Protocol Version 4 header, and the ARP request details, including the sender and target MAC and IP addresses.
- Packet Bytes:** Displays the raw data of the selected packet in hexadecimal and ASCII format.

```

user@astra:~$ sudo -i
root@astra:~# ping 10.6.0.1
PING 10.6.0.1 (10.6.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=1 ttl=128 time=1.65 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=2 ttl=128 time=1.10 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.545 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.750 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.710 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.708 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=7 ttl=128 time=0.492 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=8 ttl=128 time=0.724 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=9 ttl=128 time=0.557 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=10 ttl=128 time=0.702 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=11 ttl=128 time=0.634 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=12 ttl=128 time=0.590 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=13 ttl=128 time=0.497 ms
64 bytes from 10.6.0.1: icmp_seq=14 ttl=128 time=0.586 ms
^C
root@astra:~#
-- 10.6.0.1 ping statistics --
64 packets transmitted, 64 received, 0% packet loss, time 13337ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.492/0.744/1.659/0.295 ms
root@astra:~# ip addr show
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default alien 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
11: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default alien 1000
    link/ether 08:00:27:38:3e:0e:bd:f1:fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
    inet 10.6.0.3/16 brd 10.6.83.255 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet fe80::2002:71fe83:ef50:64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
root@astra:~#

```

Address Resolution Protocol: Protocol

Пакеты: 91 · Показаны: 4 (4.4%) · Профиль: Default

Файл Редактирование Просмотр Залуж Захват Анализ Статистика Телефония Беспроводной Инструменты Помощь

1.0.0

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
62	111.890838	PcsCompu_9a:99:04	Broadcast	ARP	60	Who has 10.6.0.1? Tell 10.6.0.2
63	111.890864	0a:00:27:00:00:07	PcsCompu_9a:99:04	ARP	42	10.6.0.1 is at 0a:00:27:00:00:07
74	116.746483	0a:00:27:00:00:07	PcsCompu_9a:99:04	ARP	42	Who has 10.6.0.2? Tell 10.6.0.1
75	116.747190	PcsCompu_9a:99:04	0a:00:27:00:00:07	ARP	60	10.6.0.2 is at 08:00:27:00:00:07

< >

Frame 62: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on 0

Ethernet II, Src: PcsCompu_9a:99:04 (08:00:27:00:00:07), Dst: 01:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00)

Address Resolution Protocol (request)

Hardware type: Ethernet (1)
 Protocol type: IPv4 (0x0800)
 Hardware size: 6
 Protocol size: 4
 Opcode: request (1)
 Sender MAC address: PcsCompu_9a:99:04 (08:00:27:00:00:07)
 Sender IP address: 10.6.0.1
 Target MAC address: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
 Target IP address: 10.6.0.1

< >

```

Feb/23/2023 10:25:21 system,error,critical router was rebooted without proper sh
t down
Feb/23/2023 10:35:26 dhcp,critical,error dhcp-client on ether1 lost IP address 1
2.168.56.103 - lease expired
Feb/24/2023 15:56:32 system,error,critical router was rebooted without proper sh
t down

admin@01 > /ping 10.6.0.1
SEQ HOST
1 10.6.0.1 56 120 1ms511us
2 10.6.0.1 56 120 1ms324us
3 10.6.0.1 56 120 1ms314us
4 10.6.0.1 56 120 1ms284us
5 10.6.0.1 56 120 1ms137us
6 10.6.0.1 56 120 1ms179us
7 10.6.0.1 56 120 770us
8 10.6.0.1 56 120 1ms246us

seq=9 rx=cmd=9 packet-loss=0x min-rtt=770us avg-rtt=1ms42us
max-rtt=1ms511us

admin@01 >

```

Address Resolution Protocol: Protocol

Пакеты: 102 / Показаны: 4 (3.9%)

Эthernet II

Файл Редактирование Просмотр Запуск Захват Анализ Статистика Телеметрия Беспроводной Инструменты Помощь

Применить стандартный фильтр: <Ctrl>F

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
61	118.997468	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transacti...
62	111.890368	PcsCompu_9a:99:04	Broadcast	ARP	60	who has 10.6.0.1? Tell I...
63	111.890864	0a:00:27:00:00:07	PcsCompu_9a:99:04	ICMP	42	10.6.0.1 is at 0a:00:27:...
64	111.891496	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
65	111.891614	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
66	112.894266	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
67	112.894379	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
68	113.896344	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
69	113.896457	10.6.0.2	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
70	114.902575	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
71	114.902685	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
72	115.899659	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
73	115.899768	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
74	116.904803	0a:00:27:00:00:07	PcsCompu_9a:99:04	ARP	42	who has 10.6.0.2? Tell I...
75	116.927190	PcsCompu_9a:99:04	0a:00:27:00:00:07	ARP	60	10.6.0.2 is at 0a:00:27:...
76	116.906198	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
77	116.906290	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
78	117.634760	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transacti...
79	117.631197	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
80	117.631319	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
81	118.910694	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
82	118.918787	10.6.0.1	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
83	119.906497	10.6.0.2	10.6.0.1	ICMP	70	Echo (ping) request id=4
84	119.906594	10.6.0.2	10.6.0.2	ICMP	70	Echo (ping) reply id=4
85	120.576553	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transacti...

Frame 64: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: PcsCompu_9a:99:04, Dst: 08:00:27:00:00:07
 Internet Protocol Version 4, Src: 10.6.0.2, Dst: 10.6.0.1
 ICMP - Echo (ping) request
 ... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 ... Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0)
 Total Length: 56
 Identification: 0x742 (18386)
 ... 0000... = Flags: 0x0
 ... 0.0000 00000000 = Fragment Offset: 0
 Time to Live: 255
 Protocol: ICMP (1)

0000 0a 00 27 00 00 07 08 27 9a 99 04 08 00 45
 0010 00 38 47 02 00 00 ff 01 5f ca 08 00 02 0a
 0020 00 01 08 00 35 54 ae 00 00 00 00 00 00
 0030 55 81 81 84 83 5b 07 82 7e cf 5b dd b5 ca
 0040 eb 42 ec 99 ba 2e

Crack Map Wireshark

Детали: 118 / Показаны: 11

```

Feb-23-2023 10:25:21 system,error,critical router was rebooted without proper sh
#
down
Feb-23-2023 10:35:26 dhcp,critical,error dhcp-client on ether1 lost IP address 1
9
2.160.56.100 - lease expired
Feb-24-2023 15:56:32 system,error,critical router was rebooted without proper sh
#
down
admin@net-01 > /ping 10.6.0.1

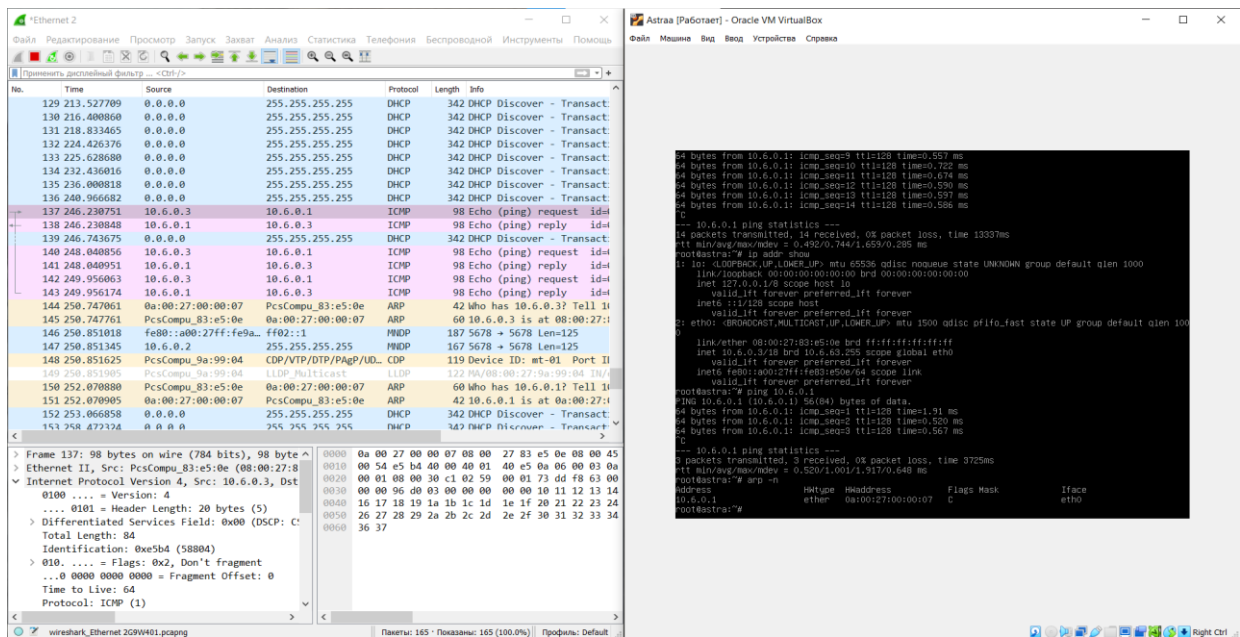
```

SEQ	HOST	SIZE	TTL	TIME	STATUS
0	10.6.0.1	56	120	1ms150us	
1	10.6.0.1	56	120	1ms120us	
2	10.6.0.1	56	120	1ms161us	
3	10.6.0.1	56	120	1ms20us	
4	10.6.0.1	56	120	1ms120us	
5	10.6.0.1	56	120	1ms19us	
6	10.6.0.1	56	120	1ms17us	
7	10.6.0.1	56	120	770us	
8	10.6.0.1	56	120	1ms24us	

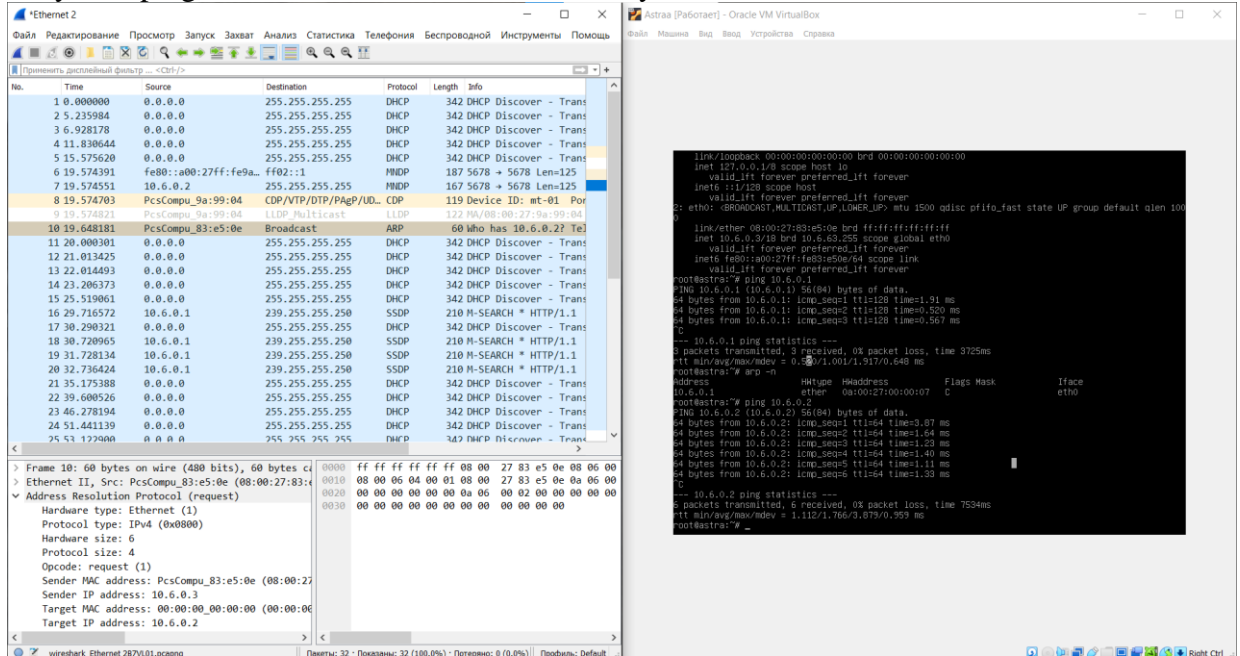
```

sent=9 received=9 packet-loss=0% min-rtt=770us avg-rtt=1ms142us
max-rtt=1ms501us
admin@net-01 >

```



6. Запустил ping с astralinux до microtik. Использовал Wireshark, захватил поток пакетов.



7. Перезапустил виртуальную машину с astralinux в режиме записи потока сетевых пакетов. Повторил действия пункта 6. Поток захваченных пакетов в п.6 отличается от потока, полученного в текущем пункте потому что у нас в сети присутствует коммутатор, и оно обеспечивает передачу пакетов исключительно его получателям.

8. Запустил на host-машине сетевой анализатор Wireshark. С хост-машины из назначенного диапазона адресов «пропинговал» адрес сети и широковещательный адрес.

Широковещательный адрес будет использоваться тогда, когда мы будем пинговать широковещательный ip-адрес, именно поэтому во всех сетевых устройствах чаще всего в настройках сетевых карт присутствует ip-адрес, который назначается широковещательным. Для того, чтобы при проверке кому мы отправляем сравниваем два значения, если они совпадают, то арг не используется, т. к. это широковещательная передача. Когда адреса не совпадают то мы пытаемся найти соответствия MAC адреса и ip-адреса, используется арг протокол. Если кто-то ответит в нашей сети, то произойдет обмен данными. Могут.

The screenshot displays two windows from the Wireshark network protocol analyzer.

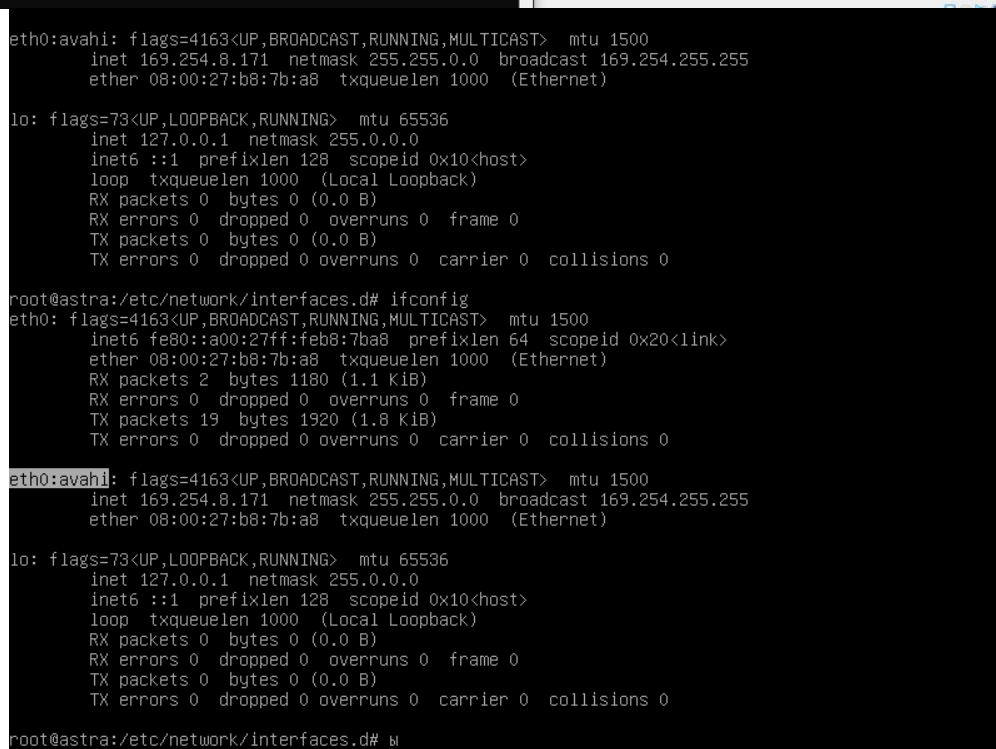
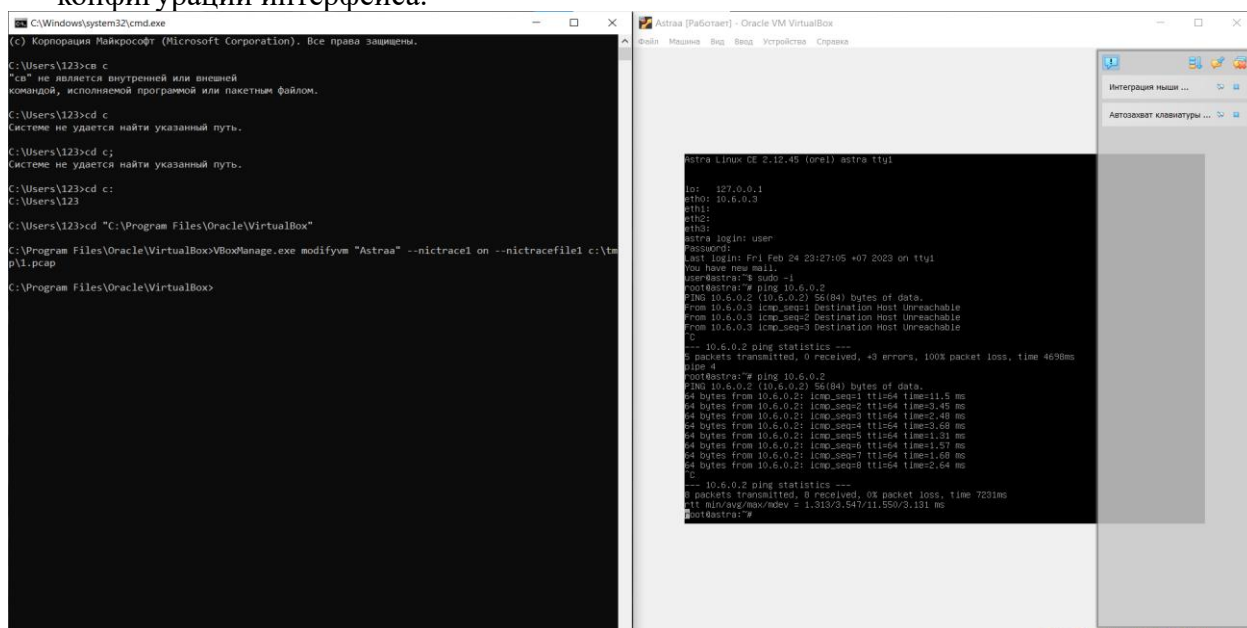
The top window, titled "Захват из Ethernet 2", shows a list of captured packets. The selected packet (No. 28) is an ARP request from PcsCompu_9a:99:04 to 10.0.0.0. The details pane shows the Ethernet II, Internet Protocol Version 6, and Internet Control Message Protocol (ICMPv6) fields.

The bottom window, titled "2.pcap", shows a list of captured packets. The selected packet (No. 28) is an ARP request from PcsCompu_b8:7b:a8 to 10.0.2.2. The details pane shows the Ethernet II, Internet Protocol Version 4, and Internet Control Message Protocol (ICMPv4) fields.

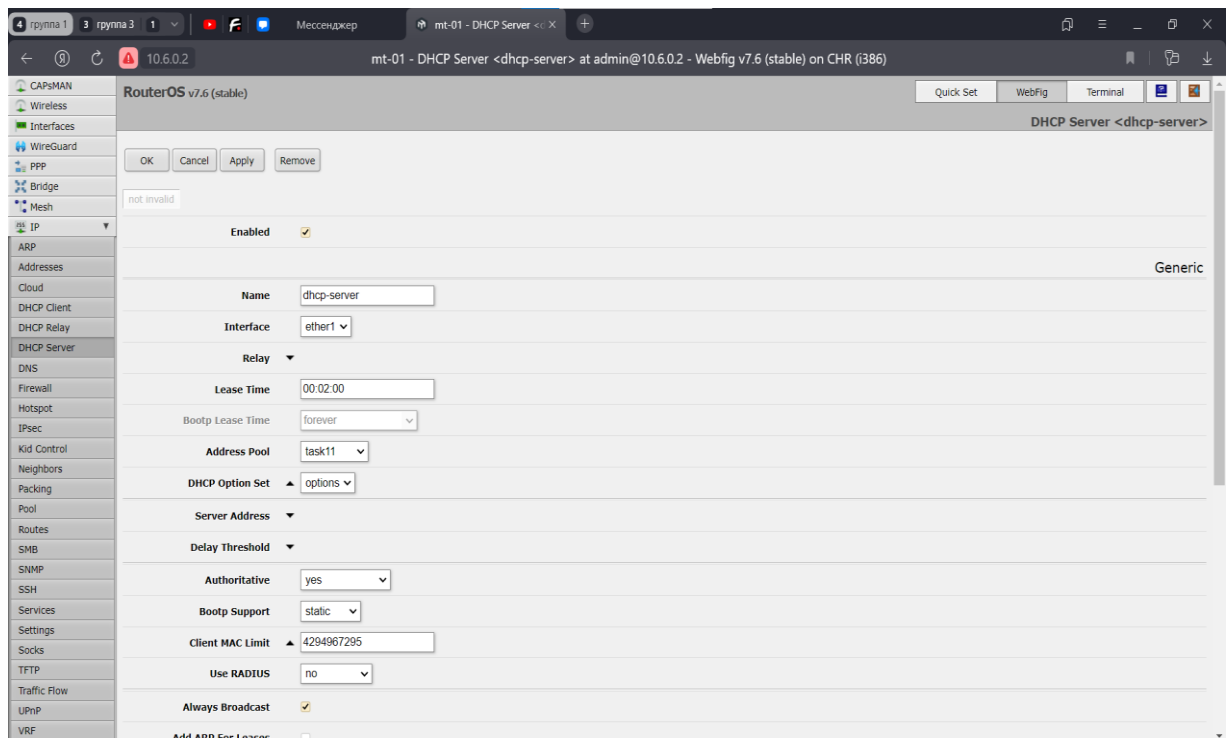
The packet bytes pane shows the raw data of the selected packet in hexadecimal and ASCII format.

9. На машине AstraLinux установил пакет для конфигурирования сетевых интерфейсов с использованием APIPA2.

10. Запустил AstraLinux в режиме захвата пакетов. Настроил сетевой интерфейс так, чтобы для его для конфигурирования использовалась APIPA. Запустил процесс конфигурации интерфейса.



11. Используя web-интерфейс mikrotik установил на нем DHCP сервер. Адреса в DHCP выдал из иного диапазона, чем в п. 4. В настройке DHCP указал, что все пакеты протокола должны передаваться в широковещательном режиме.



12. Запустил на host-машине сетевой анализатор Wireshark. В astralinux создал виртуальный интерфейс, который настроил на получение сетевых настроек в автоматическом режиме. Перевел интерфейс в рабочее состояние, определил какой адрес был получен для назначения на сетевой интерфейс. На хост-машине отфильтровал захваченный поток пакетов так, чтобы отображались только пакеты протокола DHCP.

```

root@astra:/etc/network/interfaces.d# ifup eth0
root@astra:/etc/network/interfaces.d# ifup eth0:1
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.3.5
Copyright 2004-2016 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/

Listening on LPF/eth0:1/08:00:27:d1:91:55
Sending on   LPF/eth0:1/08:00:27:d1:91:55
Sending on   Socket/fallback
DHCPDISCOVER on eth0:1 to 255.255.255.255 port 67 interval 8
DHCPREQUEST of 10.6.64.15 on eth0:1 to 255.255.255.255 port 67
DHCPOFFER of 10.6.64.15 from 10.6.0.2
DHCPACK of 10.6.64.15 from 10.6.0.2
bound to 10.6.64.15 -- renewal in 51 seconds.
root@astra:/etc/network/interfaces.d# _

```


Рис. 2 – Конфигурация сети для второй части практического занятия 2

14. На второй виртуальной машине Astralinux сконфигурировал интерфейс так, чтобы он получал настройки автоматически. На маршрутизаторе mikrotik установил второй DHCP сервер, чтобы он выдавал адреса из свободного диапазона, рассчитанного в п. 3. Попробовал получить сетевые настройки (не получилось).

```

root@astra:/etc/network/interfaces.d# ifconfig
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
    inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000  (Local Loopback)
    RX packets 8  bytes 520 (520.0 B)
    RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
    TX packets 8  bytes 520 (520.0 B)
    TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

root@astra:/etc/network/interfaces.d# ifup eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.3.5
Copyright 2004-2016 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/

Listening on LPF/eth0/08:00:27:13:6f:2d
Sending on   LPF/eth0/08:00:27:13:6f:2d
Sending on   Socket/fallback
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 3
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 15
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 8
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 11
^C
root@astra:/etc/network/interfaces.d#
  
```

15. Настроил сеть между маршрутизаторами Mikrotik в соответствии со свободным диапазоном из п. 3. Настроил на втором mikrotik dhcp-relay агент.

1 item							
		▲ Name	Interface	DHCP Server	Local Address		
-	D	relay	ether2	10.6.64.2			

		▲ Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add ARP For Leases
-	E	X	dhcp-server	ether1	00:02:00	task11	no
-	D		dhcp-server2	ether1	00:10:00	task14	no
-	D		dhcp-server3	ether2	10.6.192.1 00:10:00	task14	no

16. Запустил на host-машине сетевой анализатор Wireshark. Получил сетевые настройки для интерфейса второй виртуальной машины astralinux.

Discover – потому что клиент запрашивает широковещательно, request – потому что клиент соглашается на конкретные адреса и делает это тоже широковещательно.
Discover, offer, request, ACK, так как relay агент отреагировал.

17. Перезапустил маршрутизаторы mikrotik в режиме захвата пакетов. Получил сетевые настройки на второй виртуальной машине.
Discover, offer, request, ACK. Запрос приходит с адреса 10.6.192.1. Это ip-адрес relay агента.

Вывод:

Я научился настраивать сетевые интерфейсы с использованием DHCP и APIPA, создавать свои виртуальные интерфейсы в AstraLinux, настраивать DHCP-сервер, задавать для него диапазоны IP-адресов, конфигурировать сети с несколькими маршрутизаторами.