

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Компьютерные сети

Лабораторная работа № 2

«Протоколы ARP и ICMP (программы ping и tracert)»

Выполнила студентка

Борисова Анастасия Денисовна

Группа № Р33222

Преподаватель: Маркина Татьяна Анатольевна

г. Санкт-Петербург

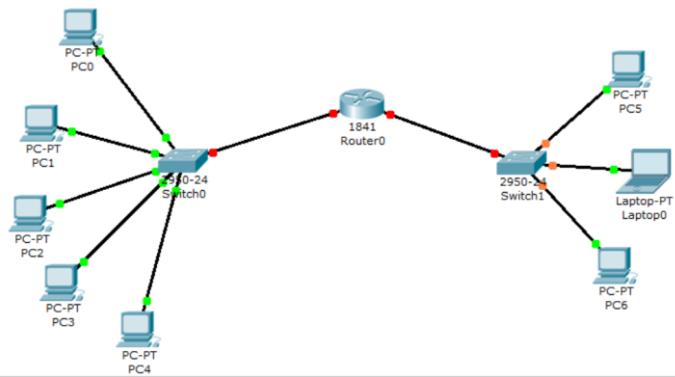
2023

Цель работы: изучить режим симуляции Cisco Packet Tracer, протоколы ARP и ICMP на примере программ ping и tracert.

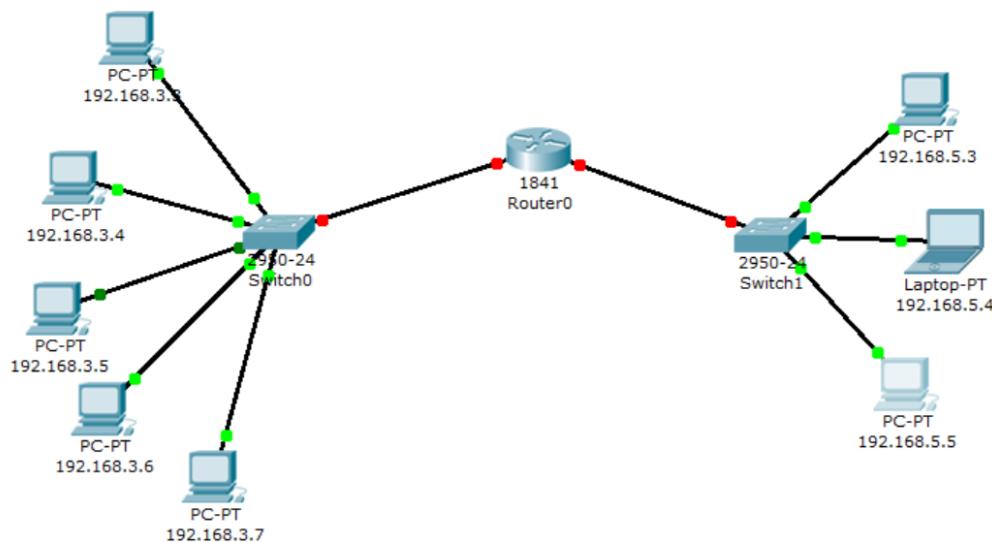
Программа работы:

1. Построение топологии сети, настройка конечных узлов;
2. Настройка маршрутизатора;
3. Проверка работы сети в режиме симуляции;
4. Посылка ping-запроса внутри сети;
5. Посылка ping-запроса во внешнюю сеть;
6. Посылка ping-запроса на несуществующий IP-адрес узла;
7. Выполнение индивидуального задания.

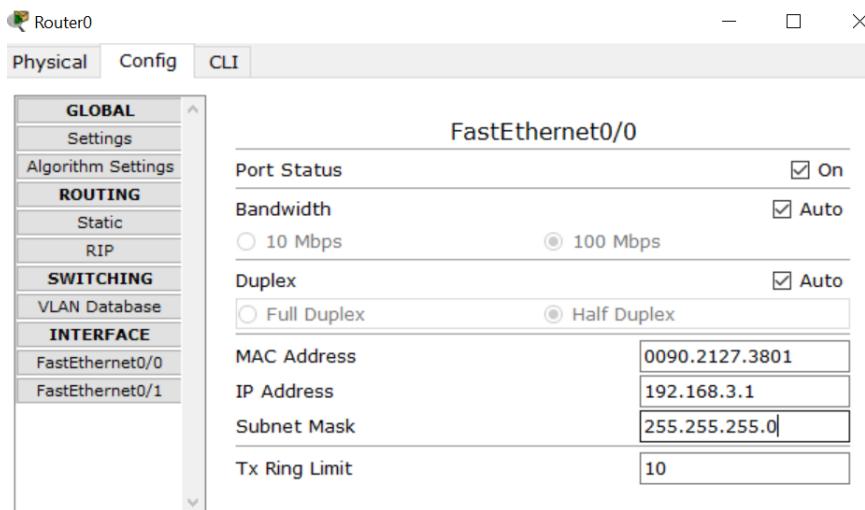
Построенная схема:



Задала IP-адреса, маски компьютерам и переименовала компьютеры в соответствии с IP-адресами:



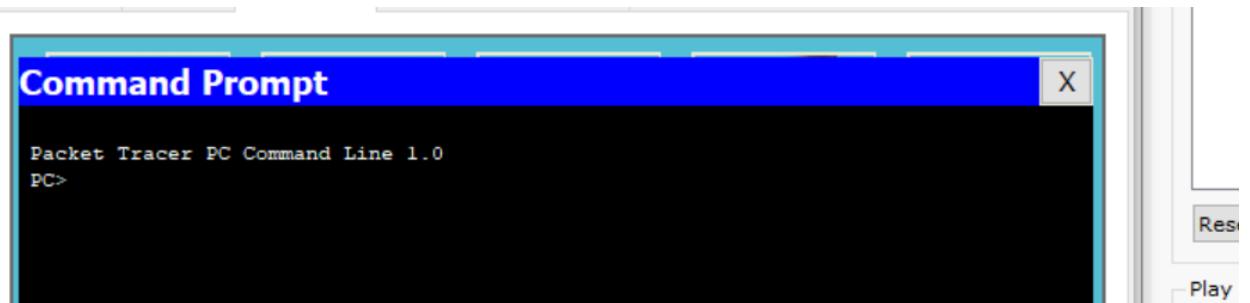
Настроила маршрутизатор во вкладке “Config” в интерфейсе FastEthernet0/0, задала нужный IP-адрес и маску подсети и включила интерфейс маршрутизатора:



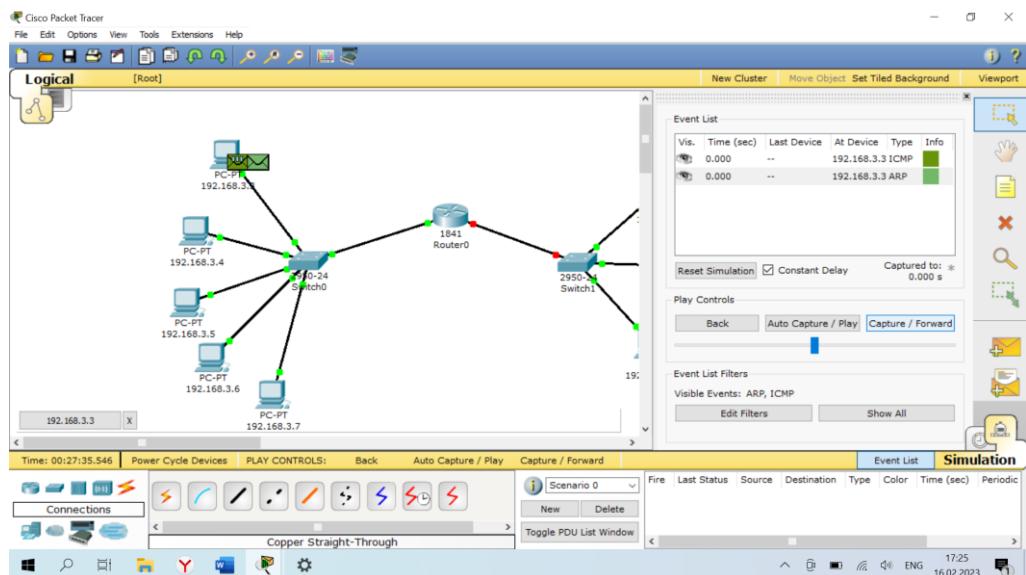
Equivalent IOS Commands

```
*LINEPROTO-0-UPDOWN: Line protocol on interface FastEthernet0/0, changed state to up
Router(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router(config-if)#
```

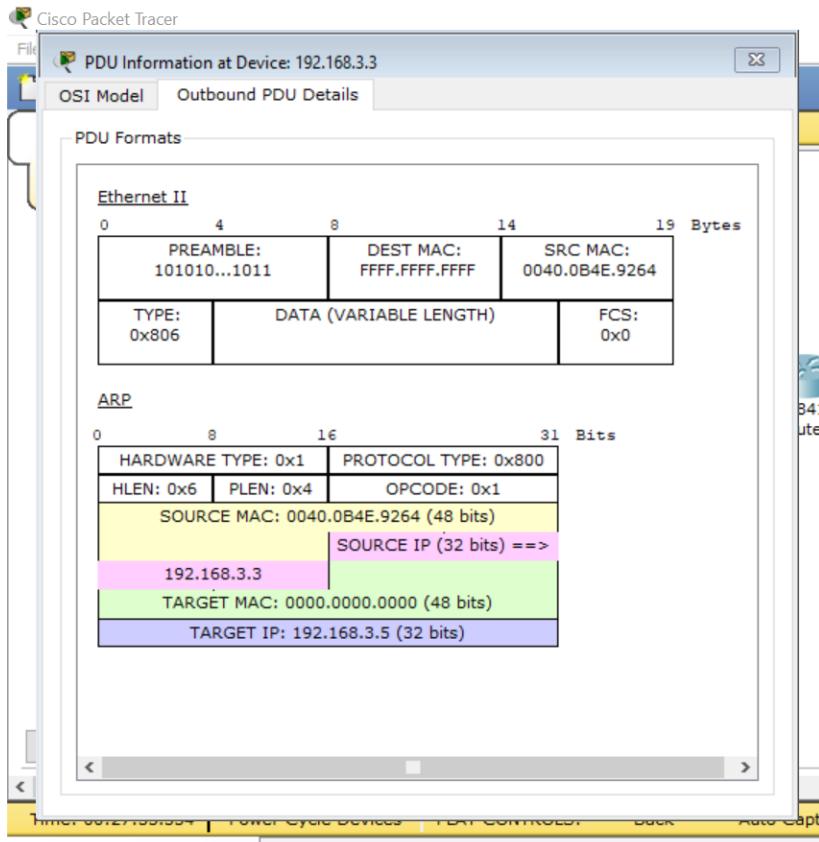
Открыла командную строку узла 192.168.3.3:



С помощью утилиты ping отправила запрос на компьютер с IP-адресом 192.168.3.5:

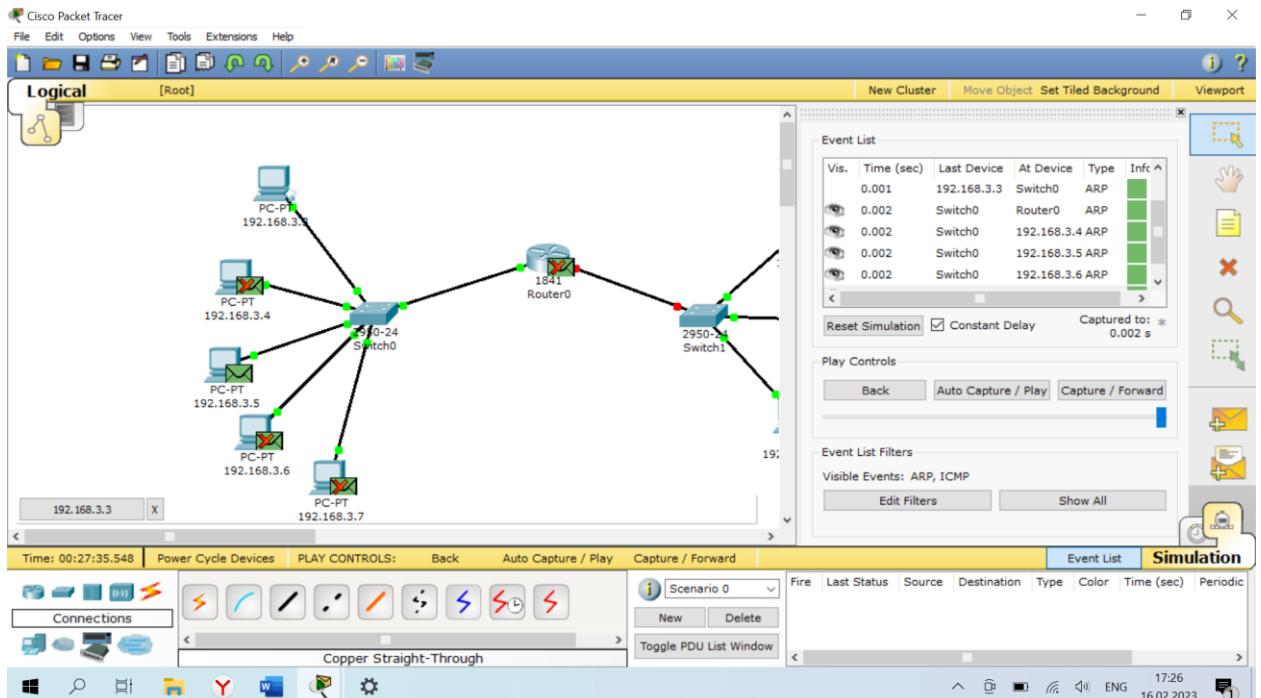


Посмотрела формат пакета ARP-запроса:

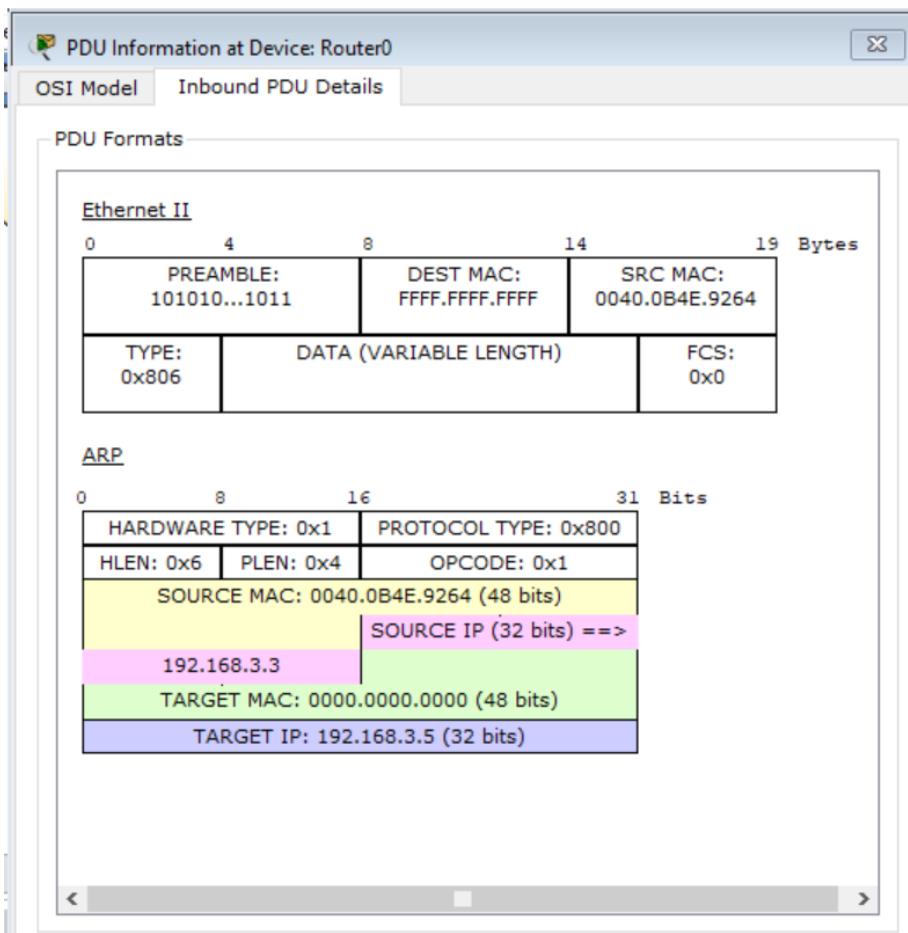


Узел 192.168.3.3 построил запрос и посыпает его широковещательным сообщением всем хостам подсети.

Проверила, что на ARP-запрос ответил только хост 192.168.3.5.

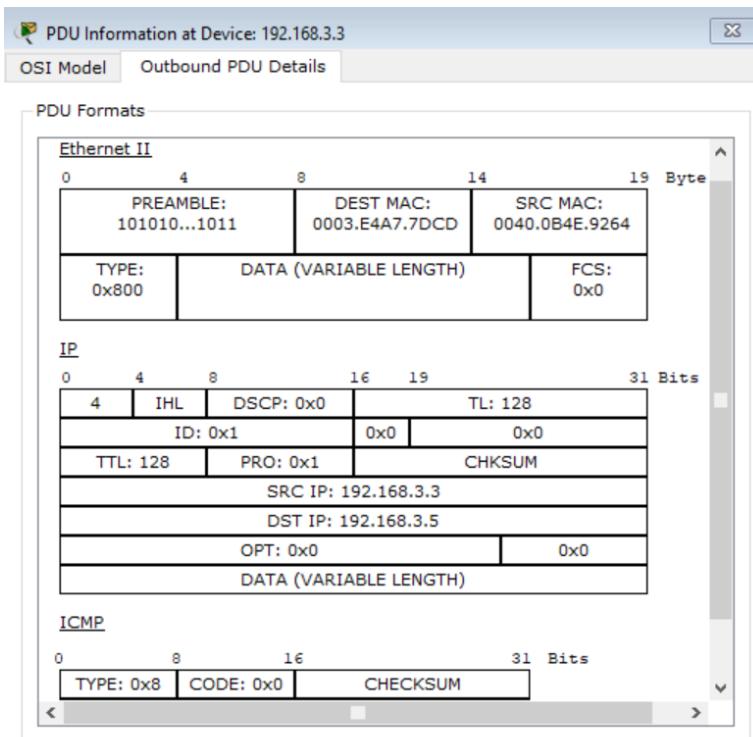


Посмотрела содержимое пакета ARP-ответа, пришедшего на хост 192.168.3.3:



Узел 192.168.3.5. послал ARP-ответ непосредственно отправителю, используя его MAC-адрес, с указанием собственного MAC-адреса в поле “Target MAC”.

Далее отправляется ICMP-сообщение ping-запроса. Посмотрела содержимое пакета:



IP-адрес источника – 192.168.3.3. IP-адрес назначения – 192.168.3.5. Тип ICMP-сообщения – 8 (эхо-запрос).

Запрос производится на хост 192.168.3.5 через коммутатор (Рисунок 1).

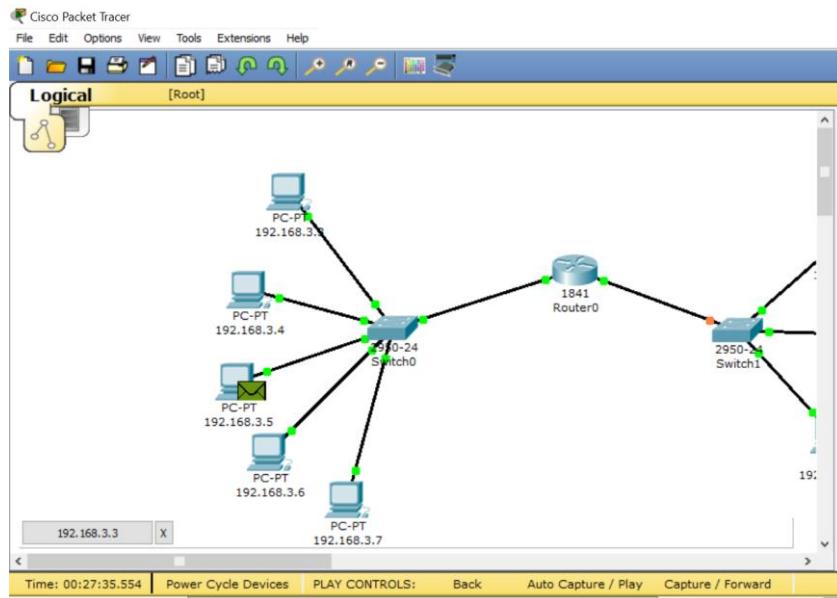
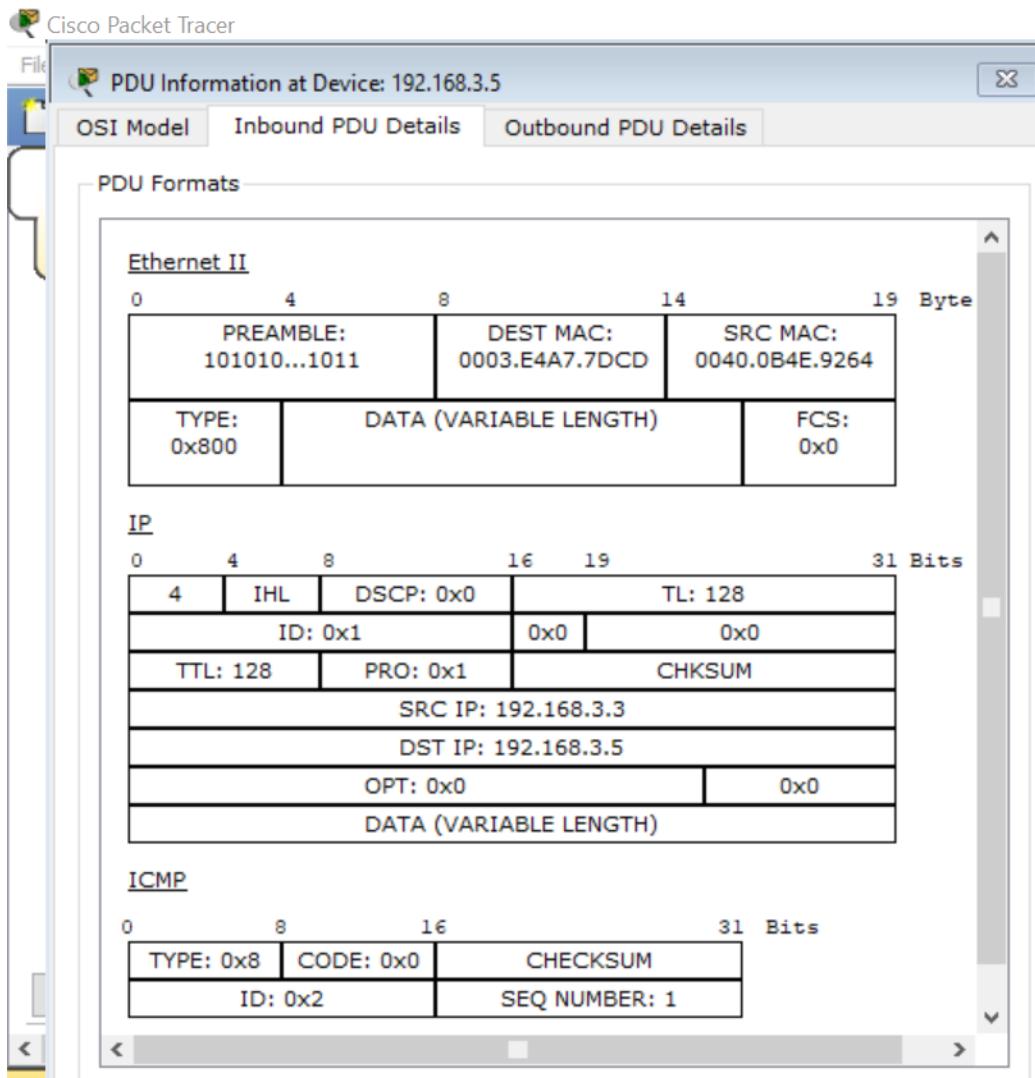


Рисунок 1 Вид рабочей области

Посмотрела содержимое пакета ping-ответа, пришедшего на хост 192.168.3.3:



IP-адрес источника – 192.168.3.5. IP-адрес назначения – 192.168.3.3. Тип ICMP-сообщения – 0 (эхо-ответ). Посмотрела ping-ответ в командной строке хоста 192.168.3.3:

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.3.5

Pinging 192.168.3.5 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.3.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 8ms, Average = 5ms

PC>
```

Посмотрела в окне событий так же указаны маршруты запроса ARP и ICMP (Рисунок 2).

Vis.	Time (sec)	Last Device	At Device	Type	Infc ^
	3.019	--	192.168.3.3	ICMP	
	3.020	192.168.3.3	Switch0	ICMP	
	3.021	Switch0	192.168.3.5	ICMP	
	3.022	192.168.3.5	Switch0	ICMP	
eye	3.023	Switch0	192.168.3.3	ICMP	

Reset Simulation Constant Delay Captured to: *
178.033 s

Play Controls

Back Auto Capture / Play Capture / Forward

Event List Filters

Visible Events: ARP, ICMP

Edit Filters Show All

Рисунок 2 Окно событий режима симуляции

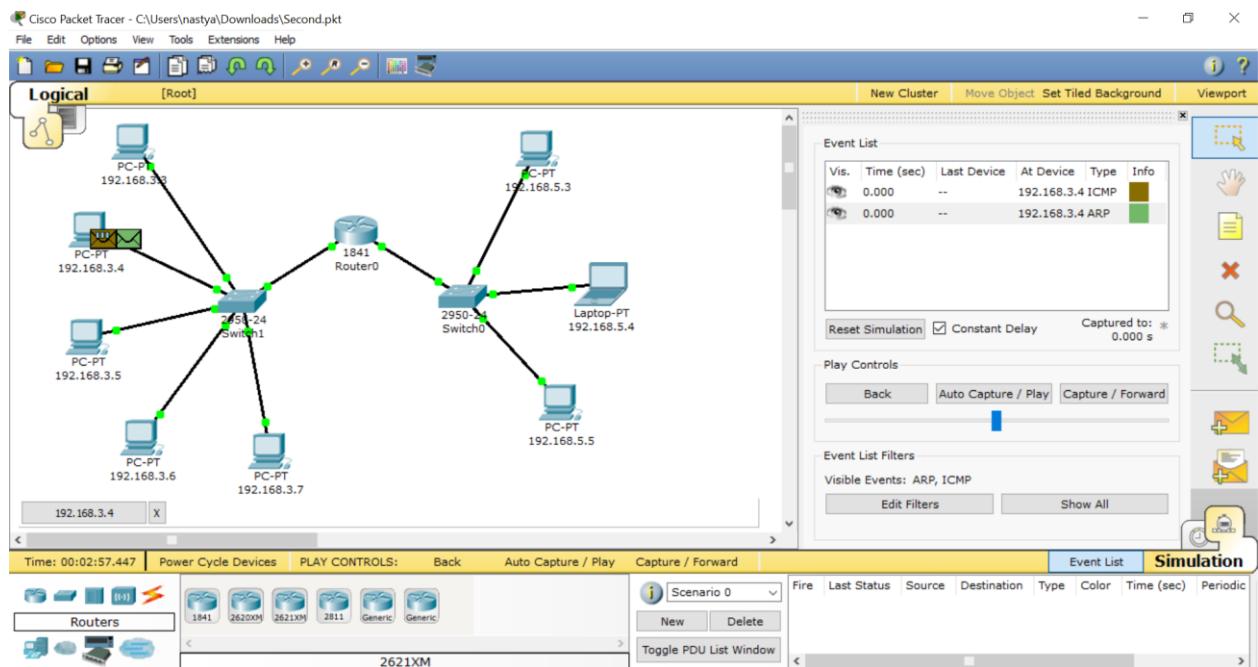
Необходимо отправить тестовый ping-запрос с конечного узла с IP-адресом 192.168.3.4 на хост с IP-адресом 192.168.5.5:

Command Prompt

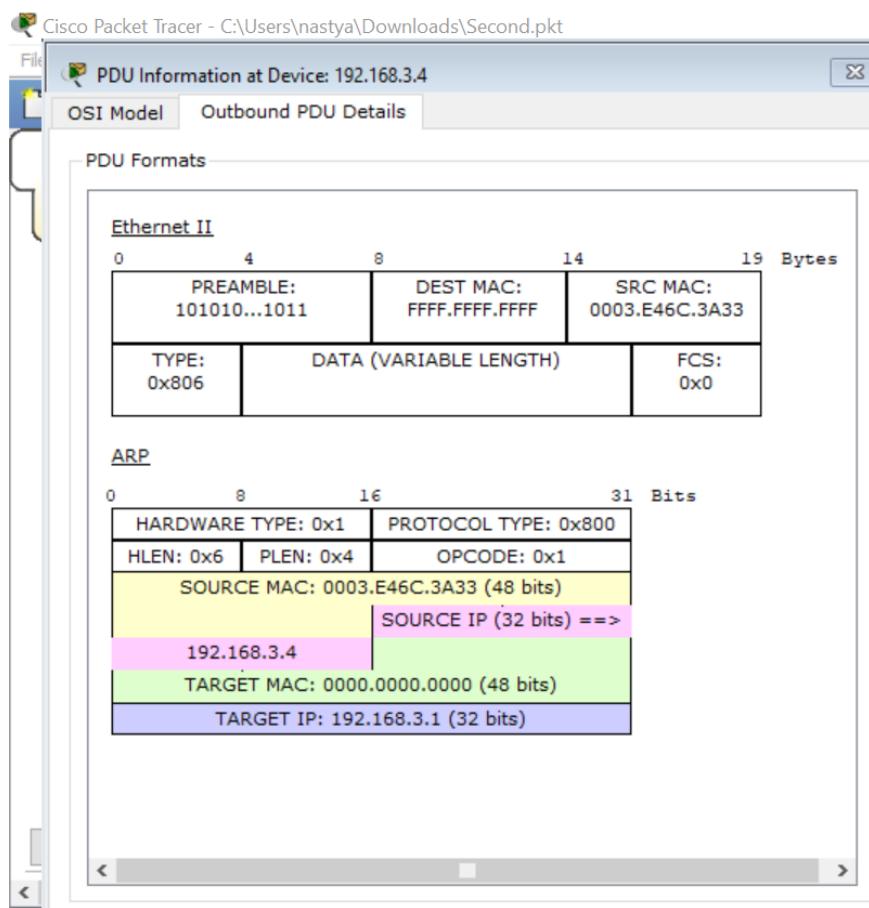
```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.5.5

Pinging 192.168.5.5 with 32 bytes of data:
```

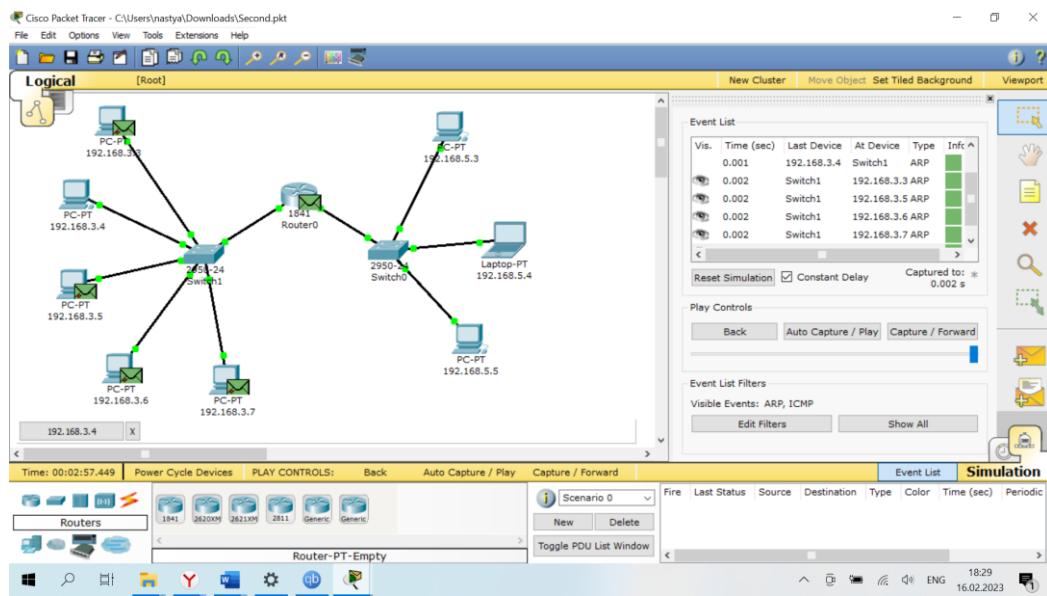
На узле источнике формируются два пакета протокола ARP и ICMP:



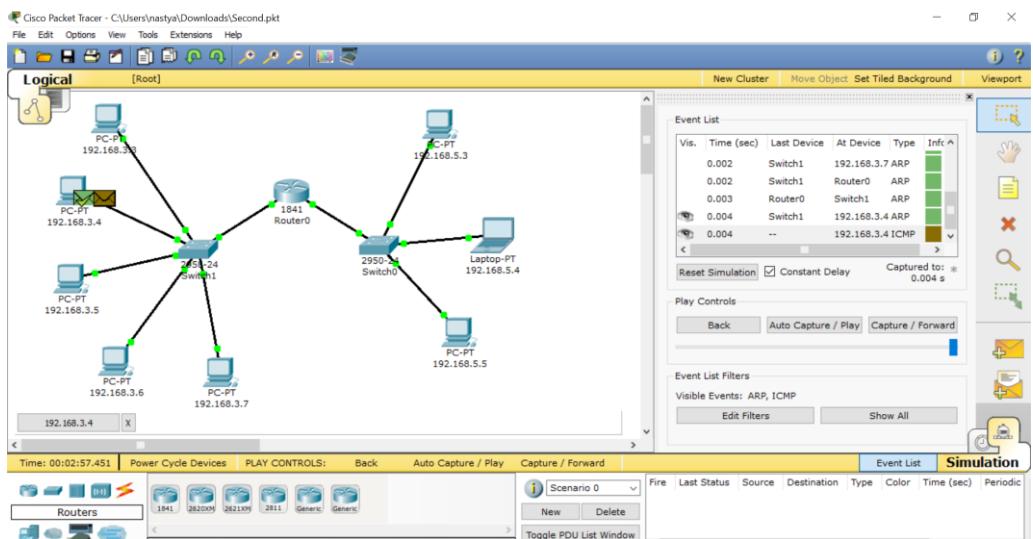
Формат пакета ARP-запроса содержит те же сведения, что и для разрешения локального адреса устройства, и рассыпается широковещательно всем узлам подсети:



Все узлы проигнорируют пакет, кроме маршрутизатора, которому этот пакет предназначался:

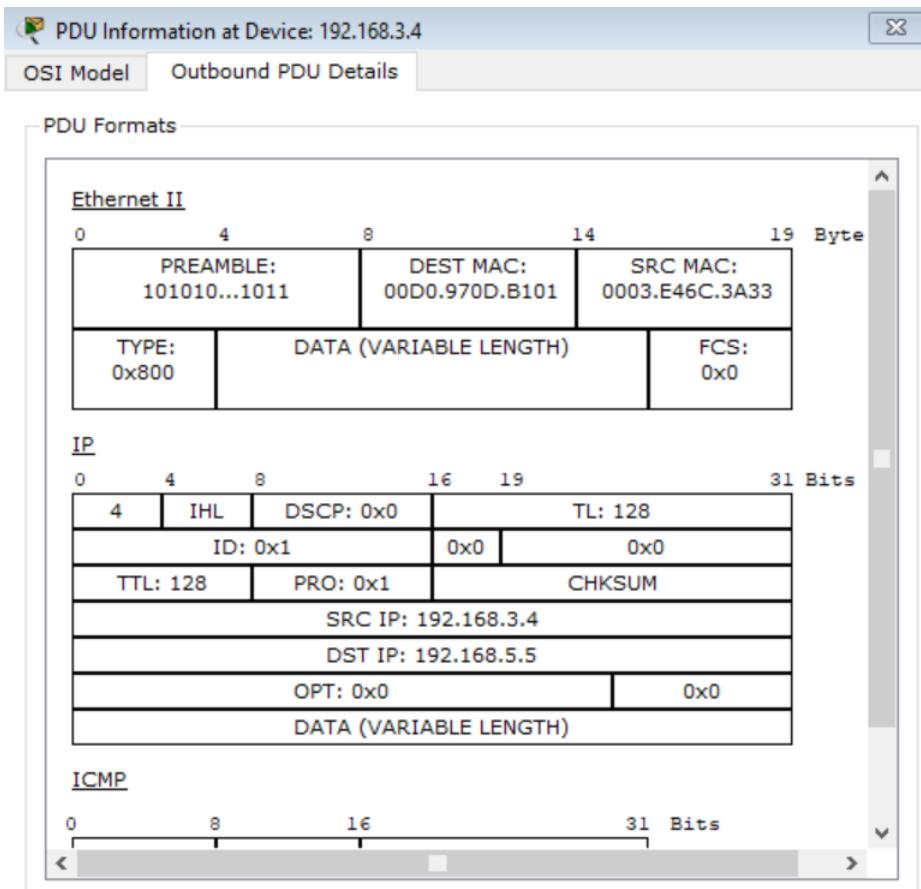


Далее маршрутизатор формирует ARP-ответ, указывая свой физический адрес, и отправляет его узлу 192.168.3.4:

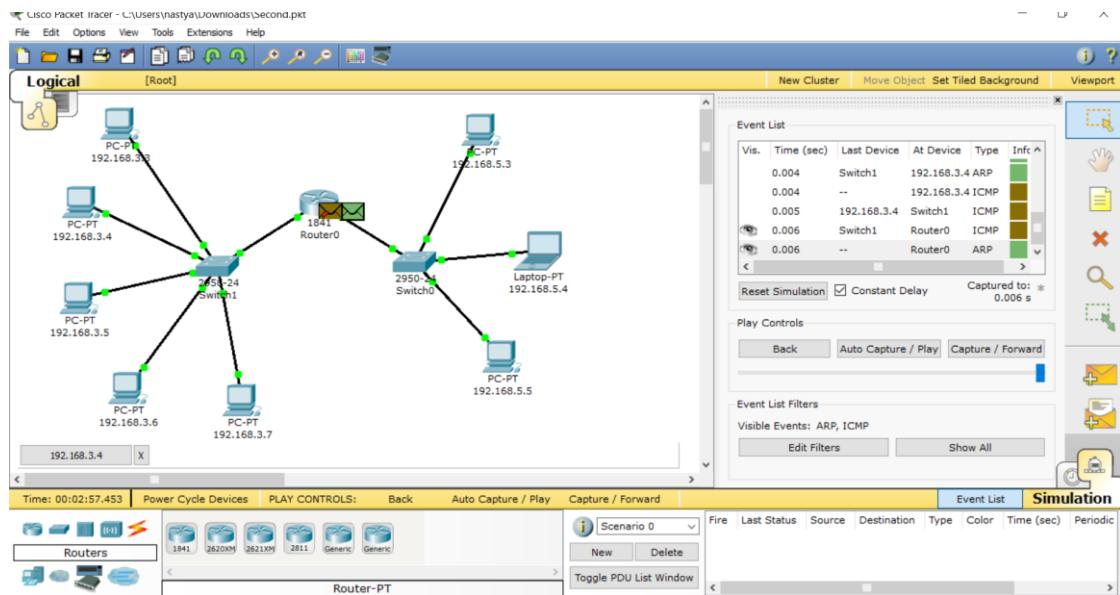


После получения ARP-ответа хост 192.168.3.4 посыпает ICMP-сообщение ping-запроса через маршрутизатор в сеть назначения.

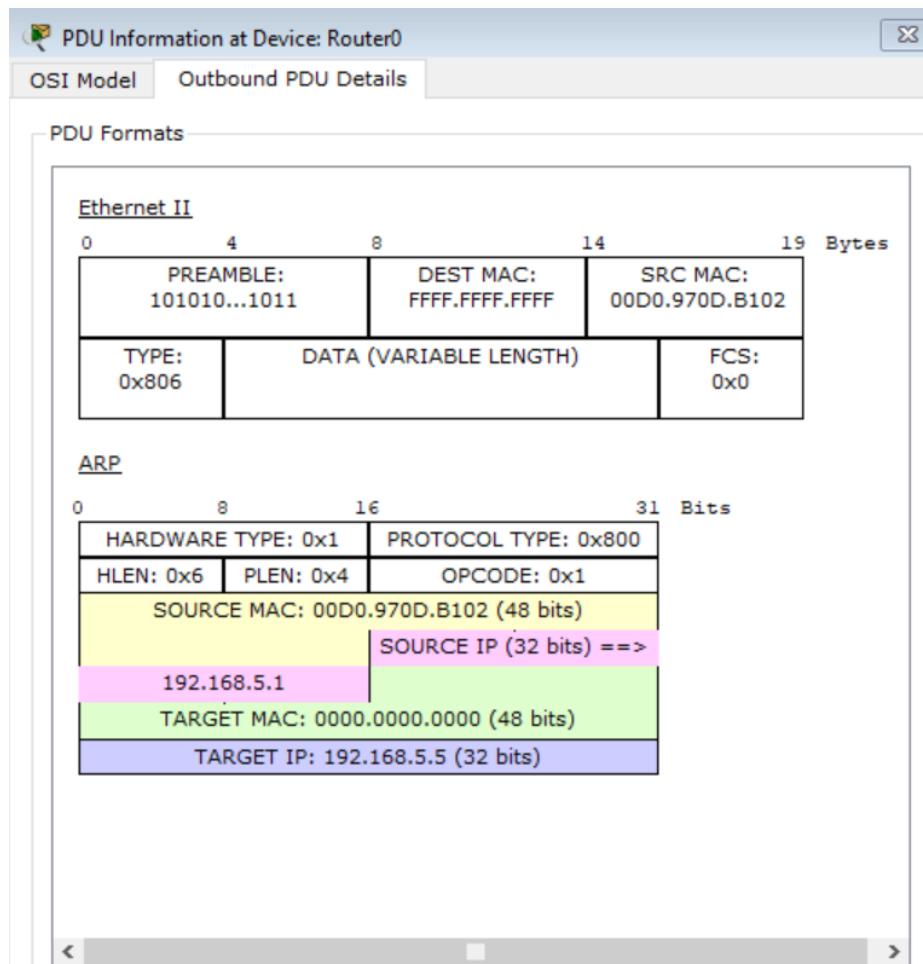
Посмотрела содержимое пакета:



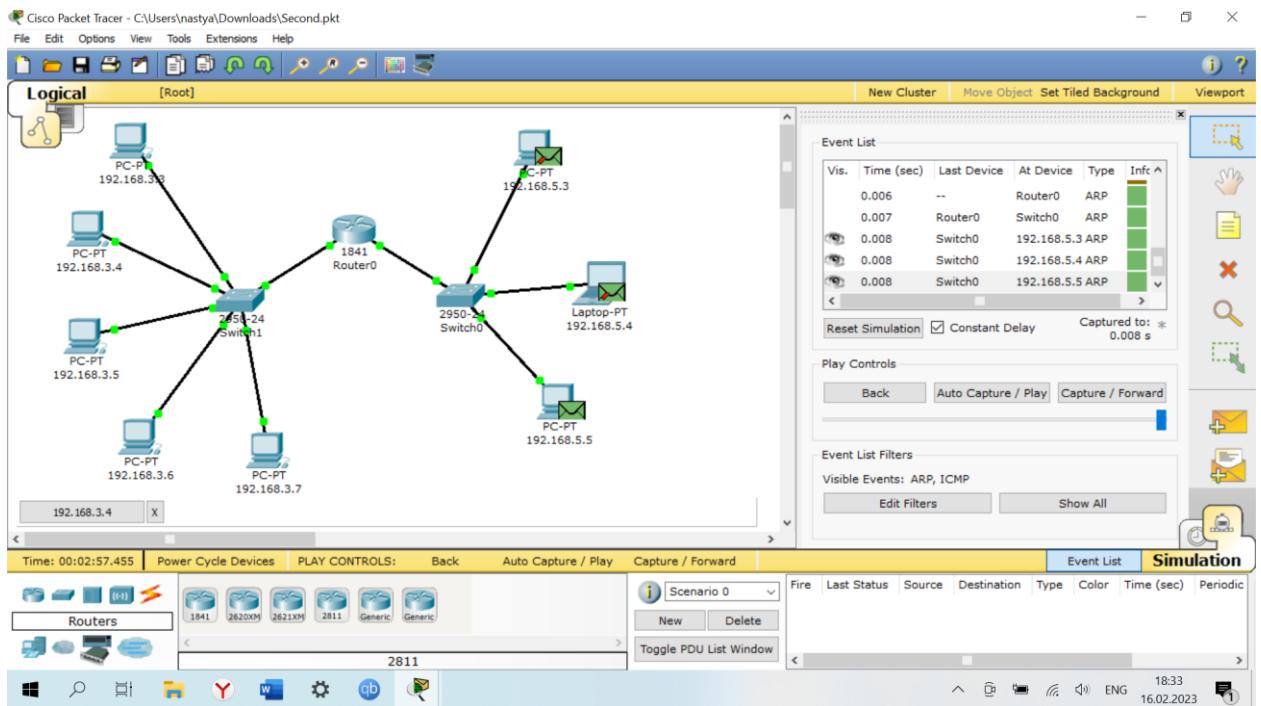
Когда запрос приходит в сеть назначения, то маршрутизатор определяет MAC-адрес получателя, если такового нет в ARP-таблице маршрутизатора. Таким образом, снова решается задача разрешения локального адреса:



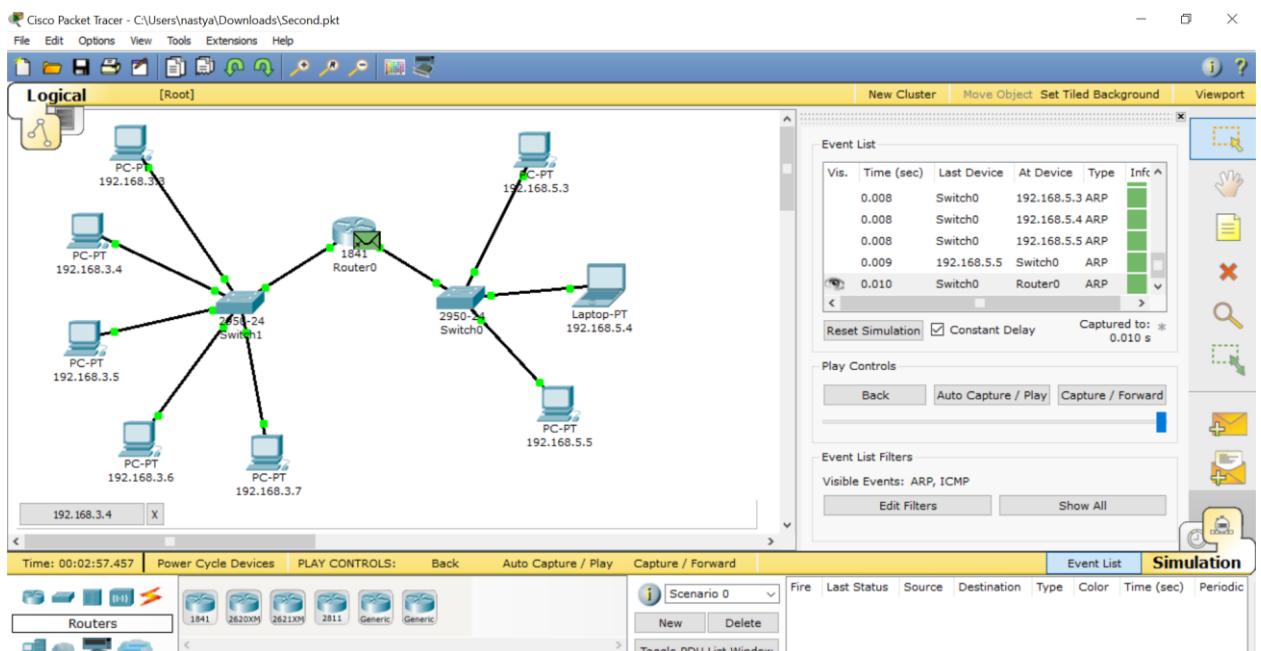
Новый ARP-запрос отправляется широковещательным сообщением от маршрутизатора, содержит его IP-адрес и MAC-адрес. IP-адрес назначения – узел 192.168.5.5:



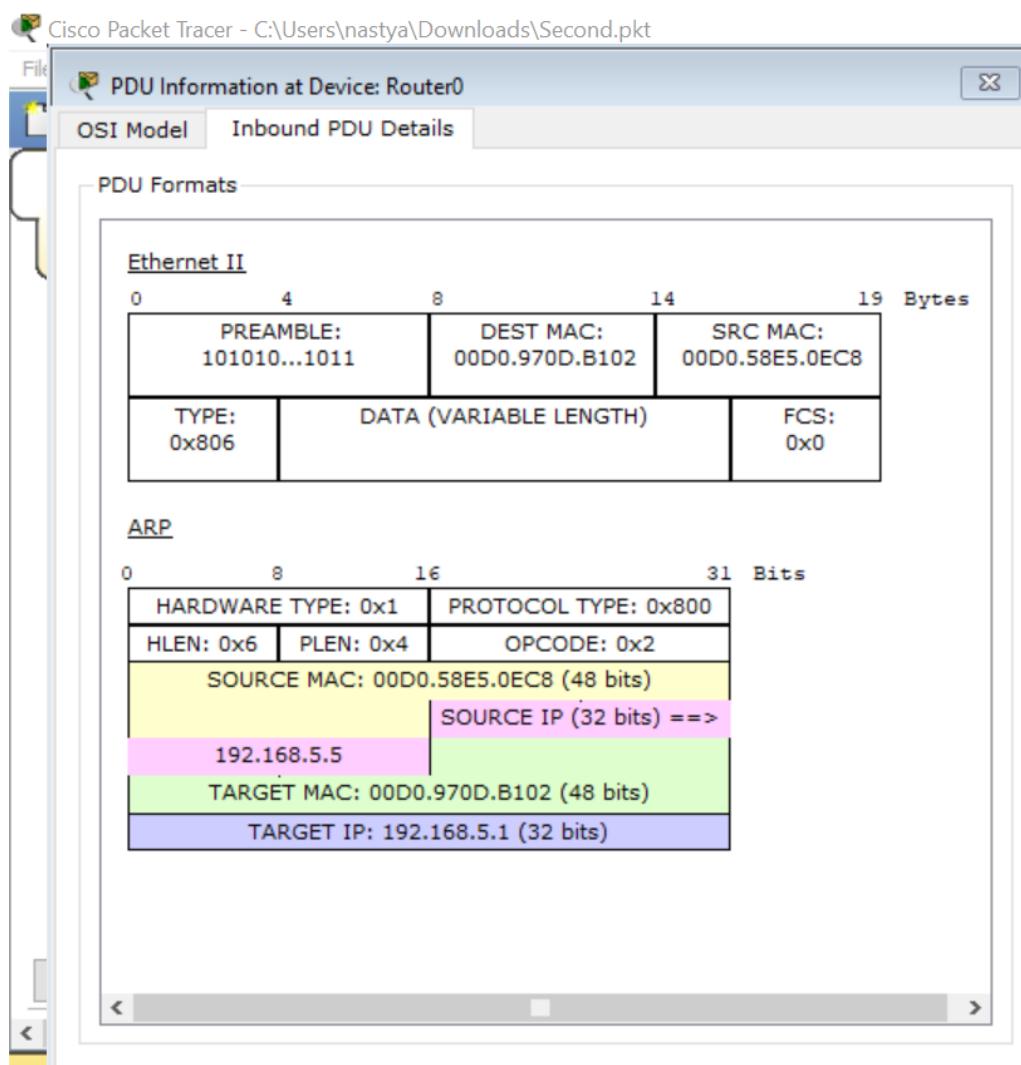
Посмотрела, что узлы подсети, которым пакет не предназначен, его игнорируют:



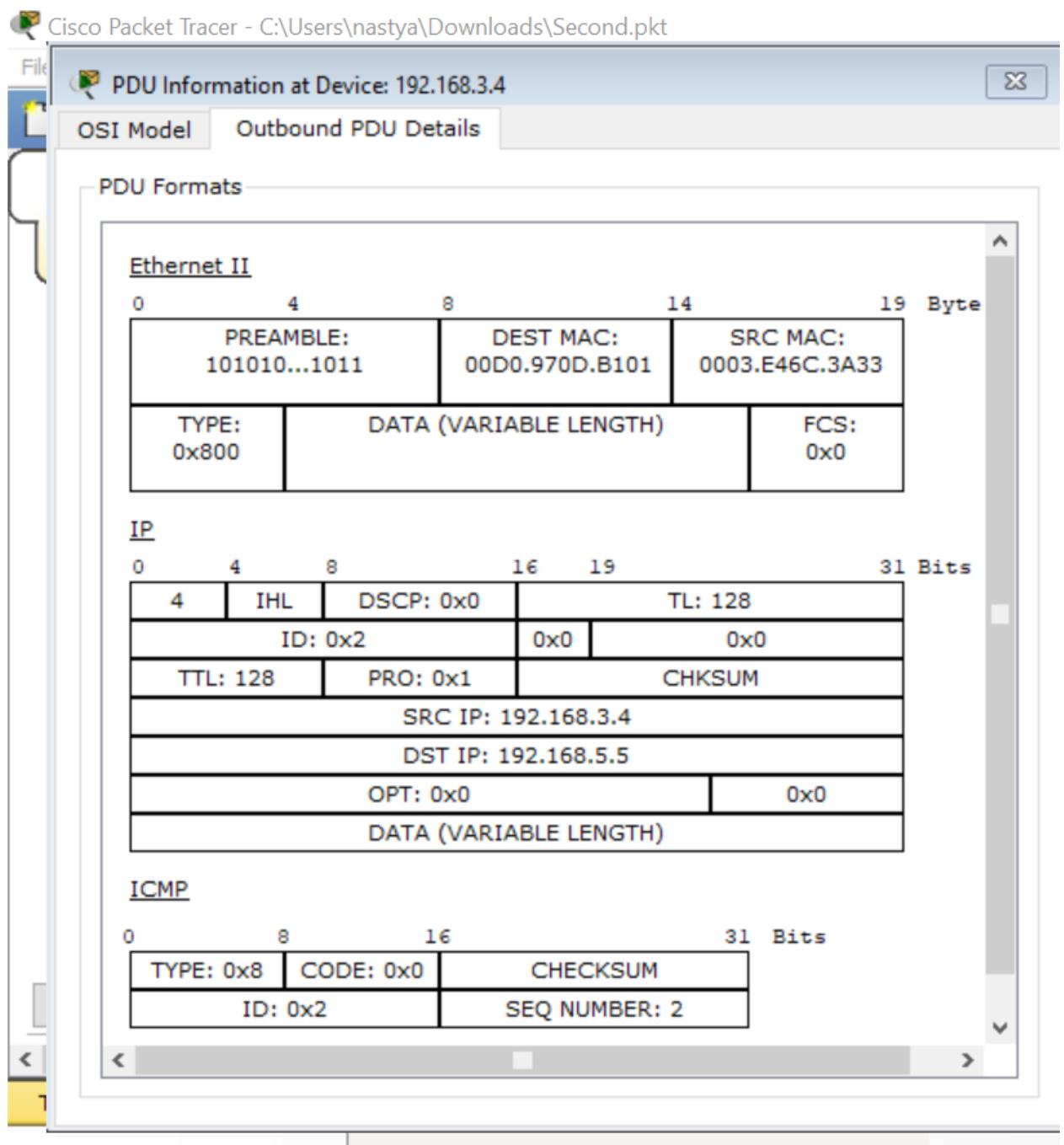
Узел 192.168.5.5. формирует ARP-ответ и отправляет его обратно маршрутизатору:



Когда как маршрутизатор определил MAC-адрес получателя входящего ping-запроса, он посыпает ICMP-ответ маршрутизатору хоста отправителя:



Посмотрела содержимое пакета ping-ответа, пришедшего на хост 192.168.3.4:



Посмотрела ping-ответ в командной строке хоста 192.168.3.4:

Command Prompt

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.5.5

Pinging 192.168.5.5 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.5.5: bytes=32 time=8ms TTL=127
Reply from 192.168.5.5: bytes=32 time=8ms TTL=127
Reply from 192.168.5.5: bytes=32 time=8ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.5.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 8ms, Maximum = 8ms, Average = 8ms

PC>
```

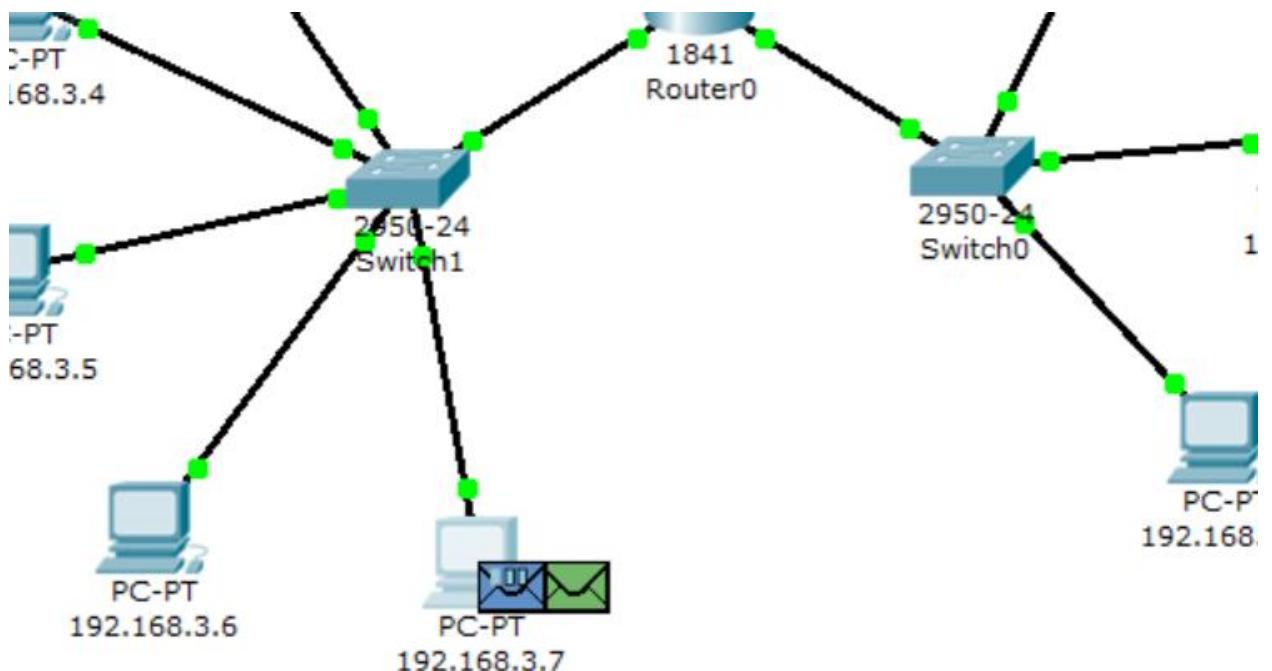
Необходимо отправить ping-запрос на несуществующий адрес в сеть 192.168.5.0/24.

Command Prompt

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.5.6

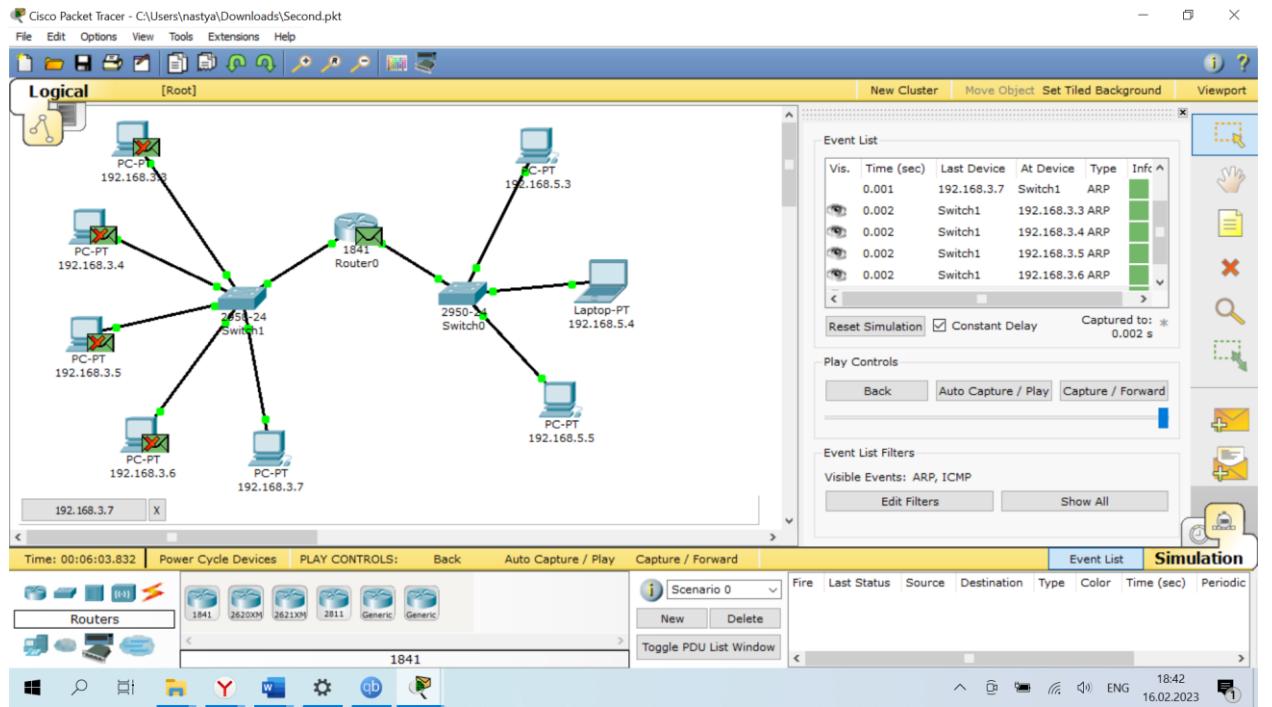
Pinging 192.168.5.6 with 32 bytes of data:
|
```

ARP-таблица на узле-источнике не содержит соответствующей записи о MAC-адресе узла 192.168.5.6, поэтому формируется ARP-запрос:

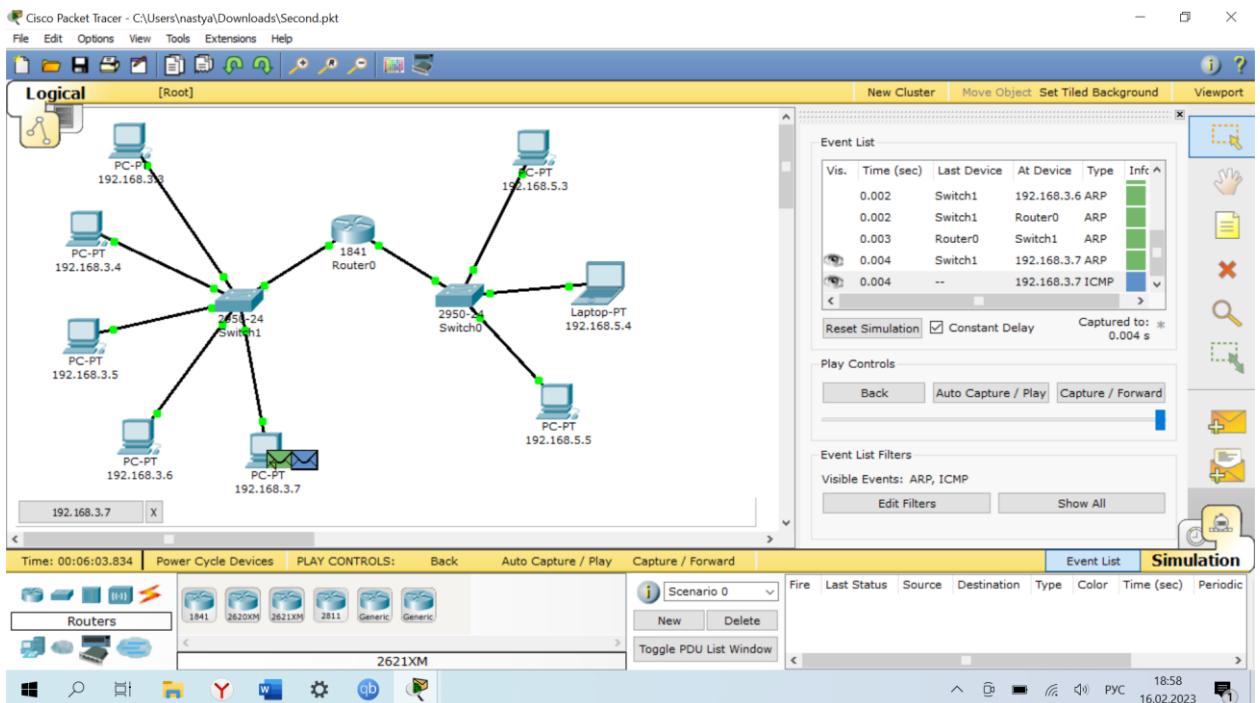


8.3.7 X

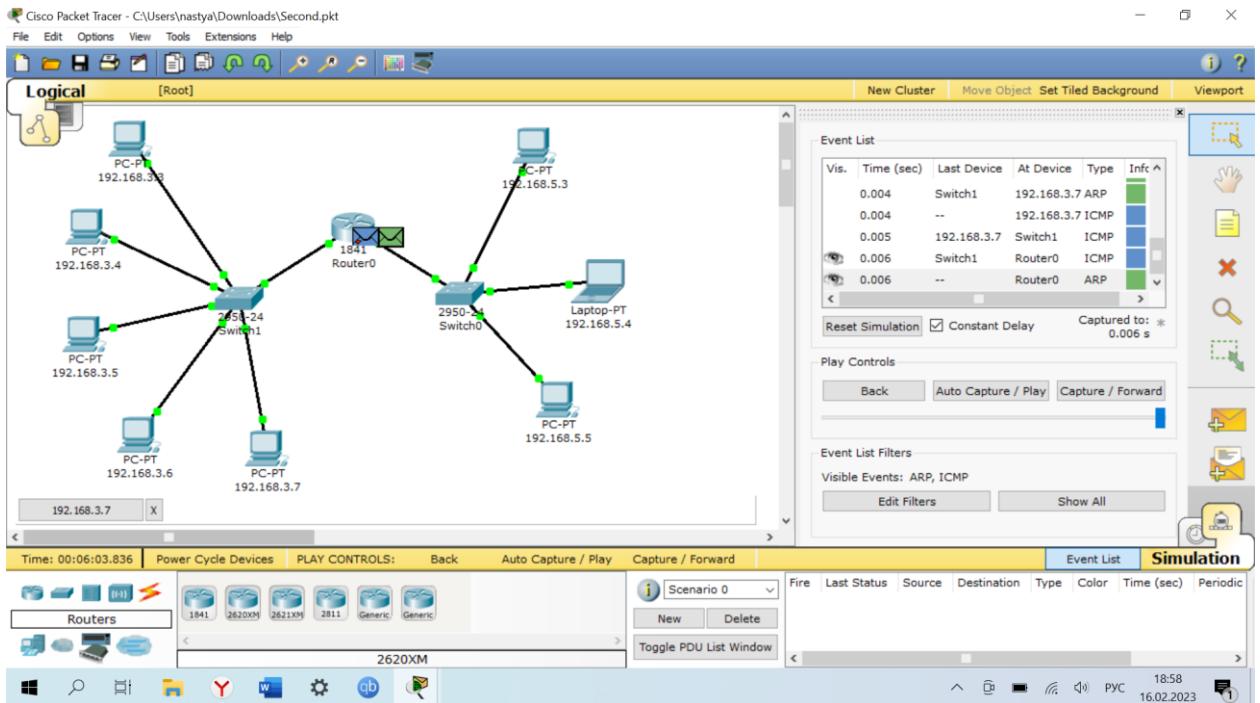
Все узлы игнорируют пакет, кроме маршрутизатора:



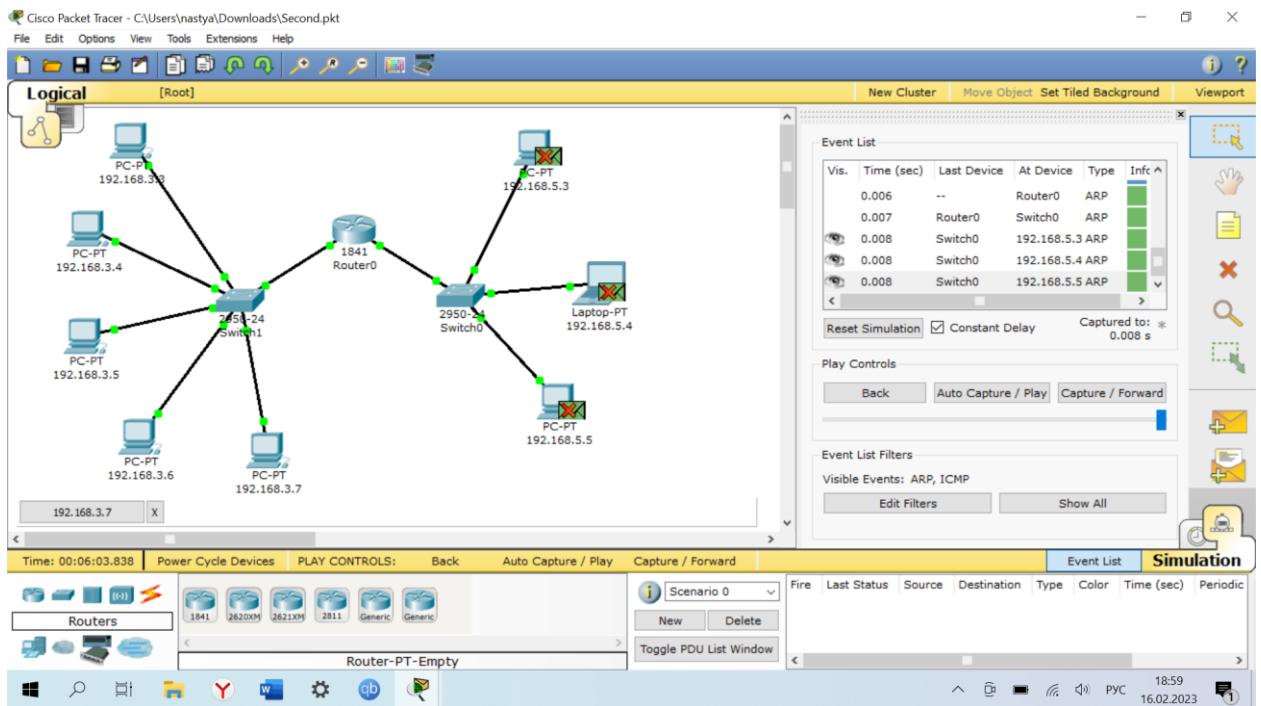
Узел 192.168.3.7 получает ARP-ответ с MAC-адресом маршрутизатора. Теперь, зная его аппаратный адрес, хост отправляет ping-запрос на узел 192.168.5.6:



Маршрутизатор пришедший пакет уничтожает, т.к. не может его перенаправить на указанный адрес, потому что соответствующего MAC-адреса он «не знает». В связи с этим маршрутизатор формирует ARP-запрос по адресу 192.168.5.6:



Все узлы подсети игнорируют пакет, потому что IP-адрес в запросе не соответствует их собственным. Маршрутизатор никакого ответа не получает:



Посмотрела ответ на ping-запрос в командной строке узла-источника:

```
Command Prompt

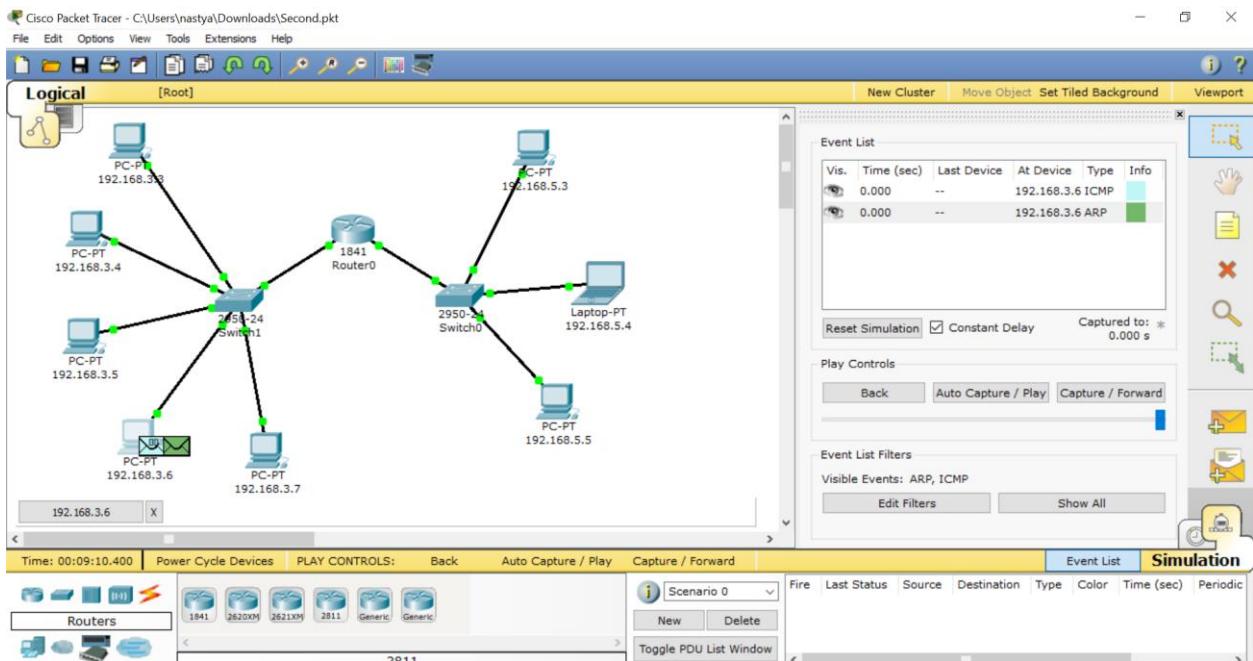
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.5.6

Pinging 192.168.5.6 with 32 bytes of data:

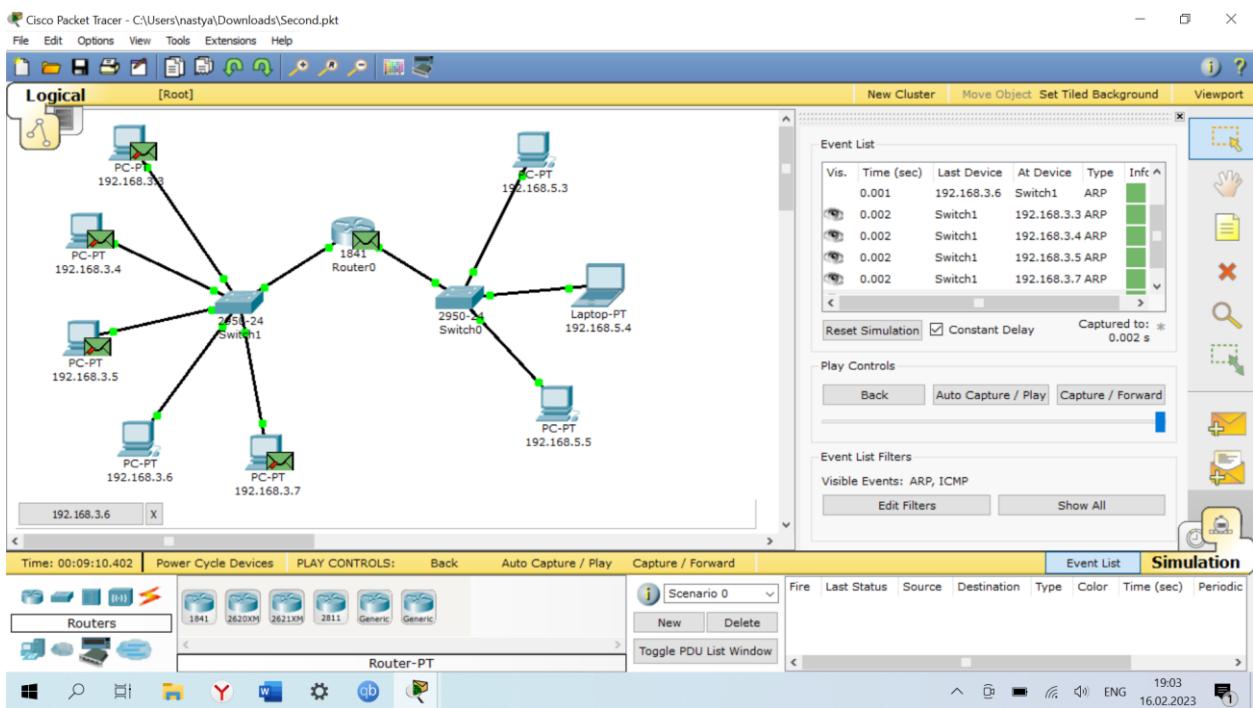
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.5.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
PC>
```

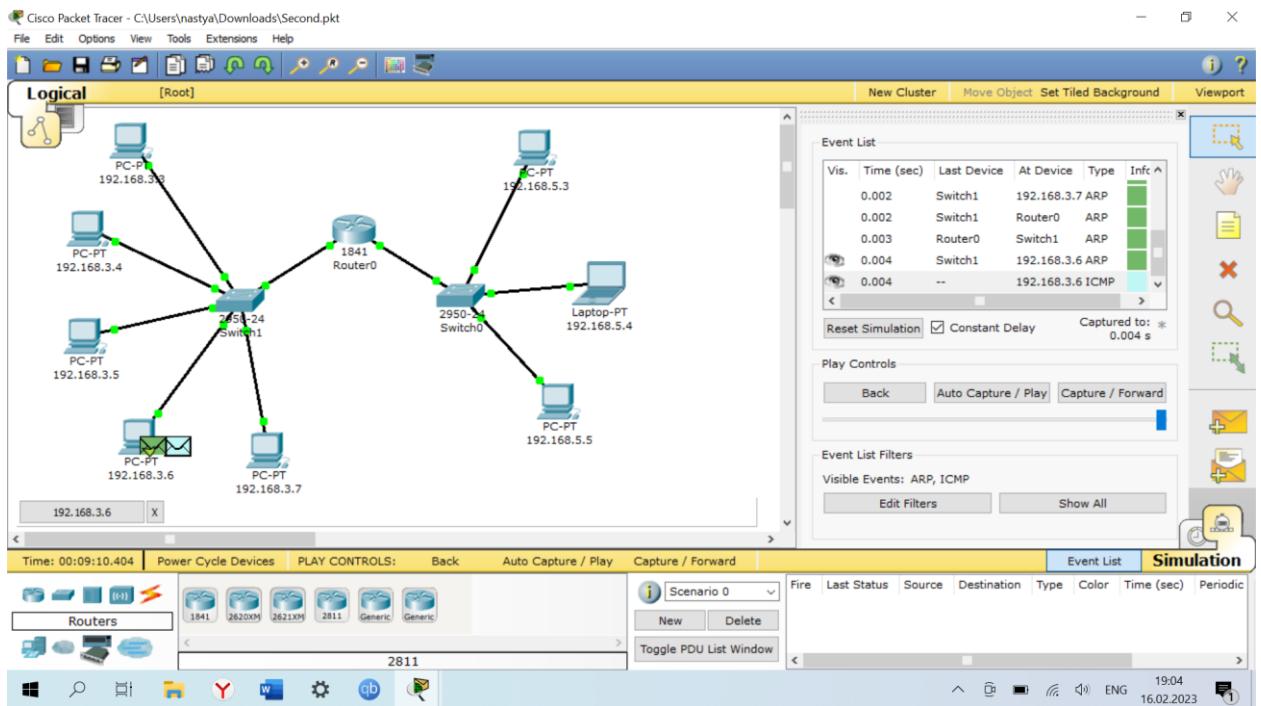
На узле 192.168.3.6 следует отправить ping-запрос на несуществующий хост с IP-адресом 192.168.6.6:



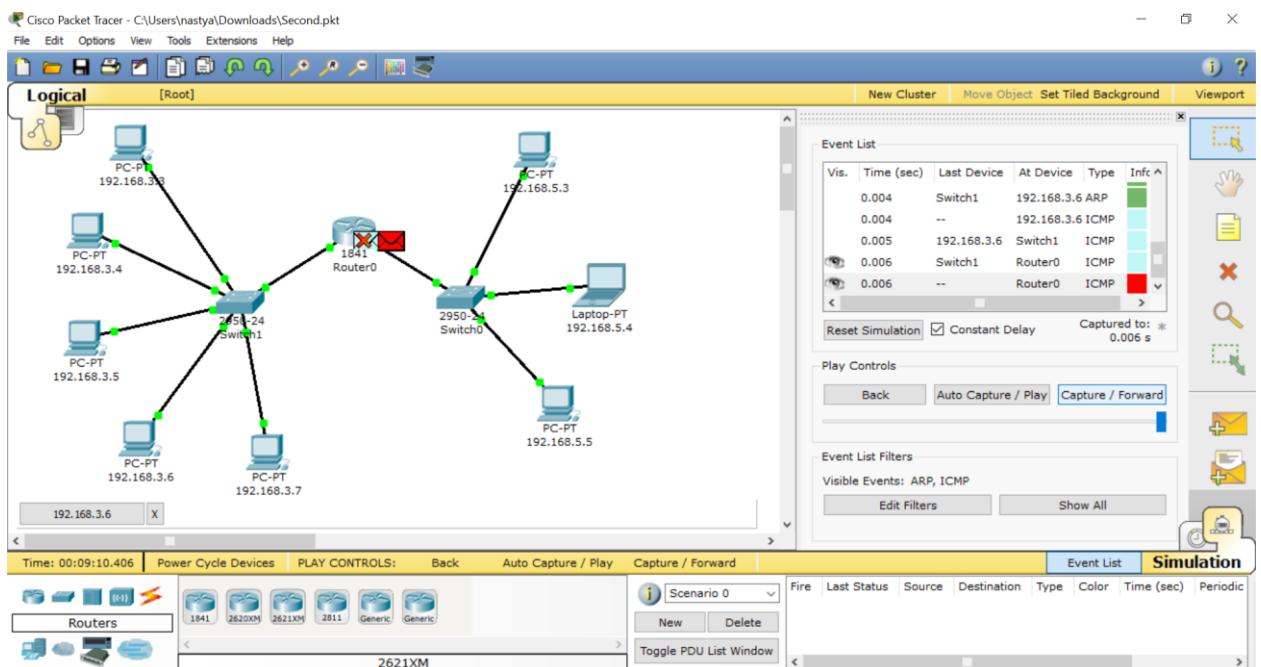
Все узлы игнорируют пакет, кроме маршрутизатора, которому этот пакет предназначался:



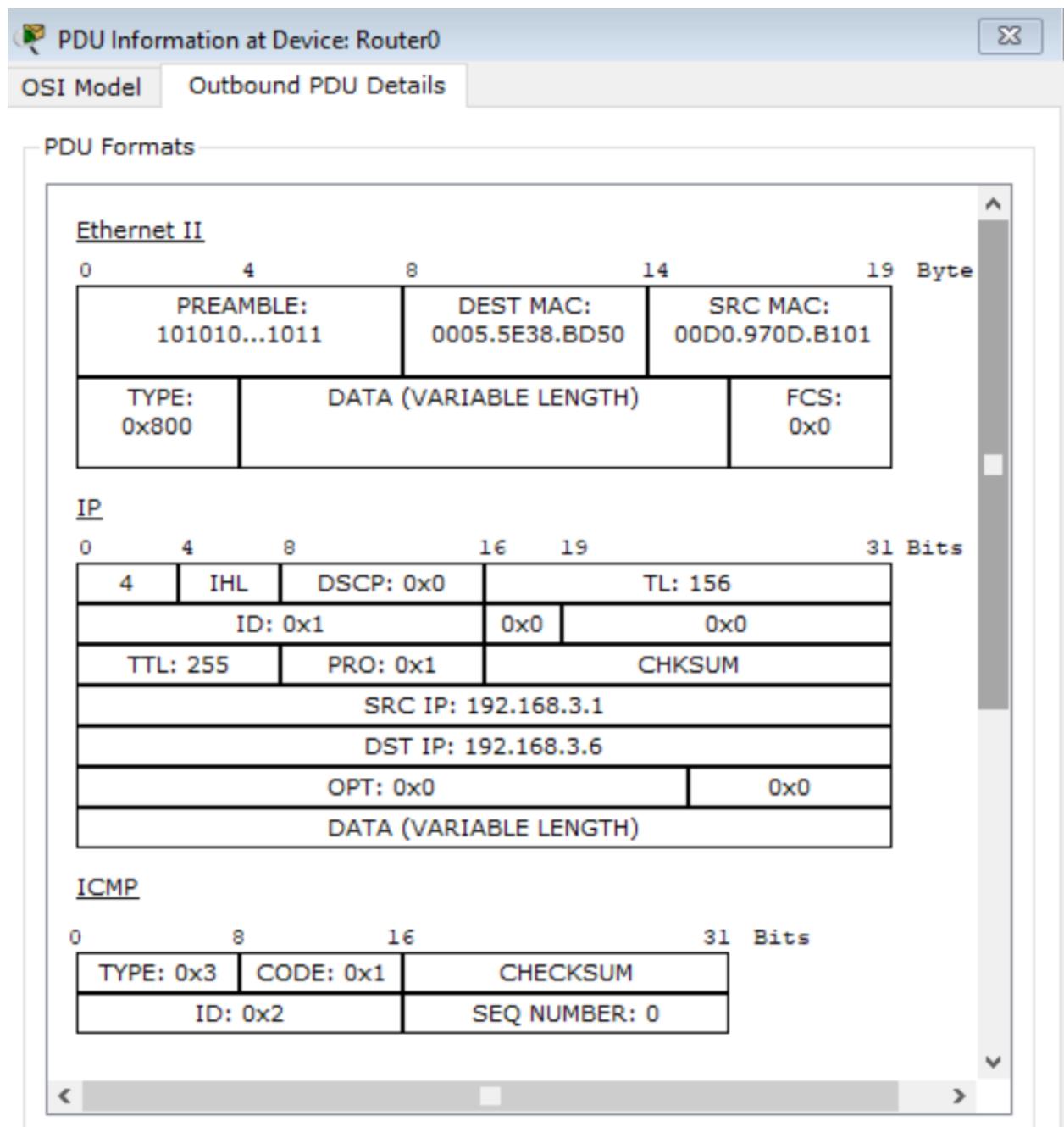
Узел 192.168.3.6 получает ARP-ответ с MAC-адресом маршрутизатора. Теперь, зная его аппаратный адрес, хост отправляет ping-запрос:



Когда ping-запрос попадает на маршрутизатор, тот не может его перенаправить не на какой из своих интерфейсов, т.к. IP-адреса его интерфейсов не совпадают с тем адресом, который указан в ping-запросе. Соответственно, этот пакет уничтожается и формируется новое ICMP-сообщение:



Посмотрела содержимое пакета, сформированного маршрутизатором:



Результат ping-запроса в командной строке узла 192.168.3.6: «хост назначения недостижим»:

Command Prompt

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.6.6

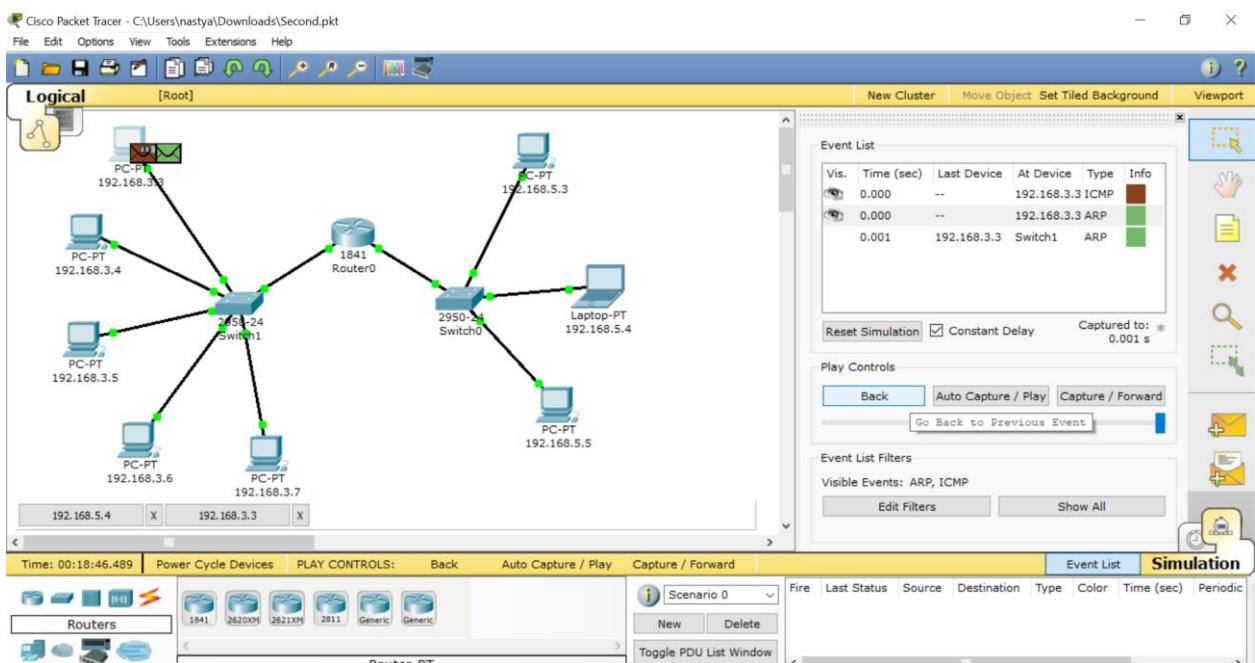
Pinging 192.168.6.6 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.1: Destination host unreachable.

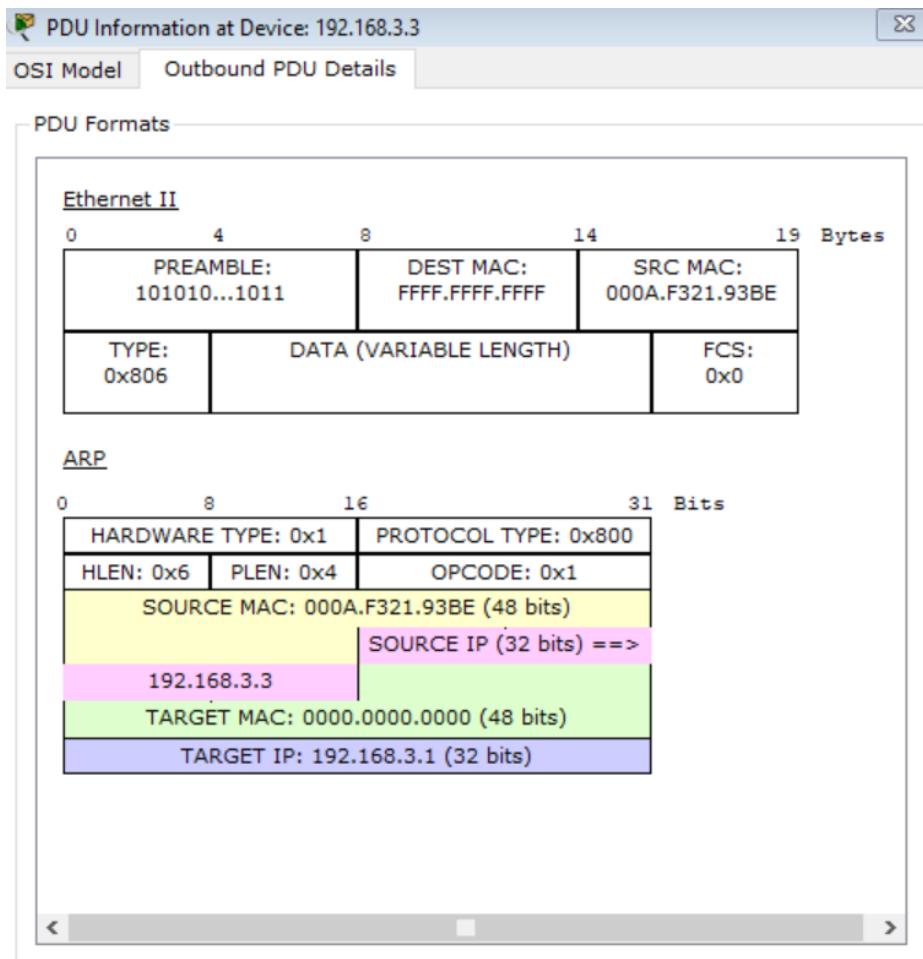
Ping statistics for 192.168.6.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
PC>
```

В соответствии с вариантом необходимо отправить тестовый ping-запрос с конечного узла с на хост.

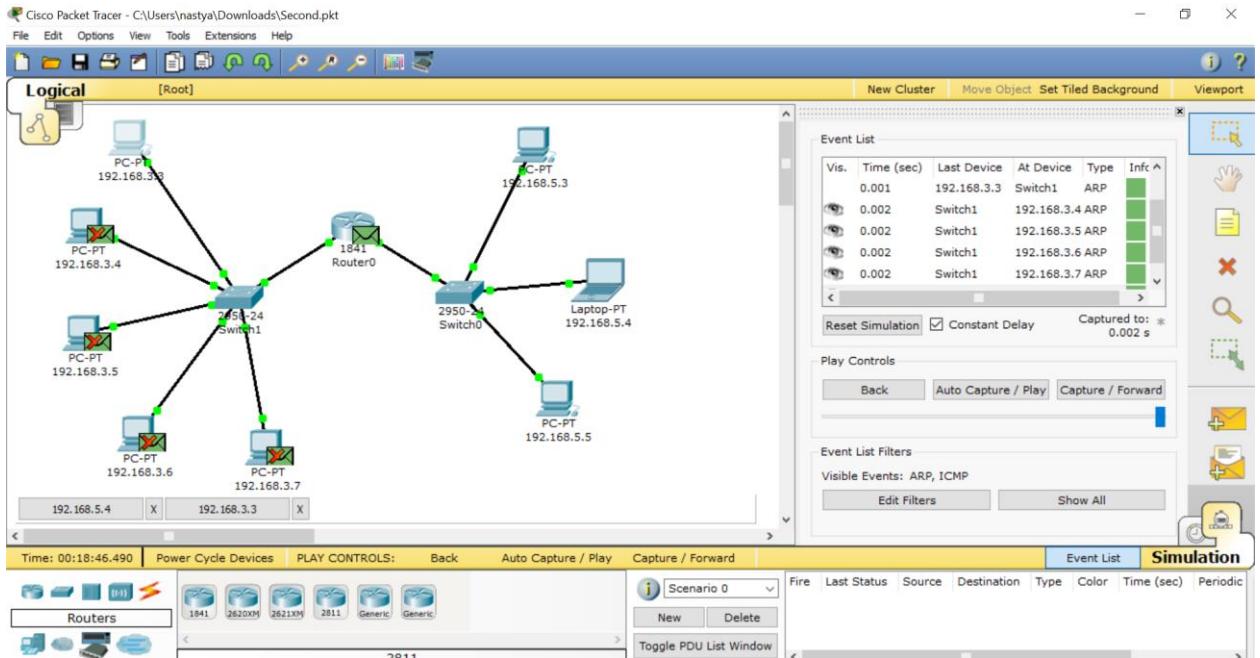
На узле источнике формируются два пакета протокола ARP и ICMP:



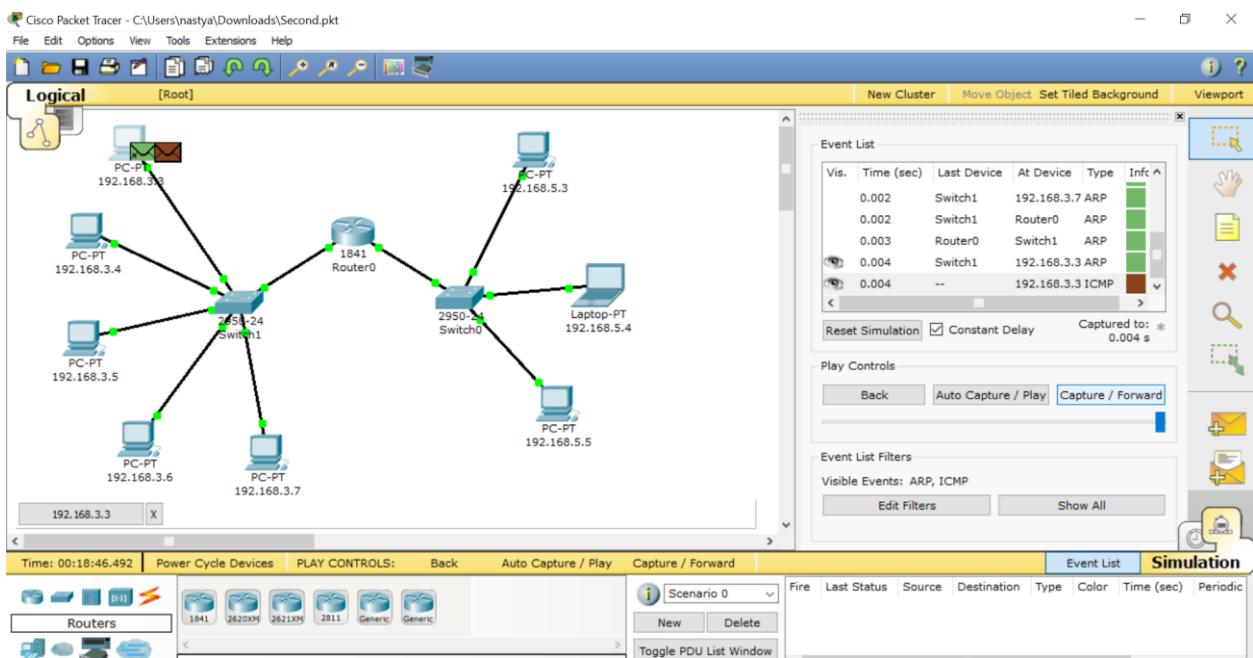
Формат пакета ARP-запроса содержит те же сведения, что и для разрешения локального адреса устройства, и рассыпается широковещательно всем узлам подсети:



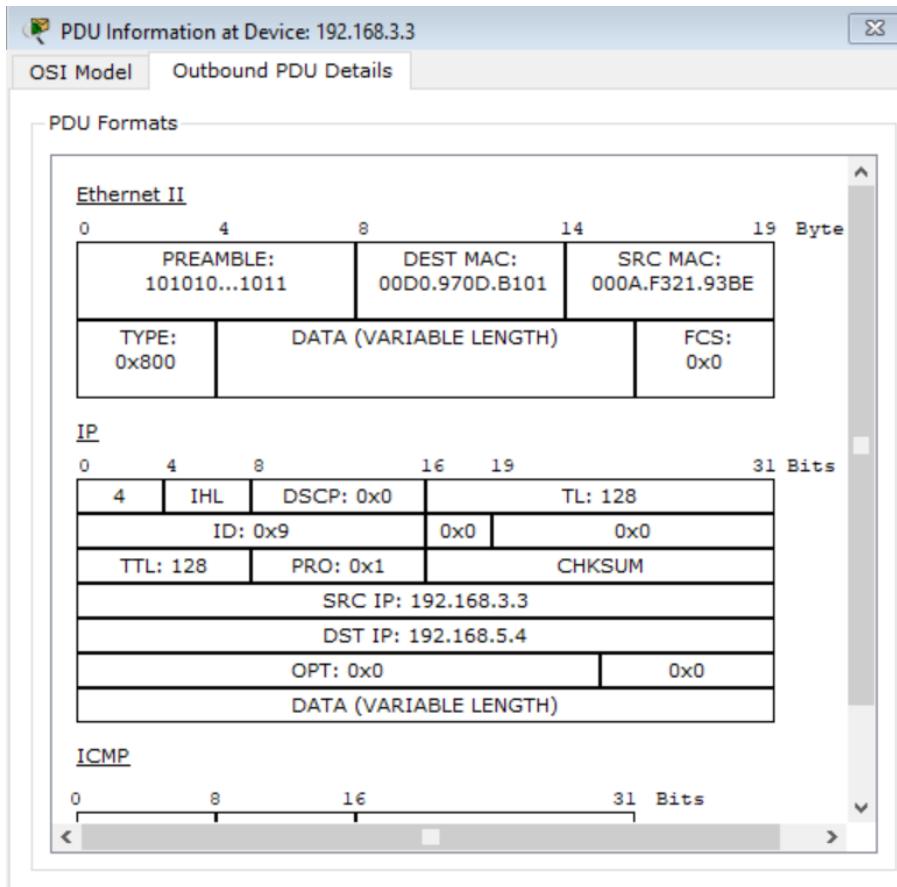
Все узлы проигнорируют пакет, кроме маршрутизатора, которому этот пакет предназначался:



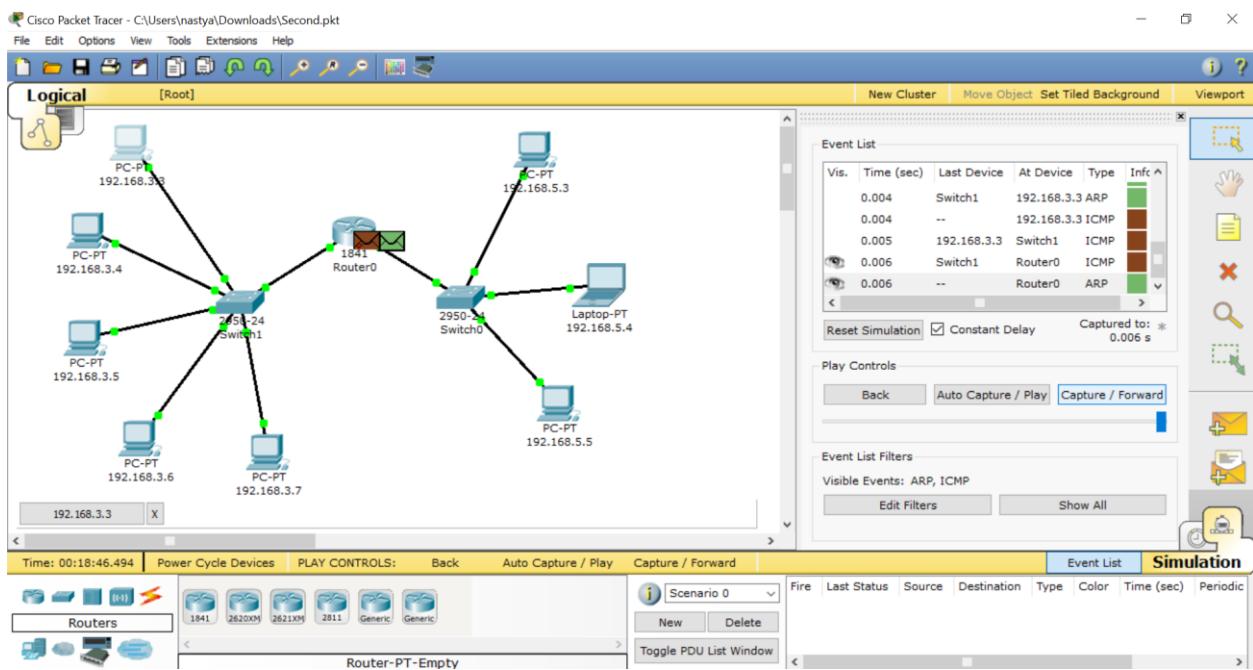
Маршрутизатор формирует ARP-ответ, указывая свой физический адрес, и отправляет его узлу 192.168.3.3:



Посмотрела содержимое пакета:



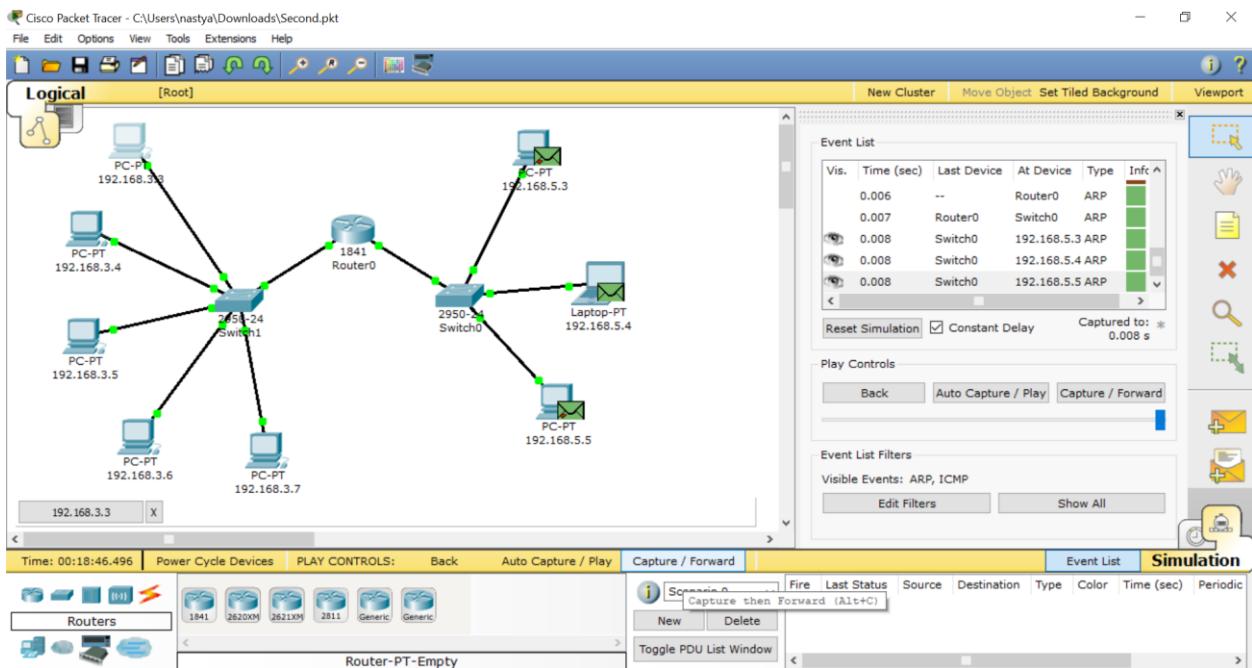
Когда запрос приходит в сеть назначения, то маршрутизатор определяет MAC-адрес получателя, если такового нет в ARP-таблице маршрутизатора:



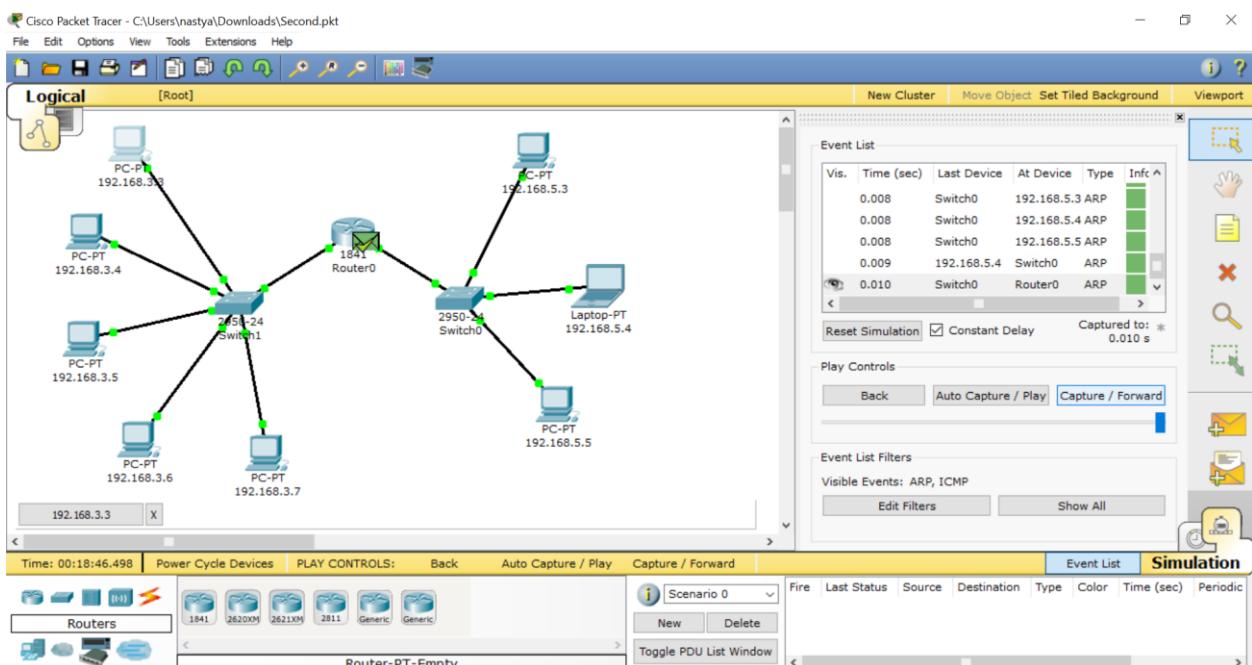
Новый ARP-запрос отправляется широковещательным сообщением от маршрутизатора, содержит его IP-адрес и MAC-адрес. IP-адрес назначения – узел 192.168.5.4:

PDU Information at Device: Router0		X																												
OSI Model		Outbound PDU Details																												
PDU Formats																														
<u>Ethernet II</u>																														
<table border="1"> <tr> <td>0</td><td>4</td><td>8</td><td>14</td><td>19 Bytes</td></tr> <tr> <td>PREAMBLE: 101010...1011</td><td></td><td>DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF</td><td>SRC MAC: 00D0.970D.B102</td><td></td></tr> <tr> <td>TYPE: 0x806</td><td>DATA (VARIABLE LENGTH)</td><td></td><td>FCS: 0x0</td><td></td></tr> </table>			0	4	8	14	19 Bytes	PREAMBLE: 101010...1011		DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF	SRC MAC: 00D0.970D.B102		TYPE: 0x806	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0														
0	4	8	14	19 Bytes																										
PREAMBLE: 101010...1011		DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF	SRC MAC: 00D0.970D.B102																											
TYPE: 0x806	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0																											
<u>ARP</u>																														
<table border="1"> <tr> <td>0</td><td>8</td><td>16</td><td>31 Bits</td></tr> <tr> <td>HARDWARE TYPE: 0x1</td><td>PROTOCOL TYPE: 0x800</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>HLEN: 0x6</td><td>PLEN: 0x4</td><td>OPCODE: 0x1</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">SOURCE MAC: 00D0.970D.B102 (48 bits)</td><td colspan="2">SOURCE IP (32 bits) ==></td></tr> <tr> <td colspan="2">192.168.5.1</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td colspan="2">TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)</td><td colspan="2"></td></tr> <tr> <td colspan="2">TARGET IP: 192.168.5.4 (32 bits)</td><td colspan="2"></td></tr> </table>			0	8	16	31 Bits	HARDWARE TYPE: 0x1	PROTOCOL TYPE: 0x800			HLEN: 0x6	PLEN: 0x4	OPCODE: 0x1		SOURCE MAC: 00D0.970D.B102 (48 bits)		SOURCE IP (32 bits) ==>		192.168.5.1				TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)				TARGET IP: 192.168.5.4 (32 bits)			
0	8	16	31 Bits																											
HARDWARE TYPE: 0x1	PROTOCOL TYPE: 0x800																													
HLEN: 0x6	PLEN: 0x4	OPCODE: 0x1																												
SOURCE MAC: 00D0.970D.B102 (48 bits)		SOURCE IP (32 bits) ==>																												
192.168.5.1																														
TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)																														
TARGET IP: 192.168.5.4 (32 bits)																														

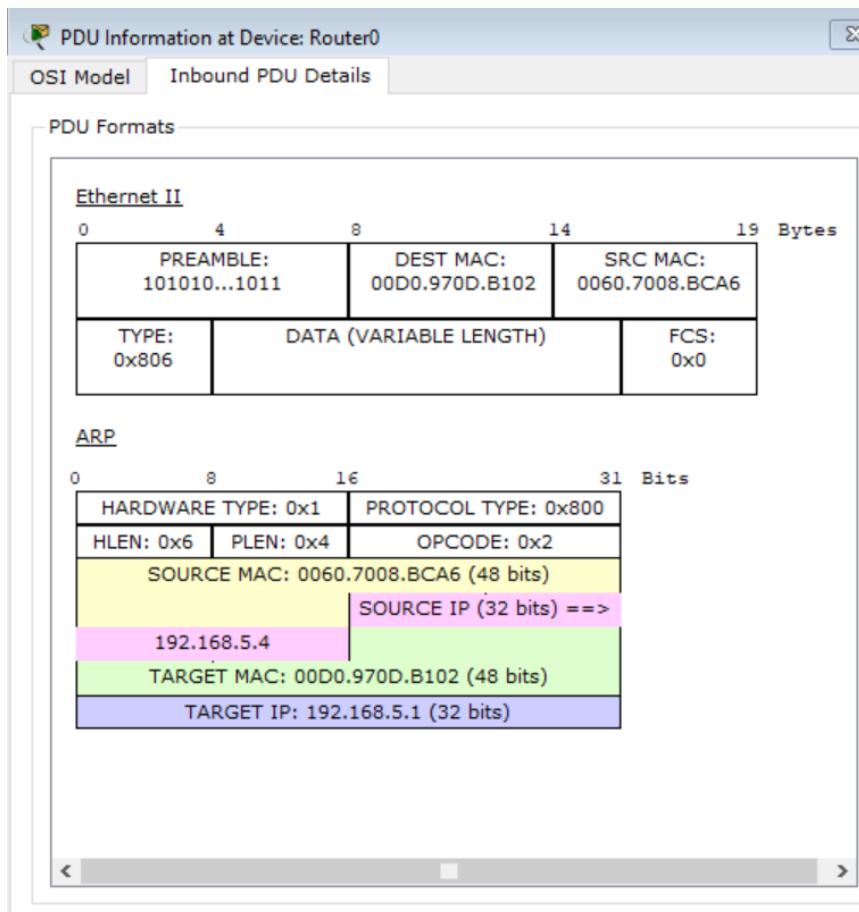
Узлы подсети, которым пакет не предназначен, его игнорируют:



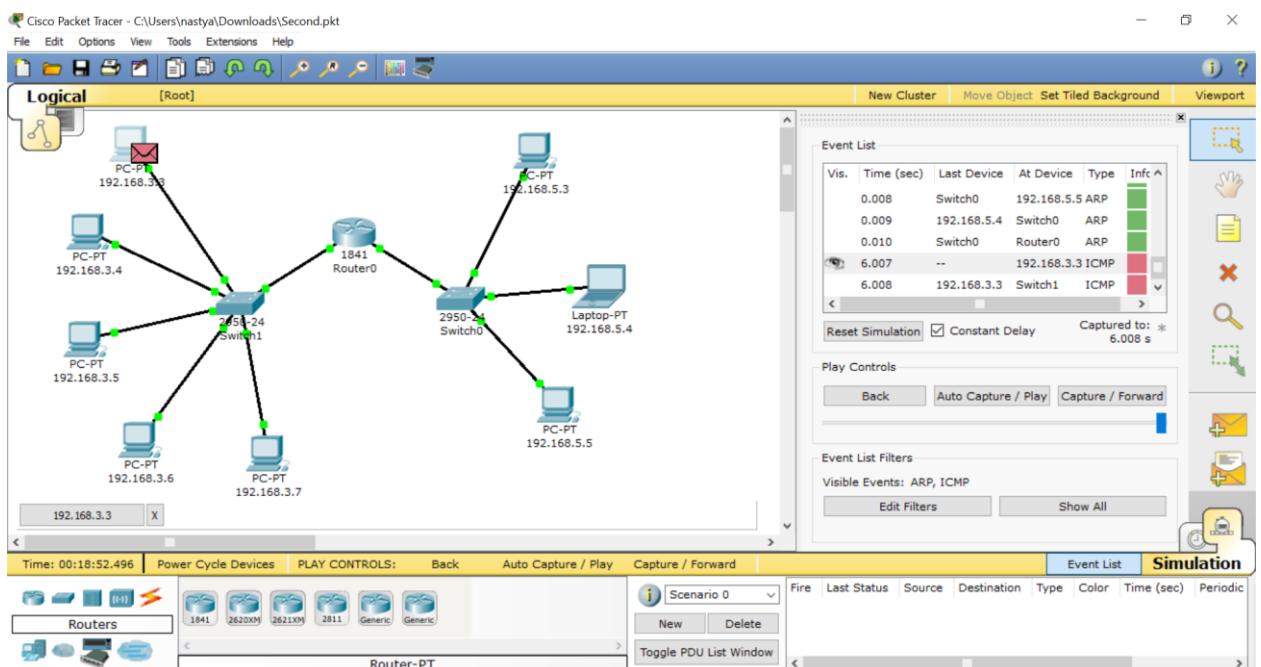
Узел формирует ARP-ответ и отправляет его обратно маршрутизатору:

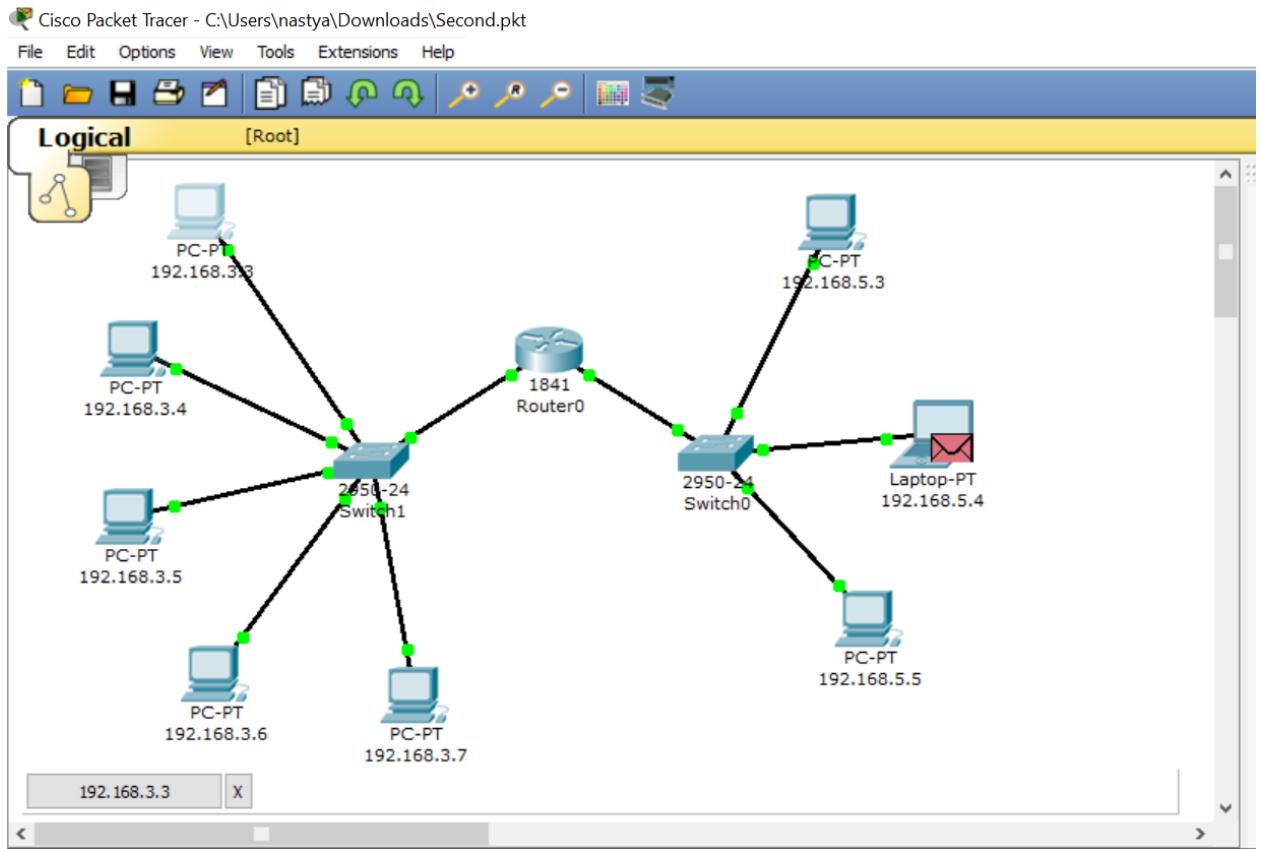


После того, как маршрутизатор определил MAC-адрес получателя входящего ping-запроса, он посыпает ICMP-ответ маршрутизатору хоста отправителя:

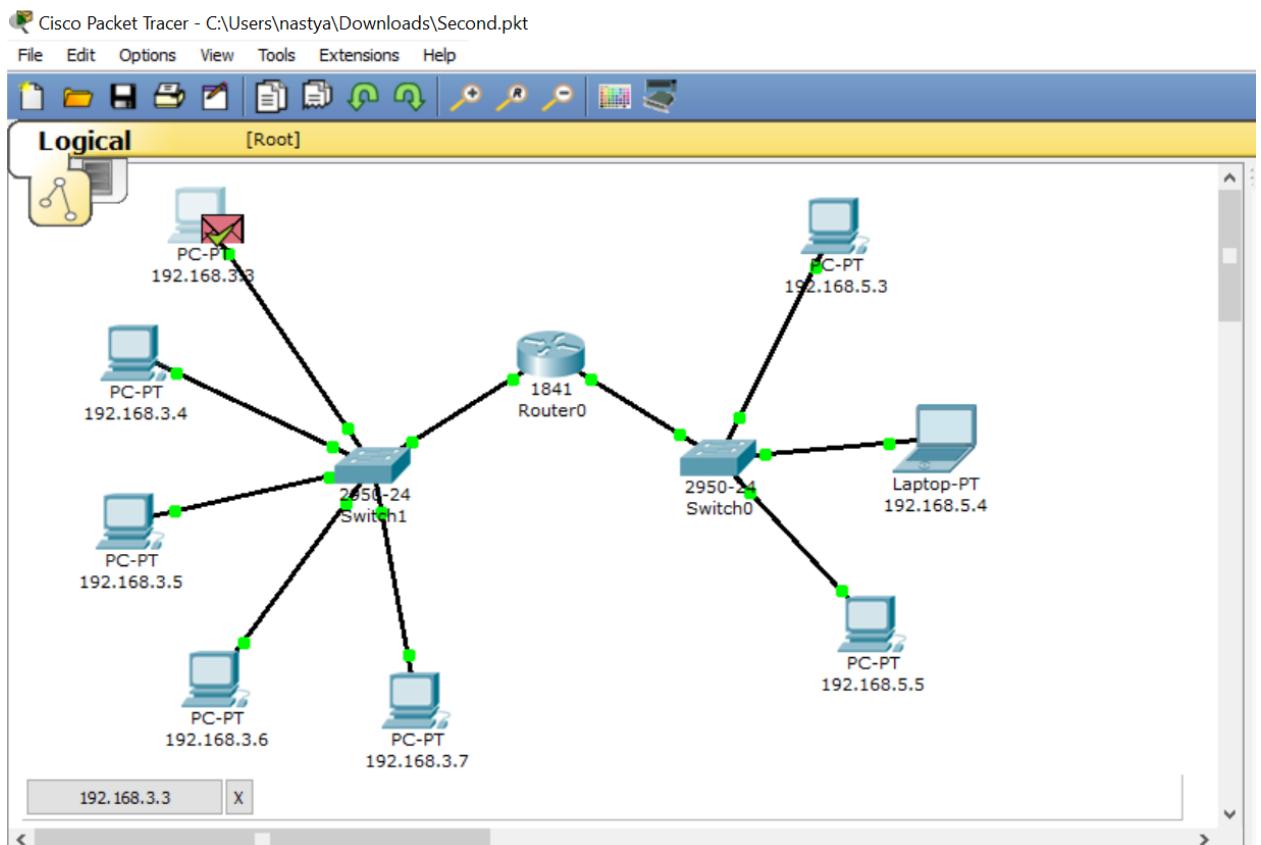


Узел снова пытается отправить ping-запрос во внешнюю сеть другому узлу:

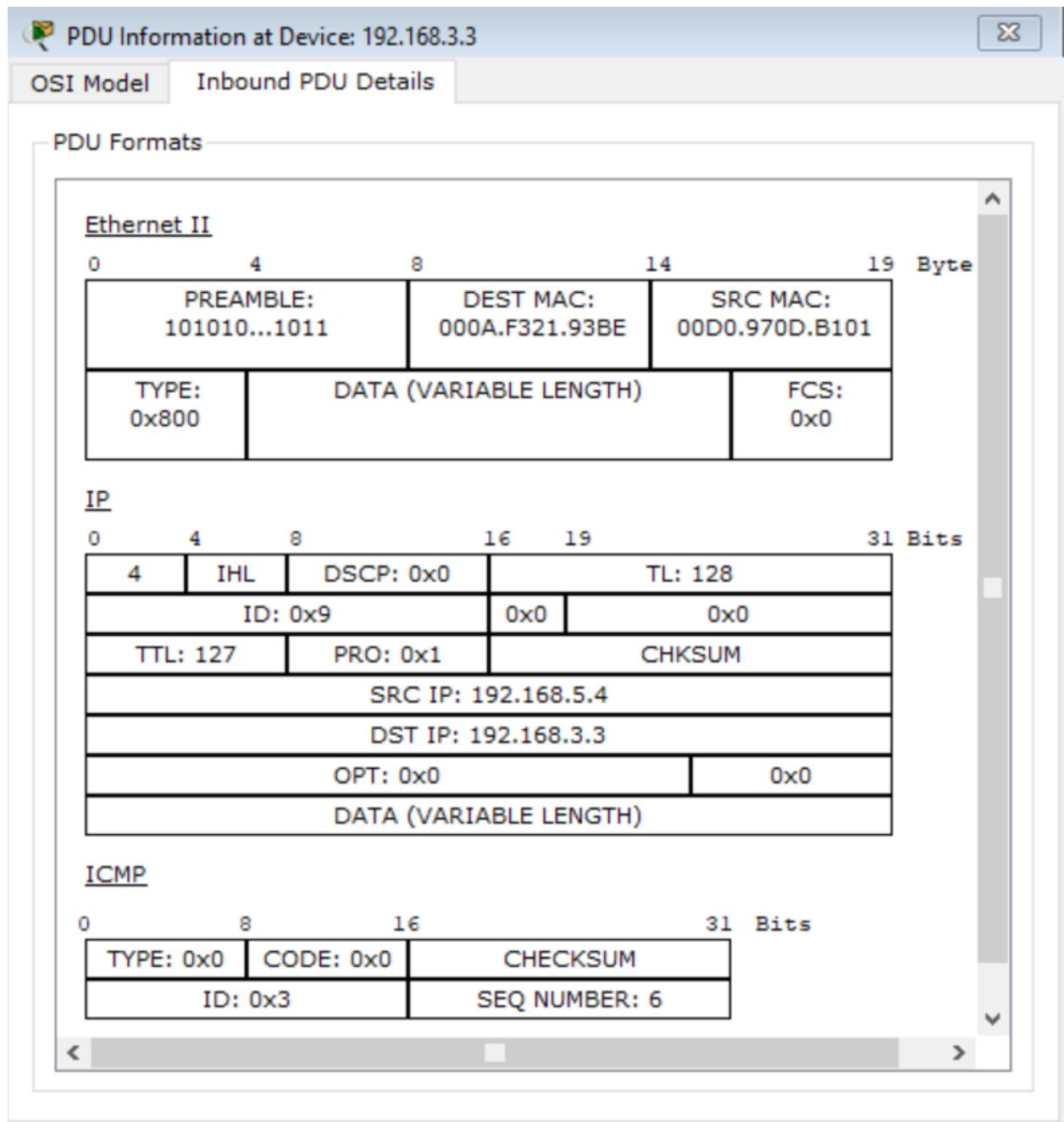




Сообщение доставлено:



Посмотрела содержимое пакета ping-ответа, пришедшего на хост:



Посмотрела ping-ответ в командной строке хоста:

```
PC>ping 192.168.5.4

Pinging 192.168.5.4 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.5.4: bytes=32 time=8ms TTL=127
Reply from 192.168.5.4: bytes=32 time=8ms TTL=127
Reply from 192.168.5.4: bytes=32 time=8ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.5.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 8ms, Maximum = 8ms, Average = 8ms
```

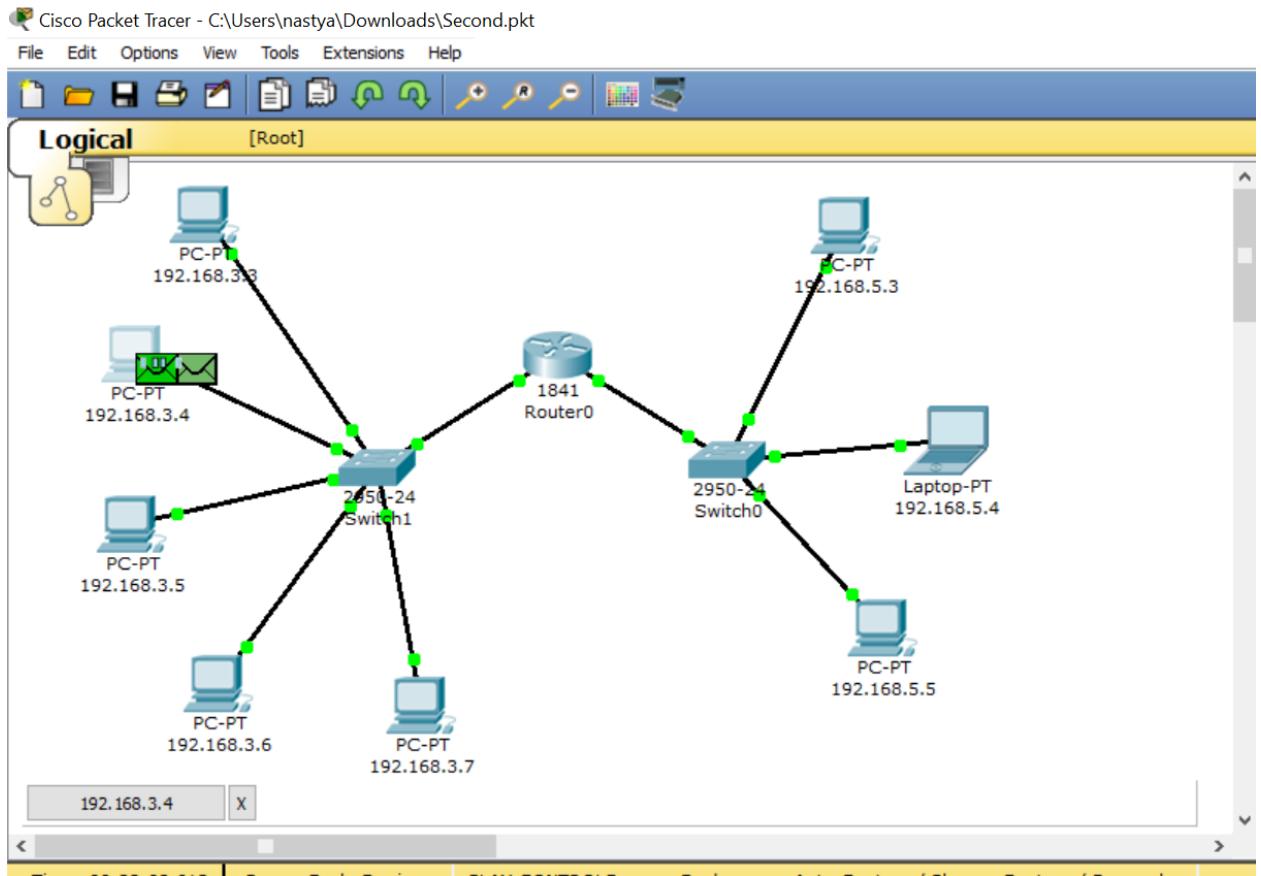
необходимо отправить тестовый ping-запрос с конечного узла на хост.

Отправление тестового ping-запроса производится с помощью “Command Prompt” и утилиты ping:

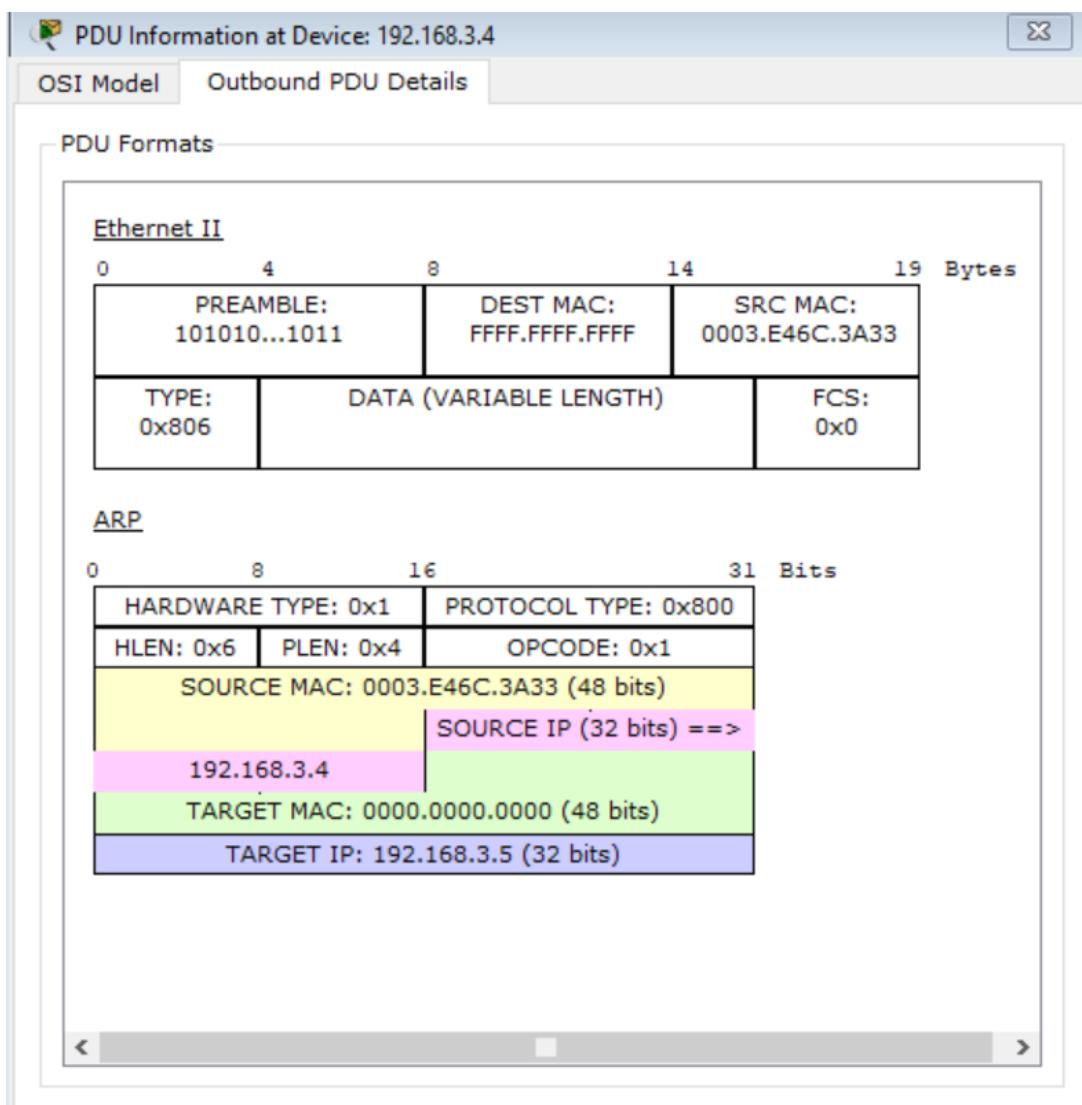
```
PC>ping 192.168.3.5

Pinging 192.168.3.5 with 32 bytes of data:
```

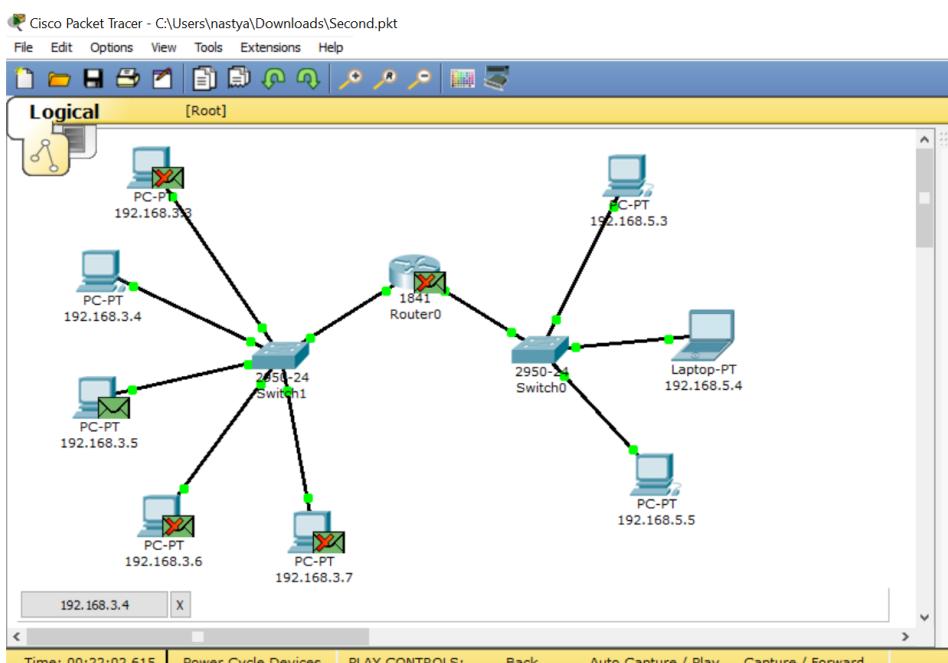
На устройстве-источнике формируются два пакета протокола ARP и ICMP. ARP-запрос возникает всегда, когда хост пытается связаться с другим хостом:



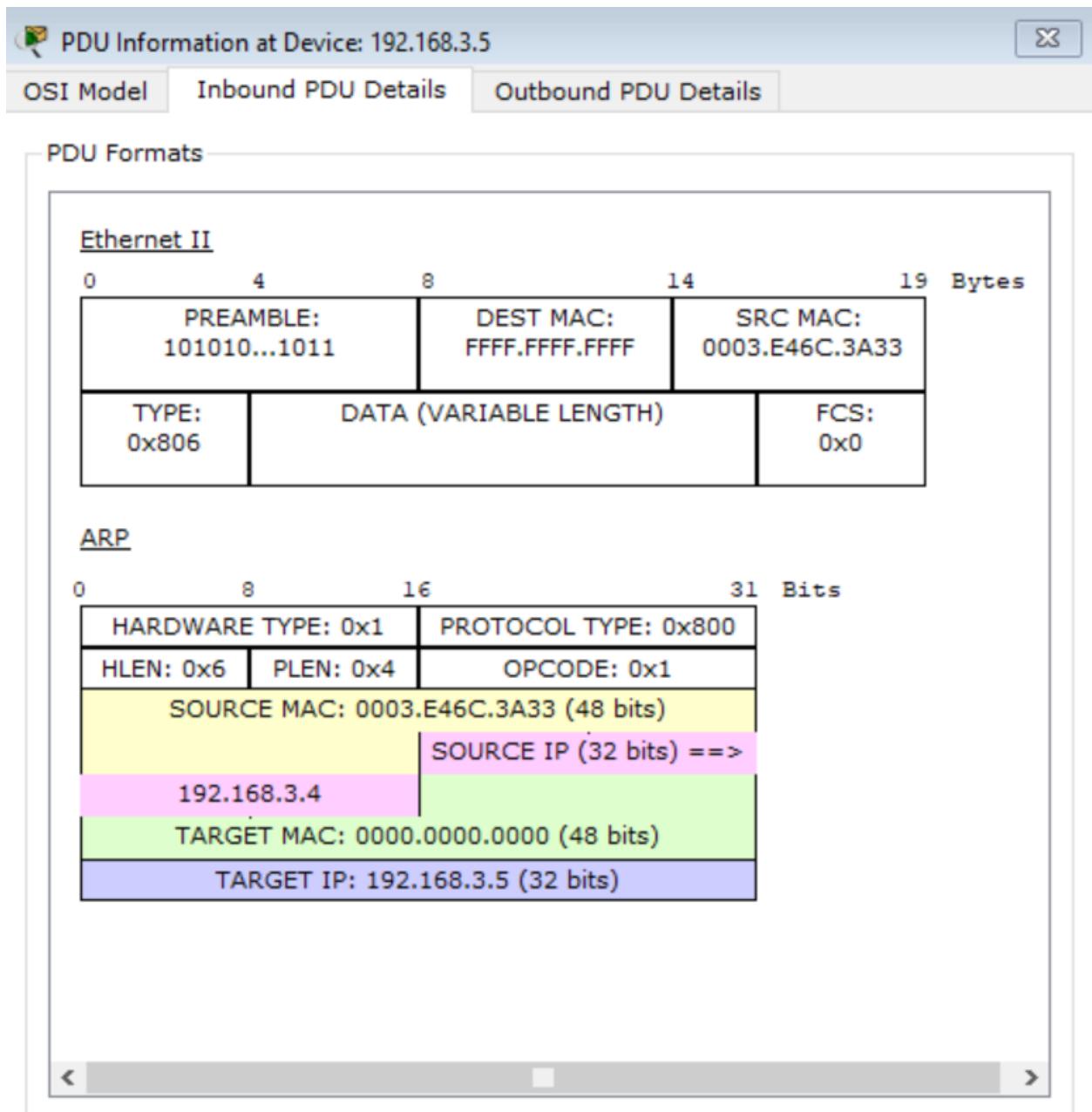
Посмотрела пакета ARP-запрос:



Каждый хост получит запрос и проверит на соответствие свой IP-адрес. Если IP-адрес не совпадает с указанным в запросе, то запрос игнорируется:

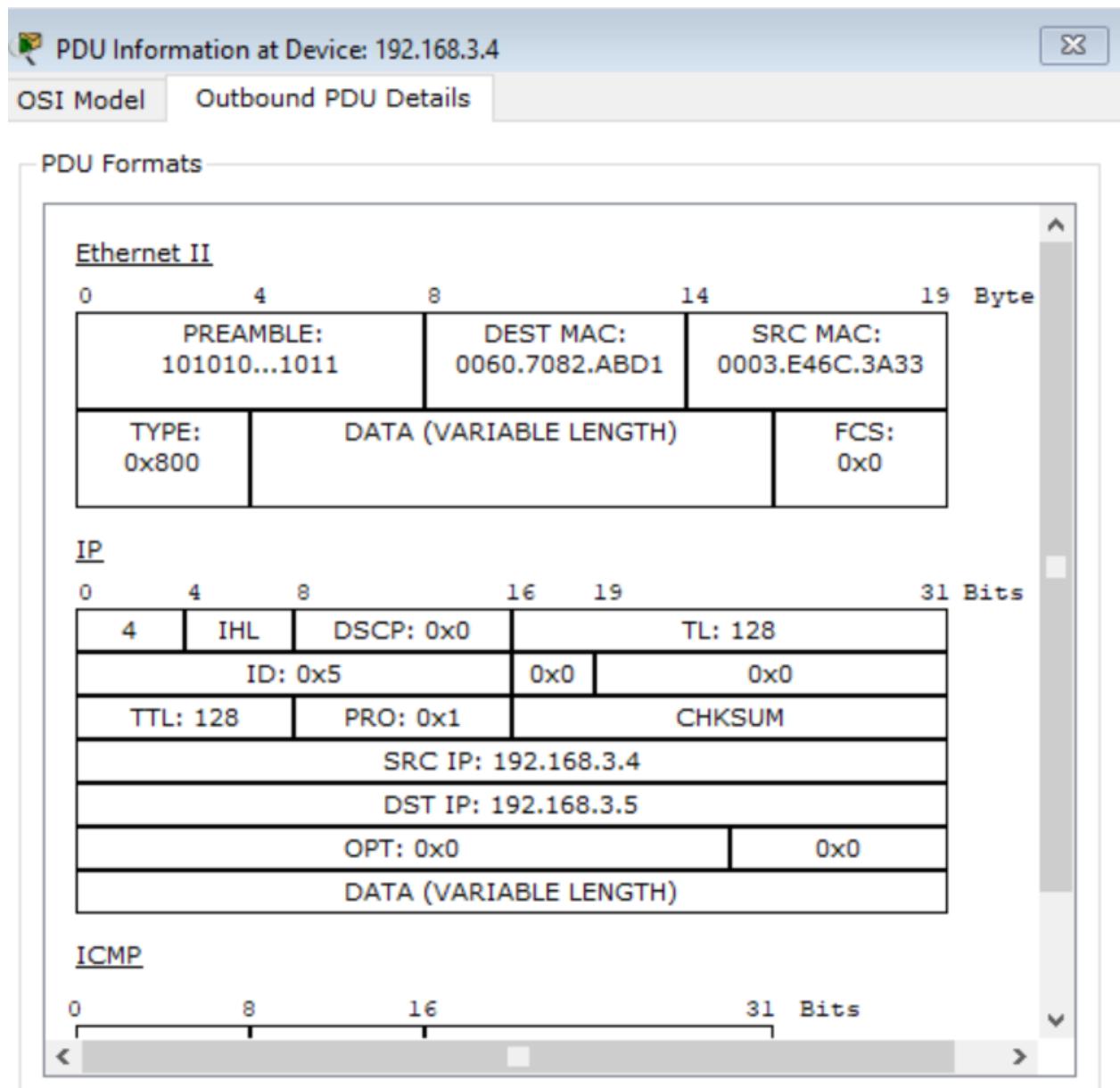


Посмотрела ARP-ответ, пришедшего на хост 192.168.3.5:

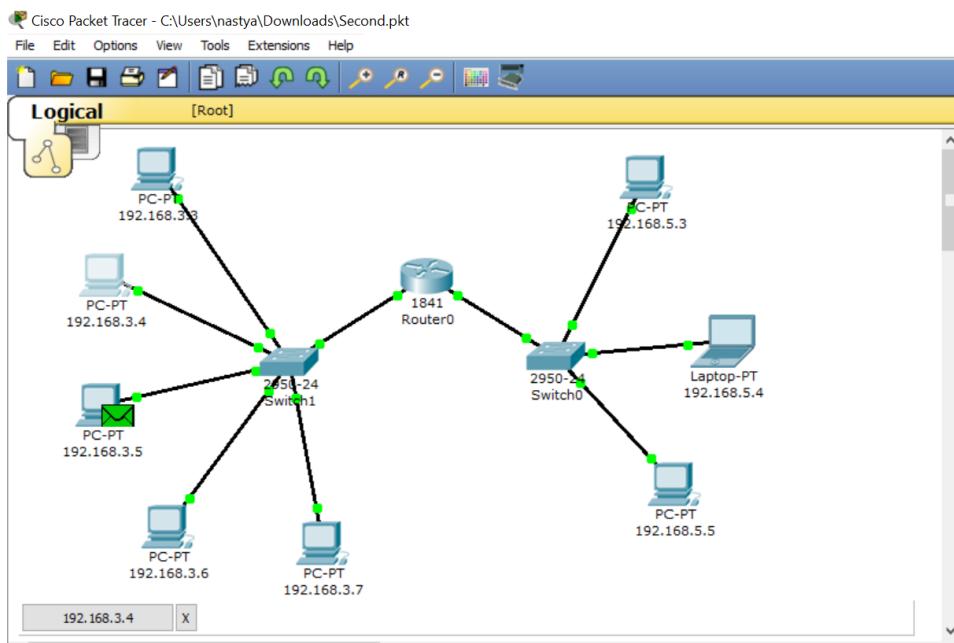


Узел 192.168.3.5. послал ARP-ответ отправителю, используя его MAC-адрес, с указанием собственного MAC-адреса в поле “Target MAC”.

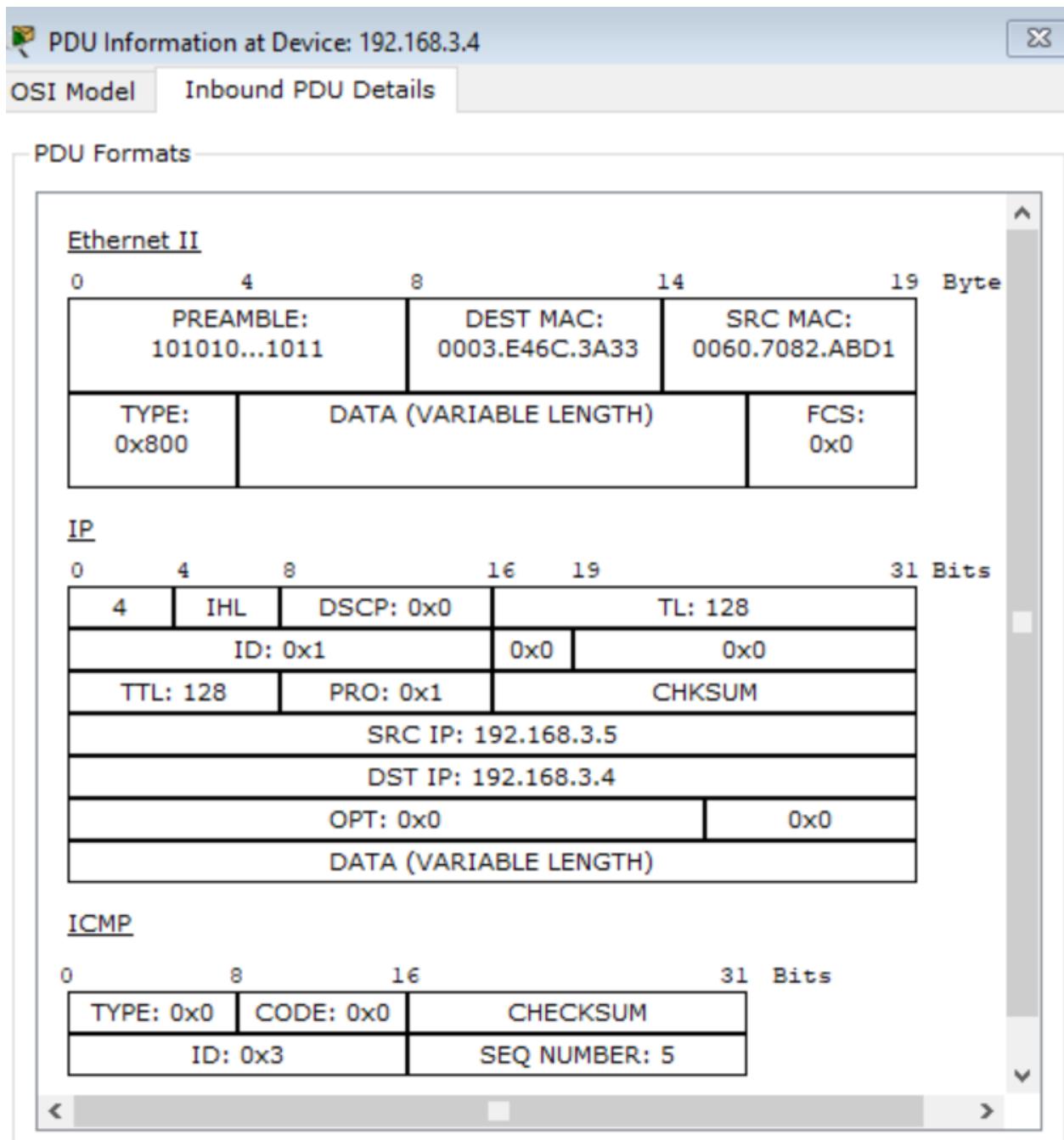
Посмотрела содержимое пакета:



Запрос производится на хост 192.168.3.5 через коммутатор:



Посмотрела содержимое пакета ping-ответа, пришедшего на хост 192.168.3.4:



Посмотрела ping-ответ в командной строке хоста 192.168.3.4:

```
PC>ping 192.168.3.5

Pinging 192.168.3.5 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=8ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.3.5: bytes=32 time=4ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.3.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 4ms, Maximum = 8ms, Average = 5ms

PC>
```