

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА

Институт радиоэлектроники и информационных технологий

Кафедра информатики и систем управления

Отчет

по лабораторной работе № 2

по дисциплине

Сети и телекоммуникации

(наименование дисциплины)

РУКОВОДИТЕЛЬ:

(подпись)

Гай В.Е.
(фамилия, и.,о.)

СТУДЕНТ:

(подпись)

Рыжков Н. Д
(фамилия, и.,о.)

17-АС
(шифр группы)

Работа защищена «__» _____

С оценкой _____

Нижний Новгород 2020

Цель:

- Получить практические навыки в составлении кадра для широковещательной передачи ARP-запроса хостом А и кадра ARP-ответа хостом В хосту А. Получение базовых навыков по работе с генераторами пакетов PacketETH.
- Получить практические навыки в вычислении контрольной суммы заголовка IP-пакета.

Ход работы

Часть 1

- Подготовить и записать в 16-тиричном виде пример кадра для широковещательной передачи ARP-запроса хостом А и кадра ARP-ответа хостом В хосту А. В кадре ARP-ответа поля для MAC-адреса хоста В не заполнять. (Хост А - это ПК, за которым работает бригада студентов. IP-адрес хоста В выбирается студентом по схеме ЛВС лаб.521). IP-адрес хоста А можно узнать с помощью команд `ifconfig` и `ip addr show`.

Кадр широковещательной передачи ARP-запроса хостом А хосту В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Destination MAC						Source MAC						ETHER TYPE		HTYPE		
ff	ff	ff	ff	ff	ff	64	5a	04	93	55	0e	08	06	00	01	
PTYPE		HLEN		PLEN		OP CODE		Source MAC				Source IP				
08	00	06		04		00 01		64	5a	04	93	55	0e	c0	a8	58 0a
Destination MAC						Destination IP										
00	00	00	00	00	00	c0	a8	58	0d							

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5	0.614634498	HuaweiTe_e3:40:45	Broadcast	ARP	42	who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.13
6	7.286594167	Routerbo_0c:0b:71	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	who has 192.168.88.10? Tell 192.168.88.1
7	7.286615888	ChiconyE_93:55:0e	Routerbo_0c:0b:71	ARP	42	192.168.88.10 is at 64:5a:04:93:55:0e
8	79.242768954	ChiconyE_93:55:0e	Broadcast	ARP	42	who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.10
9	79.243861084	Routerbo_0c:0b:71	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.1 is at 4c:5e:0c:0c:0b:71
10	79.486629213	ChiconyE_93:55:0e	Broadcast	ARP	42	who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
▼ Frame 10: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0						
▼ Ethernet II, Src: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)						
▼ Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)						
▼ Source: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Type: ARP (0x0806)						
▼ Address Resolution Protocol (request)						
Hardware type: Ethernet (1)						
Protocol type: IPv4 (0x0800)						
Hardware size: 6						
Protocol size: 4						
Opcode: request (1)						
Sender MAC address: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Sender IP address: 192.168.88.10						
Target MAC address: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00)						
Target IP address: 192.168.88.13						
0000	ff ff ff ff ff ff 64 5a 04 93 55 0e 08 06 00 01dZ..U...				
0010	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 c0 a8 58 0adZ..U...X.				
0020	00 00 00 00 00 00 00 c0 a8 58 0dX.				

Address Resolution Protocol (arp), 28 bytes

Packets: 31 · Displayed: 31 (100.0%) · Dropped: 0 (0.0%) · Profile: Default

Кадр широковещательной передачи ARP-ответа хостом В хосту А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Destination MAC						Source MAC						ETHER TYPE		HTYPE	
64	5a	04	93	55	0e							08	06	00	01
PTYPE		HLEN		PLEN		OP CODE		Source MAC				Source IP			
08	00	06		04		00 02						c0	a8	58	0d
Destination MAC						Destination IP									
64	5a	04	93	55	0e	c0		a8		58					

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5	0.614634498	HuaweiTe_e3:40:45	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.13
6	7.286594167	Routerbo_0c:0b:71	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	Who has 192.168.88.10? Tell 192.168.88.1
7	7.286615888	ChiconyE_93:55:0e	Routerbo_0c:0b:71	ARP	42	192.168.88.10 is at 64:5a:04:93:55:0e
8	79.242768954	ChiconyE_93:55:0e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.10
9	79.243861084	Routerbo_0c:0b:71	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.1 is at 4c:5e:0c:0c:0b:71
10	79.486629213	ChiconyE_93:55:0e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
11	79.599677792	Azurewav_42:5e:99	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.88.1? Tell 192.168.88.15
12	79.616904555	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.13 is at 3c:fa:43:e3:40:45
Frame 12: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0						
Ethernet II, Src: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45), Dst: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Destination: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Source: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)						
Type: ARP (0x0806)						
Address Resolution Protocol (reply)						
Hardware type: Ethernet (1)						
Protocol type: IPv4 (0x0800)						
Hardware size: 6						
Protocol size: 4						
Opcode: reply (2)						
Sender MAC address: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)						
Sender IP address: 192.168.88.13						
Target MAC address: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Target IP address: 192.168.88.10						
0000	64	5a	04	93	55	0e 3c fa 43 e3 40 45 08 06 00 01
0010	08	00	06	04	00	02 3c fa 43 e3 40 45 c0 a8 58 0d
0020	64	5a	04	93	55	0e c0 a8 58 0d

- 2) Начать захват пакетов при помощи любого из изученных анализаторов протоколов. Захват проводить по фильтру (IP-адреса источника и получателя, протокол ARP; для tcpdump дополнительно указать размер пакета 1500 байт, а также флаг отображения пакета (включая заголовок кадра Ethernet) в 16-теричном и ASCII виде).

```
PING 192.168.88.13 (192.168.88.13) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=1 ttl=64 time=243 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=2 ttl=64 time=19.5 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=3 ttl=64 time=43.6 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=4 ttl=64 time=65.2 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=5 ttl=64 time=84.8 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=6 ttl=64 time=110 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=7 ttl=64 time=29.0 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=8 ttl=64 time=51.9 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=9 ttl=64 time=75.9 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=10 ttl=64 time=201 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=11 ttl=64 time=19.6 ms
64 bytes from 192.168.88.13: icmp_seq=12 ttl=64 time=460 ms
```

Capture

...using this filter: `[(src 192.168.88.10 && dst 192.168.88.13) || (src 192.168.88.13 && dst 192.168.88.10)] && arp` 9 interfaces shown, 9 hidden

any
Loopback: lo
enp1s0
wlp2s0
br-2388956a77f0
docker0
br-f4f576659e5e
nflq

Learn

User's Guide · Wiki · Questions and Answers · Mailing Lists

You are running Wireshark 2.6.10 (Git v2.6.10 packaged as 2.6.10-1~ubuntu18.04.0).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
2	0.071108233	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.13 is at 3c:fa:43:e3:40:45
3	6.191639083	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	who has 192.168.88.10? Tell 192.168.88.13
4	6.191685729	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	192.168.88.10 is at 64:5a:04:93:55:0e
5	23.409517174	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	who has 192.168.88.10? Tell 192.168.88.13
6	23.409558032	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	192.168.88.10 is at 64:5a:04:93:55:0e
7	40.172466377	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	who has 192.168.88.10? Tell 192.168.88.13
8	40.172502654	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	192.168.88.10 is at 64:5a:04:93:55:0e
9	51.200047516	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
10	51.270678223	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.13 is at 3c:fa:43:e3:40:45

▶ Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0

▶ Ethernet II, Src: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e), Dst: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)

▶ Destination: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)

▶ Source: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)

Type: ARP (0x0806)

▶ Address Resolution Protocol (request)

Hardware type: Ethernet (1)

Protocol type: IPv4 (0x0800)

Hardware size: 6

Protocol size: 4

Opcode: request (1)

Sender MAC address: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)

Sender IP address: 192.168.88.10

Target MAC address: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00)

0000 3c fa 43 e3 40 45 64 5a 04 93 55 0e 08 06 00 01 < C @EdZ ..U...
 0010 00 00 00 04 00 01 64 5a 04 93 55 0e c0 a8 58 0adZ ..U...X-
 0020 00 00 00 00 00 00 c0 a8 58 0dX-

Address Resolution Protocol (arp), 28 bytes

Packets: 10 · Displayed: 10 (100.0%)

Profile: Default

- 3) Сформировать кадр ARP-запроса с помощью утилиты `packit` и отправить его в сеть. Команду сохранить для отчета.

Команда:

```
sudo packit -m inject -t ARP -c 1 -A 1 -y 192.168.88.13 -Y 3c:fa:43:e3:40:45 -x 192.168.88.10 -X 64:5A:04:93:55:0E -E 3c:fa:43:e3:40:45 -i wlp2s0
```

```
@pc:~$ sudo packit -m inject -t ARP -c 1 -A 1 -y 192.168.88.13 -Y 3c:fa:43:e3:40:45 -x 192.168.88.10 -X 64:5A:04:93:55:0E -E 3c:fa:43:e3:40:45 -i wlp2s0
Mode: Packet Injection using device: wlp2s0

ARP header: Type: Request(1)
Sender: Protocol Address: 192.168.88.10 Hardware Address: 64:5A:4:93:55:E
Target: Protocol Address: 192.168.88.13 Hardware Address: 3C:FA:43:E3:40:45
Eth header: Src Address: 64:5A:4:93:55:E Dst Address: 3C:FA:43:E3:40:45

Writing packet(s) (1): .

-| Packet Injection Statistics |-----
Injected: 1 Packets/Sec: 1.0 Bytes/Sec: 42.0 Errors: 0

@pc:~$
```

- 4) Убедиться, что был получен кадр ARP-ответа, соответствующий посланному запросу. Захваченные пакеты сохранить для отчета.

Apply a display filter ... <Ctrl-/>						Expression...
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	42	Who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
2	0.079015515	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.13 is at 3c:fa:43:e3:40:45
▶ Frame 2: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0						
▼ Ethernet II, Src: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45), Dst: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
▶ Destination: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
▶ Source: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)						
Type: ARP (0x0806)						
▼ Address Resolution Protocol (reply)						
Hardware type: Ethernet (1)						
Protocol type: IPv4 (0x0800)						
Hardware size: 6						
Protocol size: 4						
Opcode: reply (2)						
Sender MAC address: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)						
Sender IP address: 192.168.88.13						
Target MAC address: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)						
Target IP address: 192.168.88.10						
0000	64 5a 04 93 55 0e 3c fa 43 e3 40 45 08 06 00 01	dZ...U<..C:0E..				
0010	00 00 00 04 00 02 3c fa 43 e3 40 45 c0 a8 58 0d<..C:0E..X				
0020	64 5a 04 93 55 0e c0 a8 58 0a	dZ...U...X				
Address Resolution Protocol (arp), 28 bytes						
Packets: 2 · Displayed: 2 (100.0%)						
Profile: Default						

5) Сравнить полученный ARP-ответ с подготовленным в первом пункте примером.

Полученный ARP-ответ совпадает с ARP-ответом из 1 пункта.

- 6) Сформировать кадр ARP-запроса с помощью утилиты PaskETH и отправить его в сеть.

Link layer

☒ ver II

MAC Header

Destination: 3c:fa:43:e3:40:45

Source: 64:5A:04:93:55:0E

Ethertype: 0x 0806 ARP

802.1q VLAN fields

☐ QinQ 0x8100 0x 0000

Tag ID: 0x 8100

Priority: 0 (Best effort)

☐ Cfi VLAN ID: 0x 001

802.3 LLC field values

Type: ☒ LLC ☐ LLC-SNAP

DSAP: 0x AA SSAP: 0x AA

Ctrl: 0x 03 OUI: 0x

PID: 0x 0806 ARP

Next layer → ☐ IPv4 ☐ IPv6 ☒ Arp packet ☐ User defined payload

Arp payload

HW type: 0x 0001

Prot type: 0x 0800

HW size: 0x 06

Prot size: 0x 04

Message type

☒ ARP request (0x0001)

☐ ARP reply (0x0002)

☐ other: 0x

Sender MAC: 64:5A:04:93:55:0E

Sender IP: 192.168.88.10

Target MAC: 3C:FA:43:E3:40:45

Target IP: 192.168.88.13

Problems with making packet!

Link layer

☒ ver II

MAC Header

Destination: 3c:fa:43:e3:40:45

Source: 64:5A:04:93:55:0E

Ethertype: 0x 0806 ARP

802.1q VLAN fields

☐ QinQ 0x8100 0x 0000

Tag ID: 0x 8100

Priority: 0 (Best effort)

☐ Cfi VLAN ID: 0x 001

802.3 LLC field values

Type: ☒ LLC ☐ LLC-SNAP

DSAP: 0x AA SSAP: 0x AA

Ctrl: 0x 03 OUI: 0x

PID: 0x 0806 ARP

Next layer → ☐ IPv4 ☐ IPv6 ☒ Arp packet ☐ User defined payload

Arp payload

HW type: 0x 0001

Prot type: 0x 0800

HW size: 0x 06

Prot size: 0x 04

Message type

☒ ARP request (0x0001)

☐ ARP reply (0x0002)

☐ other: 0x

Sender MAC: 64:5A:04:93:55:0E

Sender IP: 192.168.88.10

Target MAC: 3C:FA:43:E3:40:45

Target IP: 192.168.88.13

Options

Select outgoing interface: wlp2s0

- 7) Убедиться, что был получен кадр ARP-ответа, соответствующий посланному запросу. Захваченные пакеты сохранить для отчета.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	ChiconyE_93:55:0e	HuaweiTe_e3:40:45	ARP	60	Who has 192.168.88.13? Tell 192.168.88.10
2	0.084531853	HuaweiTe_e3:40:45	ChiconyE_93:55:0e	ARP	42	192.168.88.13 is at 3c:fa:43:e3:40:45

▶ Frame 2: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45), Dst: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)
▼ Address Resolution Protocol (reply)
Hardware type: Ethernet (1)
Protocol type: IPv4 (0x0800)
Hardware size: 6
Protocol size: 4
Opcode: reply (2)
Sender MAC address: HuaweiTe_e3:40:45 (3c:fa:43:e3:40:45)
Sender IP address: 192.168.88.13
Target MAC address: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)
Target IP address: 192.168.88.10

0000	64 5a 04 93 55 0e 3c fa 43 e3 40 45 08 06 00 01	dZ...U-<- C.0E-...
0010	08 00 06 04 00 02 3c fa 43 e3 40 45 c0 a8 58 0d<- C.0E...X.
0020	64 5a 04 93 55 0e c0 a8 58 0a	dZ...U... X.

Address Resolution Protocol (arp), 28 bytes	Packets: 2 · Displayed: 2 (100.0%)	Profile: De
---	------------------------------------	-------------

- 8) Сравнить полученный ARP-ответ с подготовленным в первом пункте примером.

Полученный ARP-ответ совпадает с ARP-ответом из 1 пункта.

Часть 2

Ход работы:

1) Захваченный пакет

Apply a display filter ... <Ctrl-F>						Expression...	
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	
1	0.000000000	192.168.88.10	35.222.85.5	TCP	74	54504 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK PERM=...	
2	0.158465648	35.222.85.5	192.168.88.10	TCP	74	80 → 54504 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=28160 Len=0 MSS=1420...	
3	0.158597896	192.168.88.10	35.222.85.5	TCP	66	54504 → 80 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2259266...	
▶ Frame 1: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface 0							
▼ Ethernet II, Src: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e), Dst: Routerbo_0c:0b:71 (4c:5e:0c:0b:71)							
▶ Destination: Routerbo_0c:0b:71 (4c:5e:0c:0b:71)							
▶ Source: ChiconyE_93:55:0e (64:5a:04:93:55:0e)							
Type: IPv4 (0x0800)							
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.88.10, Dst: 35.222.85.5							
▶ Transmission Control Protocol, Src Port: 54504, Dst Port: 80, Seq: 0, Len: 0							
Source Port: 54504							
Destination Port: 80							
[Stream index: 0]							
[TCP Segment Len: 0]							
Sequence number: 0 (relative sequence number)							
[Next sequence number: 0 (relative sequence number)]							
Acknowledgment number: 0							
1010 = Header Length: 40 bytes (10)							
▶ Flags: 0x002 (SYN)							
Window size value: 64240							
[Calculated window size: 64240]							
Checksum: 0x8286 [unverified]							
[Checksum Status: Unverified]							
Urgent pointer: 0							
▶ Options: (20 bytes) Maximum segment size, SACK permitted, Timestamps, No-Operation (NOP), Window scale							
0000	4c 5e 0c 0b 71 64 5a 04 93 55 0e 08 00 45 00	LA...qdZ...U...E...					
0010	00 3c 09 96 40 00 40 06 9f 90 c0 a8 58 0a 23 de	<...@...X#...					
0020	55 05 j4 e8 09 50 e9 8e 48 a9 00 00 00 a0 02	U...P...H.....					
0030	fa f0 82 86 00 00 02 04 05 b4 04 02 08 0a 86 a9					
0040	aa d8 00 00 00 00 01 03 03 07					

2) Согласно материалам из рекомендованных источников ”разбить” заданный кадр на поля.

Заголовок Ethernet II						Кадр 05 b4				04 02		08 0a		86 9a aa d8 IP 00 00 00 00											
MAC получателя						MAC отправителя						TCP		TYPE		VERSION		IHL		Differentiated Services		ECN			
						OPTIONS												Code Point							
4c	5e	0c	0c	0b	71	64	5a	04	93	55	0e	08	00	45				00							
				No-Operation										Window scale											
IP																									
01										03				03				07							
TOTAL LENGTH		IDENTIFICATION		FLAGS		TTL		PROTOCOL		HEADER CHECKSUM				SOURCE											
00	3c	09		96		40		00		40		06		9f		90		c0		a8		58		0a	
IP						TCP																			
DESTINATION				SRC PORT				DEST PORT				SEGMENT NUMBER				Acknowledgment NUMBER				HLEN(1010), FLAGS					
23	de	55	05	d4 e8				00		50		e9	8e	48	a9	00	00	00	00	a0		02			
TCP																									
WINDOW SIZE		CHECKSUM		URGENT POINTER		OPTIONS																			
fa	f0	82	86	00	00	Max Segment Size				SACK Permitted		Timestamps													

- 3) Рассчитать контрольную сумму заголовка IP-пакета. Вписать результат в соответствующее поле на бланке задания. Привести процесс расчета.

Контрольная сумма заголовка передаваемого пакета IPv4 рассчитывается по следующему алгоритму:

1. Заголовок разбивается на слова W_i по 16 бит (2 байта). При необходимости последнее слово заголовка дополняется нулями справа (биты заполнения), чтобы «выровнять» длину заголовка в битах кратно 16.

W1	4500_{16}
W2	$003c_{16}$
W3	0996_{16}
W4	4000_{16}
W5	4006_{16}
W6	0000_{16}
W7	$c0a8_{16}$
W8	$580a_{16}$
W9	$23de_{16}$
W10	5505_{16}

2. Значение поля контрольной суммы, которому соответствует слово W6, принимается равным нулю:

$$W6 = (0000)_{16}$$

3. Полученные 16-битные слова W_i поэлементно суммируются между собой, как двоичные числа с переносом в старшие разряды:

$$4500_{16} + 003c_{16} = 453C_{16}$$

$$453C_{16} + 0996_{16} = 4ED2_{16}$$

$$4ED2_{16} + 4000_{16} = 8ED2_{16}$$

$$8ED2_{16} + 4006_{16} = CED8_{16}$$

$$CED8_{16} + C0A8_{16} = 18F80_{16}$$

$$18F80_{16} + 580A_{16} = 1E78A_{16}$$

$$1E78A_{16} + 23DE_{16} = 20B68_{16}$$

$$20B68_{16} + 5505_{16} = 2606D_{16}$$

$$W_s = 2606D_{16}$$

4. В том случае, если результат сложения W_s в двоичном представлении превышает по длине 16 бит, он разбивается на два 16-битных слова, которые складываются

между собой. Эту процедуру называют «круговым переносом», т. е, переполнение старшего разряда переносится в младший.

$$W_s = 0002_{16} + 606D_{16} = 606F_{16}$$

5. Находится двоичное поразрядное дополнение результата сложения, которое и записывается в поле контрольной суммы:

$$CS_{IP} = 9F90_{16}$$

Контрольная сумма совпала с полученной контрольной суммой из пакета.

Проверка контрольной суммы при приеме IP-пакета производится по аналогичному алгоритму, отличаясь только тем, что в расчете участвует и контрольная сумма принятого IP-пакета. Если итоговое поразрядное двоичное дополнение полученной суммы **равно 0**, т. е. ($0_{16}0000$), то это говорит о корректности контрольной суммы.

$$4500_{16} + 003C_{16} + 0996_{16} + 4000_{16} + 4006_{16} + 9F90_{16} + C0A8_{16} + 580A_{16} + 23DE_{16} + 5505_{16} = 2FFFD_{16}$$

Разбиваем результат сложения на 2 (т.к он превышает 16 бит)

$$0002_{16} + FFFD_{16} = FFFF_{16}$$

Находим поразрядное дополнение

$$FFFF_{16} FFFF_{16} = 0000_{16}$$

Вычисленная контрольная сумма $9F90_{16}$ корректна.

- 4) Рассчитать контрольную сумму TCP-сегмента. Вписать результат в соответствующее поле на бланке задания.

Src IP: c0 a8 58 0a

Dst IP: 23 de 55 05

Zero: 00 (const)

Proto: 06

TCP_Len: 0040

TCP_Len складывается из: длина TCP Header, длина доп. опций, длина полезных данных.

Считаем сумму псевдозаголовка

$$C0A8 + 580A + 23DE + 5505 + 0000 + 0600 + 0040 = 197D5$$

Считаем сумму TCP-заголовка с зануленной суммой

W1	D4E8	W11	0204
W2	0050	W12	05B4
W3	E98E	W13	0402
W4	48A9	W14	080A
W5	0000	W15	86A9
W6	0000	W16	AAD8
W7	A002	W17	0000
W8	FA F0	W18	0000
W9	0000	W19	0103
W10	0000	W20	0307
Σ	4EBB0		

$$4EBB0 + 197D5 = 68385$$

$$0006 + 8385 = 838B$$

Находим двоичное поразрядное дополнение:

$$838B_{16} = 1000\ 0011\ 1000\ 0101_2$$

$$CS_{TCP} = 7C74_{16}$$

Проверка:

$C0A8+580A+23DE+5505+0000+0600+0040+ D4E8+0050+E98E+48A9+0000+0000+A002+FAF0+7C74+0000+0204+05B4+0402+080A+86A9+AAD8+0000+0000+0103+0307=6FFF90006+FFF9=FFFF_{16}$

Находим поразрядное дополнение

$FFFF_{16} FFFF_{16} = 0000_{16}$

Выводы

В ходе лабораторной работы были получены практические навыки в составлении кадра для широковещательной передачи ARP-запроса хостом А и кадра ARP-ответа хостом В хосту А, получены базовые навыки по работе с генераторами пакетов PaskETH и paskit, получены практические навыки в вычислении контрольных суммы заголовка IP-пакета и TCP сегмента.