



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛИПЕЦКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт      компьютерных наук  
Кафедра      автоматизированных систем управления

Индивидуальное домашнее задание №2  
по компьютерным сетям

Студент      АС-21-1  
\_\_\_\_\_

Станиславчук С. М.

(подпись, дата)

Руководитель  
Доцент  
\_\_\_\_\_

Останков А. И.

(подпись, дата)

Липецк 2024

## **Задание кафедры**

Сконфигурировать предложенную интерсеть с целью обеспечения успешной работы IP протокола:

- Осуществить распределение выделенного диапазона IP адресов между сетями
- Назначить IP адреса интерфейсам маршрутизаторов
- Отобразить на схеме результаты выделения и назначения IP адресов
- Разработать таблицы маршрутов для всех маршрутизаторов R1-R7, а также для какого-либо одного компьютера в каждой из сетей (всего разработать 13 таблиц)
- Оформить отчёт, не забыв указать фамилию/имя и группу
- Представить отчёт на проверку преподавателю. Доработать при обнаружении ошибок
- В случае отсутствия ошибок получить от преподавателя индивидуальное задание в форме: «Выполнить команду ping a.b.c.d на указанном узле схемы»
- Для указанного задания проработать сценарий последовательности действий, которые будут происходить в сети, вследствие выполнения команды ping. Результат проработки оформить в виде таблицы (формат указывает преподаватель)
- Для каждого PDU, формируемого в процессе сценария, привести эскиз формата данных
- Включить таблицу последовательности действий и эскизы PDU в отчёт.

№	Схема	A	B	C	D	E	F	Диапазон IP-адресов
23	A2	98	62	30	226	125	177	58.77.112.0 - 58.77.115.255

## Ход работы:

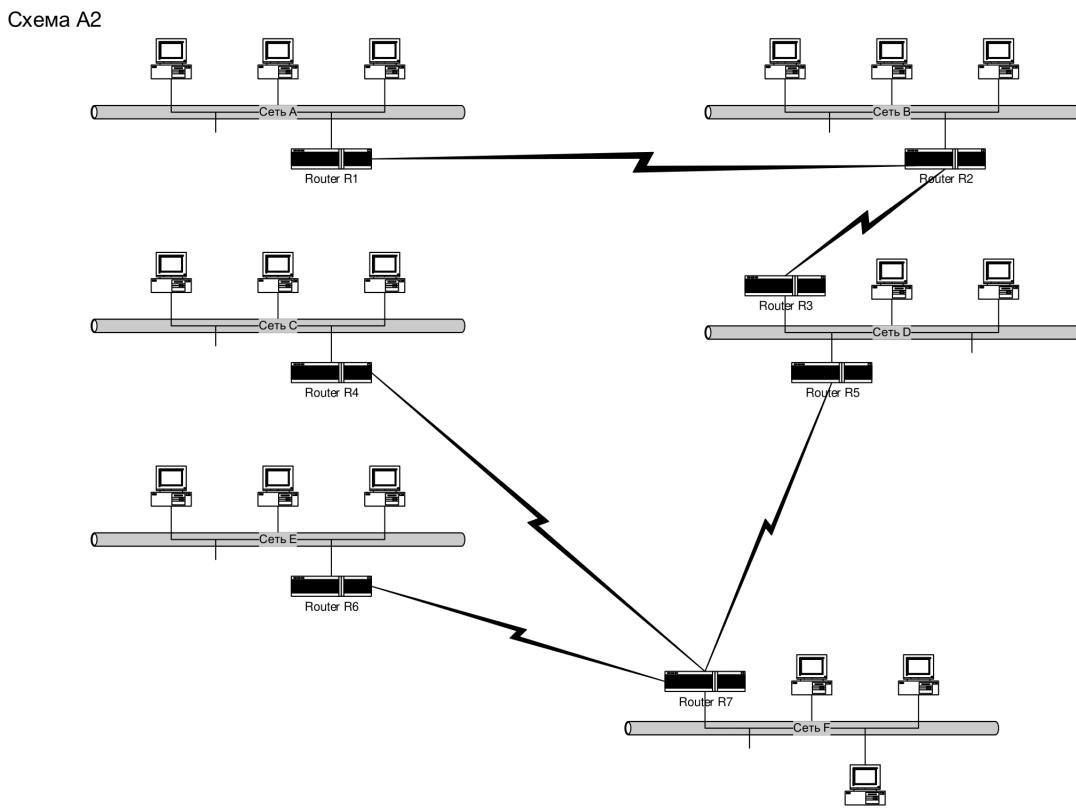


Рисунок 1 - Заданная схема интерсети

### 1. Распределение и назначение IP-адресов

Для каждой сети необходимо выделить блок, соответствующий следующим правилам:

- Блок – это диапазон IP-адресов
- Размер блока  $k=2^n$
- Первый адрес блока кратен  $k$
- Блоки не должны пересекаться
- В многоточечных сетях первый и последний IP нельзя назначать на узлы сети. Данные адреса используются для broadcast.

Таблица 1 - Распределение IP-адресов для многоточечных сетей

Сеть	Требуемое кол-во IP-адресов	Размер выделенного блока IP-адресов	Блок в нотации CIDR	Блок в нотации netmask	Диапазон
A	98+2+1=101	128	58.77.114.0/25	255.255.255.128	58.77.114.0 - 58.77.114.127
B	62+2+1=65	128	58.77.114.128/25	255.255.255.128	58.77.114.128 - 58.77.114.255
C	30+2+1=33	64	58.77.115.128/26	255.255.255.192	58.77.115.128 - 58.77.115.191
D	226+2+2=230	256	58.77.112.0/24	255.255.255.0	58.77.112.0 - 58.77.112.255
E	125+2+1=128	128	58.77.115.0/25	255.255.255.128	58.77.115.0 - 58.77.115.127
F	177+2+1=180	256	58.77.113.0/24	255.255.255.0	58.77.113.0 - 58.77.113.255

Таблица 2 - Распределение IP-адресов для двуточечных сетей

Узел	Интерфейс	IP-адрес узла	Узел	Интерфейс	IP-адрес узла	Блок в нотации CIDR
R1	ser0	58.77.115.192	R2	ser0	58.77.115.193	58.77.115.192/31
R2	ser1	58.77.115.194	R3	ser0	58.77.115.195	58.77.115.194/31
R4	ser0	58.77.115.196	R7	ser0	58.77.115.197	58.77.115.196/31
R5	ser0	58.77.115.198	R7	ser1	58.77.115.199	58.77.115.198/31
R6	ser0	58.77.115.200	R7	ser2	58.77.115.201	58.77.115.200/31

Таблица 3 - Назначение IP-адресов

Узел	Интерфейс	Сеть	IP-адрес
A1	eth0	A	58.77.114.15
B1	eth0	B	58.77.114.130
C1	eth0	C	58.77.115.165
D1	eth0	D	58.77.112.202
E1	eth0	E	58.77.115.4
F1	eth0	F	58.77.113.34

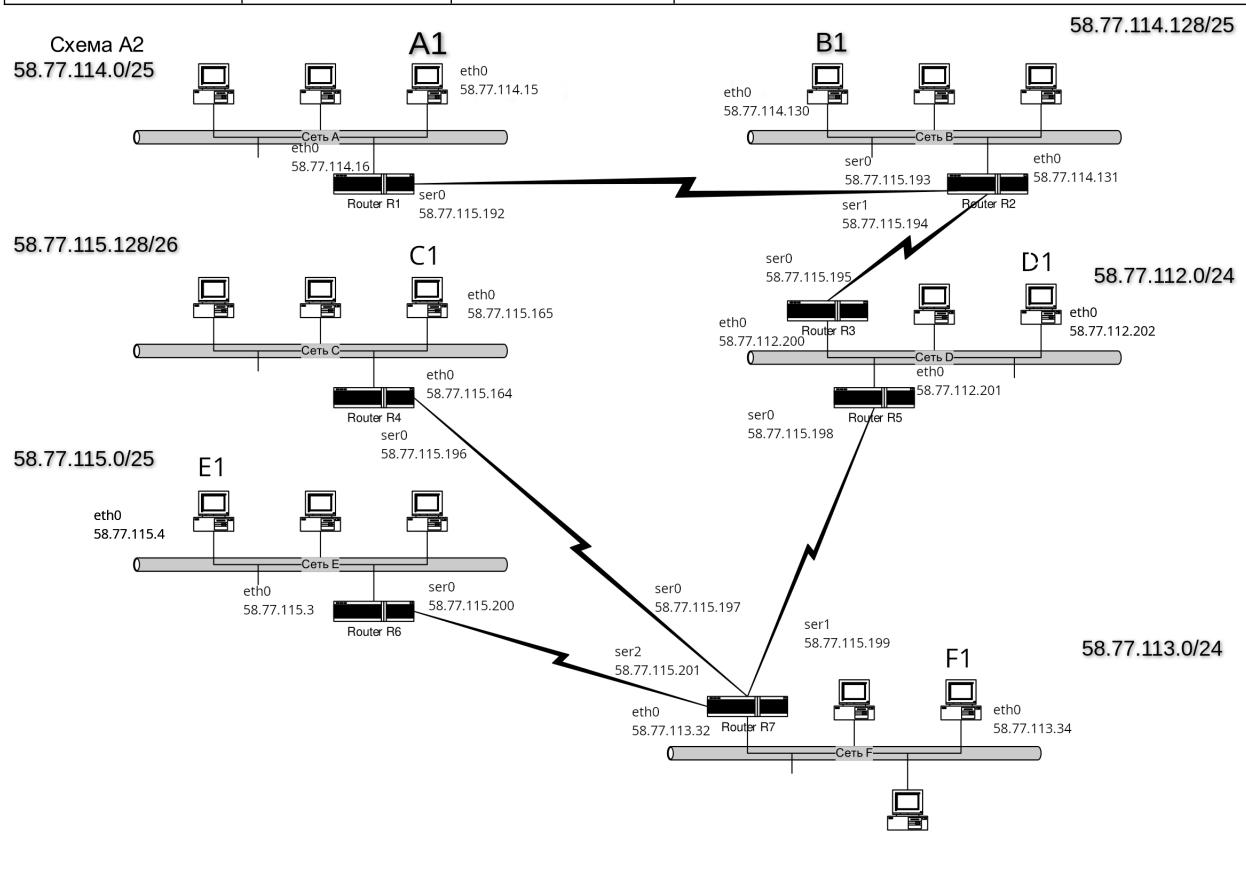


Рисунок 2 - Схема интерсети после выделения и назначения IP-адресов

Составление таблиц маршрутизации

Таблица 4 - Таблица маршрутизации R1

Destination	Type	Interface	Next-Hop
58.77.114.16/32	local	-	-
58.77.115.192/32	local	-	-
58.77.114.0/25	U	eth0	-
58.77.115.193/32	UH	ser0	-
0.0.0.0/0	UG	ser0	58.66.115.193

Таблица 5 - Таблица маршрутизации R2

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.193/32	local	-	-
58.77.115.194/32	local	-	-
58.77.114.131/32	local	-	-
58.77.114.128/25	U	eth0	-
58.77.115.192/32	UH	ser0	-
58.77.115.195/32	UH	ser1	-
58.77.114.0/25	UG	ser0	58.77.115.192
0.0.0.0/0	UG	ser1	58.77.115.195

Таблица 6 - Таблица маршрутизации R3

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.195/32	local	-	-
58.77.112.200/32	local	-	-
58.77.112.0/28	U	eth0	-
58.77.115.194/32	UH	ser0	-
58.77.114.128/25	UG	ser0	58.77.115.194
58.77.114.0/25	UG	ser0	58.77.115.194
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.112.201

Таблица 7 - Таблица маршрутизации R4

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.164/32	local	-	-
58.77.115.196/32	local	-	-
58.77.115.128/26	U	eth0	-
58.77.115.197/32	UH	ser0	-
0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.115.197

Таблица 8 - Таблица маршрутизации R5

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.198/32	local	-	-
58.77.112.201/32	local	-	-
58.77.112.0/24	U	eth0	-
58.77.115.199/32	UH	ser0	-
58.77.114.128/25	UG	eth0	58.77.112.200
58.77.115.114/25	UG	eth0	58.77.112.200
0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.115.199

Таблица 9 - Таблица маршрутизации R6

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.3/32	local	-	-
58.77.115.200/32	local	-	-
58.77.115.0/25	U	eth0	-
58.77.115.201/32	UH	ser0	-
0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.113.201

Таблица 10 - Таблица маршрутизации R7

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.197/32	local	-	-
58.77.115.199/32	local	-	-
58.77.115.201/32	local	-	-
58.77.113.32/32	local	-	-
58.77.113.0/24	U	eth0	-
58.77.115.196/32	UH	ser0	-
58.77.115.198/32	UH	ser1	-
58.77.115.200/32	UH	ser2	-
58.77.115.128/26	UG	ser0	58.77.115.196
58.77.115.0/25	UG	ser2	58.77.115.200
0.0.0.0/0	UG	ser1	58.77.115.198

Таблица 8 - Таблица маршрутизации А1

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.114.15/32	local	-	-
58.77.114.0/25	U	eth0	-
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.114.16

Таблица 9 - Таблица маршрутизации В1

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.114.130/32	local	-	-
58.77.114.128/25	U	eth0	-
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.114.131

Таблица 10 - Таблица маршрутизации С1

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.165/32	local	-	-
58.77.115.128/26	U	eth0	-
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.115.164

Таблица 11 - Таблица маршрутизации D1

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.112.202/32	local	-	-
58.77.112.0/24	U	eth0	-
58.77.114.0/25	UG	eth0	58.77.112.200
58.77.114.128/25	UG	eth0	58.77.112.200
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.112.201

Таблица 12 - Таблица маршрутизации Е1

<b>Destination</b>	<b>Type</b>	<b>Interface</b>	<b>Next-Hop</b>
58.77.115.4/32	local	-	-
58.77.115.0/25	U	eth0	-
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.115.3

Таблица 13 - Таблица маршрутизации F1

Destination	Type	Interface	Next-Hop
58.77.113.34/32	local	-	-
58.77.113.0/24	U	eth0	-
0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.113.32

Таблица 14 - Таблица действий на уровне IP при выполнении команды ping

58.77.114.100 на узле C1

№	Узел	Откуда получен IP-пакет	Адрес назначения на IP-пакете	Действующая строка таблицы маршрутов				Действие, предпринимаемое модулем IP
				Destination	Type	if	Next-Hop	
1	Комп. сети С	Команда на узле C: ping 58.77.114.100	58.77.114.100	0.0.0.0/0	UG	eth0	58.77.115.164	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.115.128/26	U	eth0	-	Отправка через eth0 на R4 для 58.77.115.164
2	R4	Принят по сети С через eth0	58.77.114.100	0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.115.197	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.115.197/32	UH	ser0	-	Отправка через ser0
3	R7	Принят по P2P через ser0	58.77.114.100	0.0.0.0/0	UG	ser1	58.77.115.198	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.115.198/32	UH	ser1	-	Отправка через ser1
4	R5	Принят по P2P через ser0	58.77.114.100	?58.77.114.128/25	UG	eth0	58.77.112.200	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.112.0/24	U	eth0	-	Отправка через eth0 на R3 для 58.77.112.200
5	R3	Принят по сети D через eth0	58.77.114.100	58.77.114.0/25	UG	ser0	58.77.115.194	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.115.194/32	UH	ser0	-	Отправка через ser0
6	R2	Принят по P2P через ser1	58.77.114.100	58.77.114.0/25	UG	ser0	58.77.115.192	Поиск строки для 58.77.114.100
				58.77.115.192/32	UH	ser0	-	Отправка через ser0
7	R1	Принят по P2P через ser0	58.77.114.100	58.77.114.0/25	U	eth0	-	Отправка через eth0 в сеть D на 58.66.114.100
8	Комп. сети А	Принят по сети А через eth0	58.77.114.100	58.77.114.100/32	local	lo0	-	Доставка в ICMP-модуль
9	Комп. сети А	ICMP-модулем сформирован echo reply	58.77.115.165	0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.115.193	Поиск строки для 58.77.115.165
				58.77.114.0/25	U	eth0	-	Отправка через eth0 на R1 для 58.77.114.16
10	R1	Принят по сети А через eth0	58.77.115.165	0.0.0.0/0	UG	ser0	58.77.115.193	Поиск строки для 58.77.115.165
				58.77.115.193/32	UH	ser0	-	Отправка через ser0
11	R2	Принят по P2P через ser0	58.77.115.165	0.0.0.0/0	UG	ser1	58.77.115.195	Поиск строки для 58.77.115.165
				58.77.115.195/32	UH	ser1	-	Отправка через ser1

1 1	R3	Принят по P2P через ser0	58.77.115.165	0.0.0.0/0 58.77.112.0/28	UG U	eth0 eth0	58.77.112.201 -	Поиск строки для 58.77.115.165 Отправка через eth0 на R5 для 58.77.112.201
1 2	R5	Принят по сети D через eth0	58.77.115.165	0.0.0.0/0 58.77.115.199/32	UG UH	ser0 ser0	58.77.115.199 -	Поиск строки для 58.77.115.165 Отправка через ser0
1 3	R7	Принят по P2P через ser1	58.77.115.165	58.77.115.128/26 58.77.115.196/32	UG UH	ser0 ser0	58.77.115.196 -	Поиск строки для 58.77.115.165 Отправка через ser0
1 4	R4	Принят по P2P через ser0	58.77.115.165	58.77.115.128/26	U	eth0	-	Отправка через eth0 в сеть С на 58.77.115.165
1 5	Комп. сети С	Принят по сети С через eth0	58.77.115.165	58.77.115.165/32	Local	lo0	-	Доставка в ICMP модуль, а затем в socket команды ping

Таблица 15 — ICMP запрос

(1 b) Version	(1 b) IHL	(6 bit) DSCP	ECN	Общая длина пакета в байтах					
(4 b) Идентификатор отправленного пакета				Flags	(13 bit) Смещение фрагмента				
255 TTL	1 Proto	(16 бит) Контрольная сумма содержимого заголовка			0	D M			
Src: 58.77.115.165									
Dest: 58.77.114.100									
8 Type	0 Code	(2 b) Контрольная сумма			(4 b) Уточняющая информация, формат которой зависит от комбинации Type/Code				
Data – 32 байта									

Таблица 16 - ARP пакет компьютера сети С

(2b)HTYPE	(2b)PTYPE	(1b)H LEN	(1b)PLE N	(2b)OPER	(2b) SHA	(4b) SPA	(6b) THA	(4b) TPA
0001	0800	06	04	0001	00:cc:cc:cc:cc:cc	58.77.115.164	00:00:00:00:00:00	58.77.115.165

Таблица 17 - Ethernet пакет компьютера сети С

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
ff:ff:ff:ff:ff:ff	00:cc:cc:cc:cc:cc	ARP	ARP пакет

Таблица 18 - ARP пакет роутера 4

(26)HTYPE E	(26)PTYP E	(16)HLEN	(16)PLEN	(26)OPE R	(66) SHA	(46) SPA	(66) THA	(46) TPA
0001	0800	06	04	0002	01:cc:cc:cc:cc:cc	58.77.115.165	00:cc:cc:cc:cc:cc	58.77.115. 164

Таблица 19 - Ethernet пакет компьютера сети С

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
00:cc:cc:cc:cc:cc	01:cc:cc:cc:cc:cc	ARP	ARP пакет

Таблица 20 - Ethernet пакет компьютера сети С на роутер 4

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
01:cc:cc:cc:cc:cc	00:cc:cc:cc:cc:cc	IP	ICMP пакет

Таблица 21 – rpp кадр роутера 4 на 7

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 22 – rpp кадр роутера 7 на 5

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 23 - ARP пакет роутера 5

(26)HTYPE E	(26)PTYP E	(16)HLEN	(16)PLEN	(26)OPE R	(66) SHA	(46) SPA	(66) THA	(46) TPA
0001	0800	06	04	0001	02:dd:dd:dd:dd:dd	58.77.112.201	00:00:00:00:00:00	58.77.112.200

Таблица 24 - Ethernet пакет роутера 5

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
ff:ff:ff:ff:ff:ff	02:dd:dd:dd:dd:dd	ARP	ARP пакет

Таблица 25 – ARP пакет роутера 3

(26)HTYPE E	(26)PTYP E	(16)HLEN	(16)PLEN	(26)OPE R	(66) SHA	(46) SPA	(66) THA	(46) TPA
0001	0800	06	04	0002	01:dd:dd:dd:dd: dd	58.77.112.200	02:dd:dd:dd:dd: d	58.77.112.201

Таблица 26 - Ethernet пакет роутера 3

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
02:dd:dd:dd:dd:dd	01:dd:dd:dd:dd:dd	ARP	ARP пакет

Таблица 27 - rpp кадр роутера 5 на 3

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 28 - rpp кадр роутера 3 на 2

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 29 - rpp кадр роутера с 2 на 1

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 30 - ARP пакет роутера сети А

(26)HTYPE E	(26)PTYP E	(16)HLEN	(16)PLEN	(26)OPE R	(66) SHA	(46) SPA	(66) THA	(46) TPA
0001	0800	06	04	0001	01:aa:aa:aa:aa:aa	58.77.114.16	00:00:00:00:00:00	58.77.114.15

Таблица 31 - Ethernet пакет роутера сети А (не знает МАС компьютера этой сети)

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
ff:ff:ff:ff:ff:ff	01:aa:aa:aa:aa:aa	ARP	ARP пакет

Таблица 32 - ARP пакет роутера сети А

(26)HTYPE E	(26)PTYP E	(16)HLEN	(16)PLEN	(26)OPE R	(66) SHA	(46) SPA	(66) THA	(46) TPA
0001	0800	06	04	0002	00:aa:aa:aa:aa:aa	58.77.114.15	01:aa:aa:aa:aa:aa	58.77.114.16

Таблица 33 - Ethernet пакет компьютера сети А (отправляет свой мак)

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
01:aa:aa:aa:aa:aa	00:aa:aa:aa:aa:aa	ARP	ARP пакет

Таблица 34 - Ethernet пакет роутера 1

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
00:aa:aa:aa:aa:aa	01:aa:aa:aa:aa:aa	IP	ICMP пакет

Таблица 36 – ICMP response

(4 бит) Version	(4 бит) IHL	(6 бит) DSCP	ECN	Общая длина пакета в байтах				
Идентификатор отправленного пакета  255 TTL				Flags	(13 бит) Смещение фрагмента			
				0	D	M		
Proto				(16 бит) Контрольная сумма содержимого заголовка				
Src: 58.77.114.100								
Dest: 58.77.115.165								
Type	Code	(16 бит) Контрольная сумма						
(32 бит) Уточняющая информация формат которой зависит от комбинации Type/Code								
Data – 32 байта								

Таблица 37 - Ethernet пакет компьютера сети А

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
00:aa:aa:aa:aa:aa	01:aa:aa:aa:aa:aa	IP	ICMP пакет

Таблица 38 - rpp кадр роутера 1 на 2

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 39 - rpp кадр роутера 2 на 3

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 40 - rpp кадр роутера 3 на 5

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 41 - rpp кадр роутера 5 на 7

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 42 - rpp кадр роутера 7 на 4

proto	Network PDU
01-ff	ICMP пакет

Таблица 43 - Ethernet пакет роутера 4

Dest MAC	Source MAC	Ether Type	Payload
00:cc:cc:cc:cc:cc	01:cc:cc:cc:cc:cc	IP	ICMP пакет