

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторная работа №3
«Локальные сети»
по дисциплине
«Компьютерные сети»

Выполнил:
Векшин А. И. Р3316
Преподаватель:
Тропченко А.А.

Цель работы

Изучение принципов конфигурирования и процессов функционирования компьютерных сетей, представляющих собой несколько подсетей, связанных с помощью маршрутизаторов, процессов автоматического распределения сетевых адресов, принципов статической и динамической маршрутизации, а также передачи данных на основе протоколов UDP и TCP.

Вариант лабораторной работы

Выбранные конфигурации:

Этап 1 - B1

Этап 2 - B2

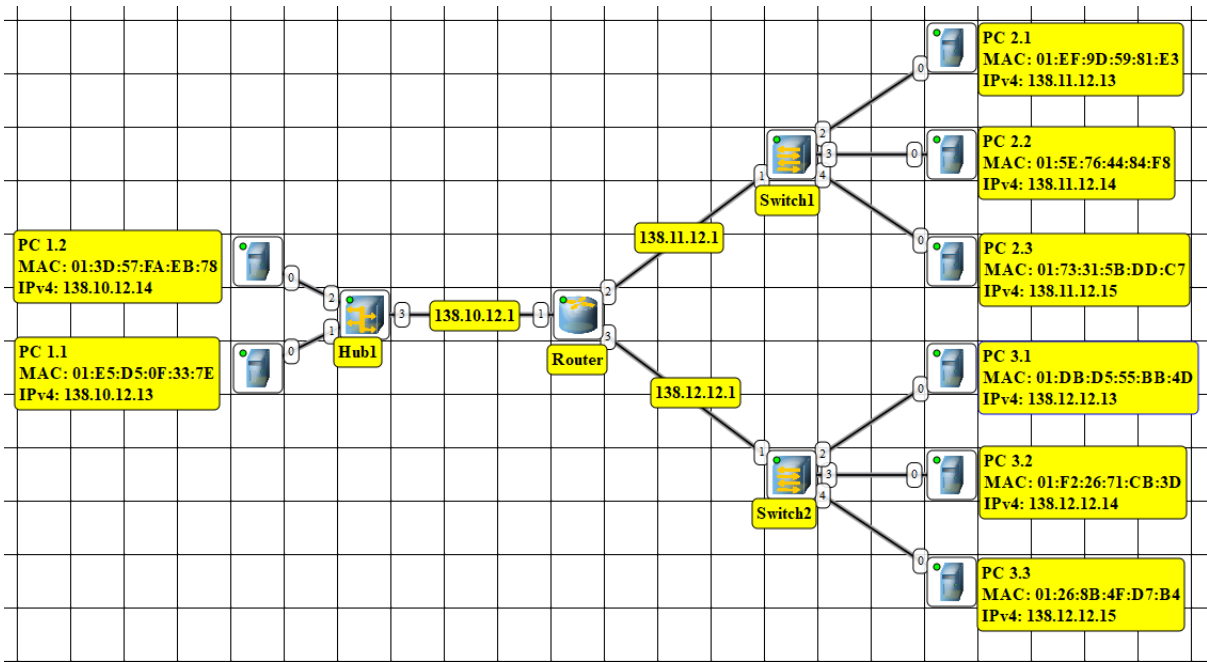
Этап 3 - B3

Ссылка на репозиторий

<https://github.com/ArsenyVekshin/ITMO/tree/master/Computer%20networks/lab3>

Сеть 1. Сеть с одним маршрутизатором

Построение сети



Таблицы маршрутизации

Router

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.10.0.0	255.255.0.0	138.10.12.1	138.10.12.1	0	Connected
2	138.11.0.0	255.255.0.0	138.11.12.1	138.11.12.1	0	Connected
3	138.12.0.0	255.255.0.0	138.12.12.1	138.12.12.1	0	Connected

switch 1

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:EF:9D:59:81:E3	LAN2	Dinamic	62
2	01:1E:70:01:68:D3	LAN1	Dinamic	53
3	01:5E:76:44:84:F8	LAN3	Dinamic	36
4	01:73:31:5B:DD:C7	LAN4	Dinamic	29

switch 2

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:26:8B:4F:D7:B4	LAN4	Dinamic	213
2	01:F8:C5:22:2D:53	LAN1	Dinamic	247
3	01:DB:D5:55:BB:4D	LAN2	Dinamic	5
4	01:F2:26:71:CB:3D	LAN3	Dinamic	5

Тестирование сети (отправка пакетов)

UDP

Передача происходит по алгоритму:

1. Отправитель отправляет ARP-запрос чтобы узнать адрес маршрутизатора
2. Промежуточные узлы (отправитель ↔ ↔ маршрутизатор) обмениваются ARP-запросами
3. Отправитель отправляет данные на маршрутизатор
4. Маршрутизатор отправляет ARP-запрос чтобы узнать адрес адресата
5. Промежуточные узлы (отправитель ↔ ↔ маршрутизатор) обмениваются ARP-запросами
6. Маршрутизатор отправляет данные адресату

Передадим данные с PC1.1 на PC2.2

The screenshot displays a series of network simulation logs for various devices in a network topology. The devices shown are PC1.1, PC2.2, Hub1, Router, and Switch1. The logs capture the following sequence of events:

- PC1.1:**
 - Sends an ARP request to find the MAC address for 138.10.12.1 (Type: ARP request).
 - Receives an ARP response from 138.10.12.1 (Type: ARP response).
 - Sends a UDP packet to 138.10.12.1 (Type: UDP Mes...).
- PC2.2:**
 - Receives the UDP packet from 138.10.12.1 (Type: UDP Mes...).
 - Sends an ARP request to find the MAC address for 138.11.12.1 (Type: ARP request).
 - Receives an ARP response from 138.11.12.1 (Type: ARP response).
 - Sends a UDP packet to 138.11.12.1 (Type: UDP Mes...).
- Hub1:**
 - Receives the ARP request from PC1.1 and forwards it to the Router.
 - Receives the ARP response from the Router and forwards it to PC1.1.
 - Receives the UDP packet from PC1.1 and forwards it to the Router.
 - Receives the ARP request from PC2.2 and forwards it to the Router.
 - Receives the ARP response from the Router and forwards it to PC2.2.
 - Receives the UDP packet from PC2.2 and forwards it to the Router.
- Router:**
 - Receives the ARP request from Hub1 and forwards it to Switch1.
 - Receives the ARP response from Switch1 and forwards it to Hub1.
 - Receives the UDP packet from Hub1 and forwards it to Switch1.
 - Receives the ARP request from PC2.2 and forwards it to Switch1.
 - Receives the ARP response from Switch1 and forwards it to PC2.2.
 - Receives the UDP packet from PC2.2 and forwards it to Switch1.
- Switch1:**
 - Receives the ARP request from the Router and forwards it to the destination (138.11.12.1).
 - Receives the ARP response from the destination and forwards it to the Router.
 - Receives the UDP packet from the Router and forwards it to the destination (138.11.12.1).

The logs provide detailed information about each packet, including the sender and receiver IP addresses, MAC addresses, and the type of packet (ARP request, ARP response, or UDP packet).

TCP

Передадим данные с PC1.1 на PC2.2

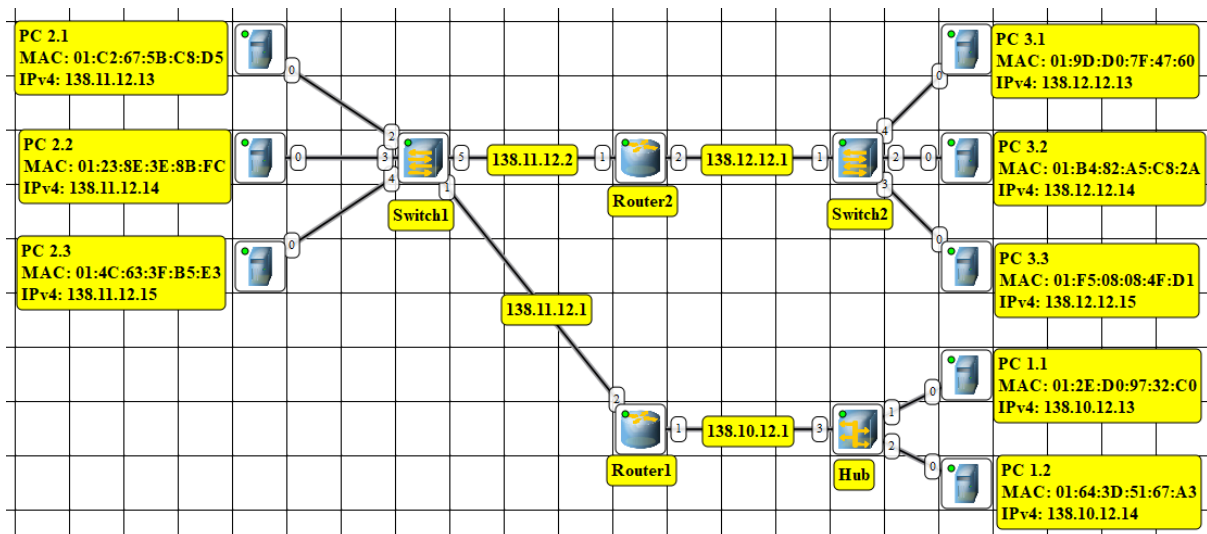
(записи в таблицах еще не устарели, поэтому обмен ARP-запросами не требуется)

The image displays a network simulation interface with five packet capture windows. Each window shows a list of network events, including sent and received packets, with details such as source and destination IP addresses, MAC addresses, and protocol types (Ethernet, IP, TCP). The captures are filtered by time and interface.

- PC1.1:** Shows the initial transmission of a TCP packet from 138.10.12.13 to 138.11.12.14. The packet is sent via Ethernet (01:E5:D5:0F:33:7E) and IP (138.10.12.13 to 138.11.12.14) to the TCP layer (port 7777 to 7777).
- PC2.2:** Shows the receipt of the TCP packet from 138.10.12.13 to 138.11.12.14. The packet is received via Ethernet (01:E7:00:01:68:D3) and IP (138.10.12.13 to 138.11.12.14) from the TCP layer (port 7777 to 7777).
- Hub1:** Shows the packet being received and then sent out. The received packet is from 138.10.12.13 to 138.11.12.14 via Ethernet (01:E5:D5:0F:33:7E) and IP (138.10.12.13 to 138.11.12.14). The sent packet is to 138.10.12.13 from 138.11.12.14 via Ethernet (01:68:53:5A:5B:CA) and IP (138.11.12.14 to 138.10.12.13).
- Router:** Shows the packet being received and then sent out. The received packet is from 138.10.12.13 to 138.11.12.14 via Ethernet (01:E5:D5:0F:33:7E) and IP (138.10.12.13 to 138.11.12.14). The sent packet is to 138.10.12.13 from 138.11.12.14 via Ethernet (01:E7:00:01:68:D3) and IP (138.11.12.14 to 138.10.12.13).
- Switch1:** Shows the packet being received and then sent out. The received packet is from 138.10.12.13 to 138.11.12.14 via Ethernet (01:E7:00:01:68:D3) and IP (138.10.12.13 to 138.11.12.14). The sent packet is to 138.10.12.13 from 138.11.12.14 via Ethernet (01:68:53:5A:5B:CA) and IP (138.11.12.14 to 138.10.12.13).

Сеть 2. Сеть с двумя маршрутизаторами

Построение сети



Таблицы маршрутизации

Switch 1

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:C2:67:5B:C8:D5	LAN2	Dinamic	34
2	01:23:8E:3E:8B:FC	LAN3	Dinamic	132
3	01:4C:63:3F:B5:E3	LAN4	Dinamic	49
4	01:78:40:CB:B4:CE	LAN5	Dinamic	125
5	01:4A:DE:9B:A3:C2	LAN1	Dinamic	35

Switch 2

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:F5:08:08:4F:D1	LAN3	Dinamic	130
2	01:B4:82:A5:C8:2A	LAN2	Dinamic	123
3	01:B2:5F:7C:2F:A6	LAN1	Dinamic	110
4	01:9D:D0:7F:47:60	LAN4	Dinamic	100

Router 1

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.10.0.0	255.255.0.0	138.10.12.1	138.10.12.1	0	Connected
2	138.11.0.0	255.255.0.0	138.11.12.1	138.11.12.1	0	Connected
3	138.12.0.0	255.255.0.0	138.11.12.2	138.11.12.1	0	Static

Router 2

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.10.0.0	255.255.0.0	138.11.12.1	138.11.12.2	0	Static
2	138.11.0.0	255.255.0.0	138.11.12.2	138.11.12.2	0	Connected
3	138.12.0.0	255.255.0.0	138.12.12.1	138.12.12.1	0	Connected

Тестирование сети (отправка пакетов)

Примечание: приведены логи портов в направлении отправки

UDP

Передадим данные с PC1.1 на PC3.3

PC1.1

sent 138.10.12.13 search 138.10.12.1 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:2E:D0:97:32:C0 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.10.12.13

sender MAC address: 01:2E:D0:97:32:C0

target IP address: 138.10.12.1

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

received 138.10.12.13 found 138.10.12.1 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:2A:CF:5E:A8:99 receiver: 01:2E:D0:97:32:C0

ARP-response:

sender IP address: 138.10.12.1

sender MAC address: 01:2A:CF:5E:A8:99

target IP address: 138.10.12.13

target MAC address: 01:2E:D0:97:32:C0

sent 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:2E:D0:97:32:C0 receiver: 01:2A:CF:5E:A8:99

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 TTL: 64

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time eth0 All Clear

PC3.3

received 138.12.12.1 search 138.12.12.15 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.12.12.1

sender MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

target IP address: 138.12.12.15

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

sent 138.12.12.1 found 138.12.12.15 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:F5:08:08:4F:D1 receiver: 01:B2:5F:7C:2F:A6

ARP-response:

sender IP address: 138.12.12.15

sender MAC address: 01:F5:08:08:4F:D1

target IP address: 138.12.12.1

target MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

received 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: 01:F5:08:08:4F:D1

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 TTL: 62

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time eth0 All Clear

Hub

Router1

sent 138.11.12.1 search 138.11.12.2 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:4A:DE:9B:A3:C2 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.11.12.1

sender MAC address: 01:4A:DE:9B:A3:C2

target IP address: 138.11.12.2

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

received 138.11.12.1 found 138.11.12.2 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:78:40:CB:B4:CE receiver: 01:4A:DE:9B:A3:C2

ARP-response:

sender IP address: 138.11.12.2

sender MAC address: 01:78:40:CB:B4:CE

target IP address: 138.11.12.1

target MAC address: 01:4A:DE:9B:A3:C2

sent 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:4A:DE:9B:A3:C2 receiver: 01:78:40:CB:B4:CE

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 ...

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time LAN2 All Clear

Router2

sent 138.12.12.1 search 138.12.12.15 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.12.12.1

sender MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

target IP address: 138.12.12.15

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

received 138.12.12.1 found 138.12.12.15 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:F5:08:08:4F:D1 receiver: 01:B2:5F:7C:2F:A6

ARP-response:

sender IP address: 138.12.12.15

sender MAC address: 01:F5:08:08:4F:D1

target IP address: 138.12.12.1

target MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

sent 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: 01:F5:08:08:4F:D1

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 ...

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time LAN2 All Clear

Switch1

sent 138.11.12.1 search 138.11.12.2 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:4A:DE:9B:A3:C2 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.11.12.1

sender MAC address: 01:4A:DE:9B:A3:C2

target IP address: 138.11.12.2

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

received 138.11.12.1 found 138.11.12.2 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:78:40:CB:B4:CE receiver: 01:4A:DE:9B:A3:C2

ARP-response:

sender IP address: 138.11.12.2

sender MAC address: 01:78:40:CB:B4:CE

target IP address: 138.11.12.1

target MAC address: 01:4A:DE:9B:A3:C2

sent 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:4A:DE:9B:A3:C2 receiver: 01:78:40:CB:B4:CE

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 ...

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time LAN5 All Clear

Switch2

sent 138.12.12.1 search 138.12.12.15 Type: ARP request

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: FF:FF:FF:FF:FF:FF

ARP-request:

sender IP address: 138.12.12.1

sender MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

target IP address: 138.12.12.15

target MAC address: 00:00:00:00:00:00

received 138.12.12.1 found 138.12.12.15 Type: ARP response

Ethernet, sender: 01:F5:08:08:4F:D1 receiver: 01:B2:5F:7C:2F:A6

ARP-response:

sender IP address: 138.12.12.15

sender MAC address: 01:F5:08:08:4F:D1

target IP address: 138.12.12.1

target MAC address: 01:B2:5F:7C:2F:A6

sent 138.10.12.13 >> 138.12.12.15 Type: UDP Message user

Ethernet, sender: 01:B2:5F:7C:2F:A6 receiver: 01:F5:08:08:4F:D1

IP packet, sender: 138.10.12.13, receiver: 138.12.12.15 ...

UDP, sender port: 7777, receiver port: 7777

Time LAN3 All Clear

TCP

(записи в таблицах еще не устарели, поэтому обмен ARP-запросами не требуется)

Передадим данные с PC1.1 на PC3.3

The image displays a network traffic analysis using NetworkMiner, showing packet captures from five different network interfaces: PC1.1, PC3.3, Hub, Router1, and Router2. The captures show the transmission of TCP data from PC1.1 to PC3.3.

PC1.1: Shows the initial transmission of a TCP segment (138.10.12.13 to 138.12.12.15) and subsequent acknowledgments (138.12.12.15 to 138.10.12.13). The segment is encapsulated in an Ethernet frame with source MAC 01:2E:D0:97:32:C0 and destination MAC 01:2A:CF:5E:A8:99. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

PC3.3: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:B2:5F:7C:2F:A6 and destination MAC 01:F5:08:08:4F:D1. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Hub: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:2A:CF:5E:A8:99 and destination MAC 01:2E:D0:97:32:C0. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Router1: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:4A:DE:9B:A3:C2 and destination MAC 01:78:40:CB:B4:CE. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Router2: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:B2:5F:7C:2F:A6 and destination MAC 01:F5:08:08:4F:D1. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Switch1: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:4A:DE:9B:A3:C2 and destination MAC 01:78:40:CB:B4:CE. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Switch2: Shows the receipt of the TCP segment and subsequent acknowledgments. The Ethernet frame has source MAC 01:B2:5F:7C:2F:A6 and destination MAC 01:F5:08:08:4F:D1. The IP packet has source 138.10.12.13 and destination 138.12.12.15. The TCP segment has source port 7777 and destination port 7777.

Сеть 3. Сеть с тремя маршрутизаторами

Построение сети

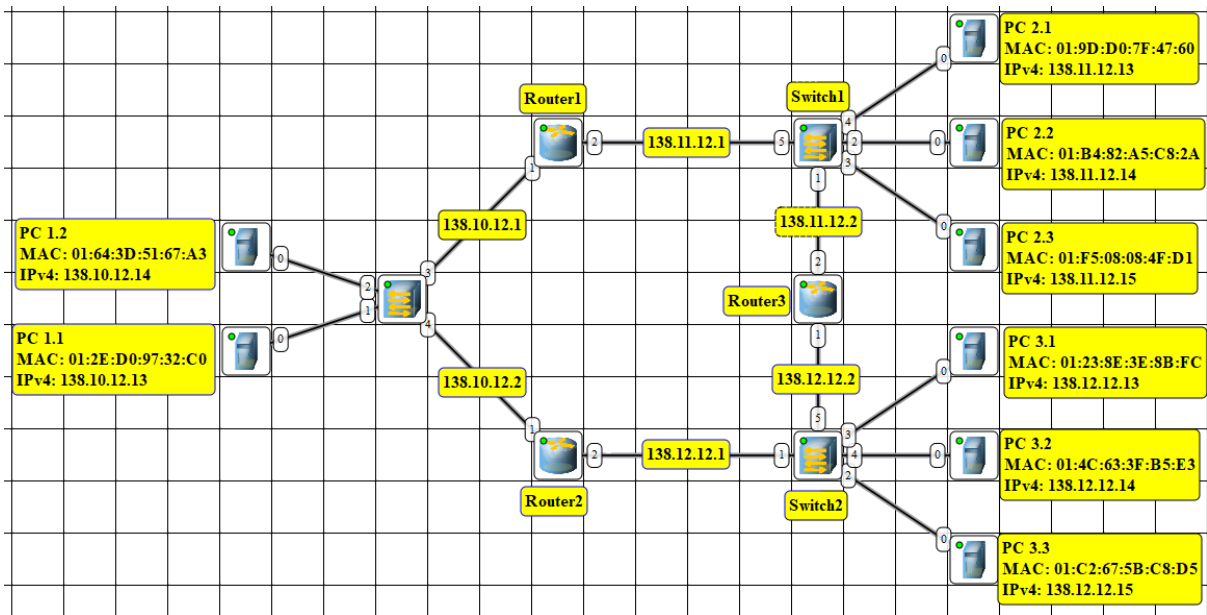


Таблица маршрутизации

Маршрутизатор 1

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:F5:08:08:4F:D1	LAN3	Dinamic	17
2	01:B4:82:A5:C8:2A	LAN2	Dinamic	100
3	01:9D:D0:7F:47:60	LAN4	Dinamic	87
4	01:A0:62:0B:B3:82	LAN5	Dinamic	40
5	01:B2:5F:7C:2F:A6	LAN1	Dinamic	17

Маршрутизатор 2

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:C2:67:5B:C8:D5	LAN2	Dinamic	56
2	01:23:8E:3E:8B:FC	LAN3	Dinamic	32
3	01:4C:63:3F:B5:E3	LAN4	Dinamic	100
4	01:4A:DE:9B:A3:C2	LAN1	Dinamic	48
5	01:78:40:CB:B4:CE	LAN5	Dinamic	23

Маршрутизатор 3

	Mac-address	Port	Record type	TTL
1	01:2E:D0:97:32:C0	LAN1	Dinamic	39
2	01:64:3D:51:67:A3	LAN2	Dinamic	7
3	01:50:89:82:DD:68	LAN3	Dinamic	23
4	01:2A:CF:5E:A8:99	LAN4	Dinamic	38

Роутер 1

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.10.12.0	255.255.255.0	138.10.12.1	138.10.12.1	0	Connected
2	138.11.12.0	255.255.255.0	138.11.12.1	138.11.12.1	0	Connected

Роутер 2

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.12.12.0	255.255.255.0	138.12.12.1	138.12.12.1	0	Connected
2	138.10.0.0	255.255.0.0	138.10.12.2	138.10.12.2	0	Connected

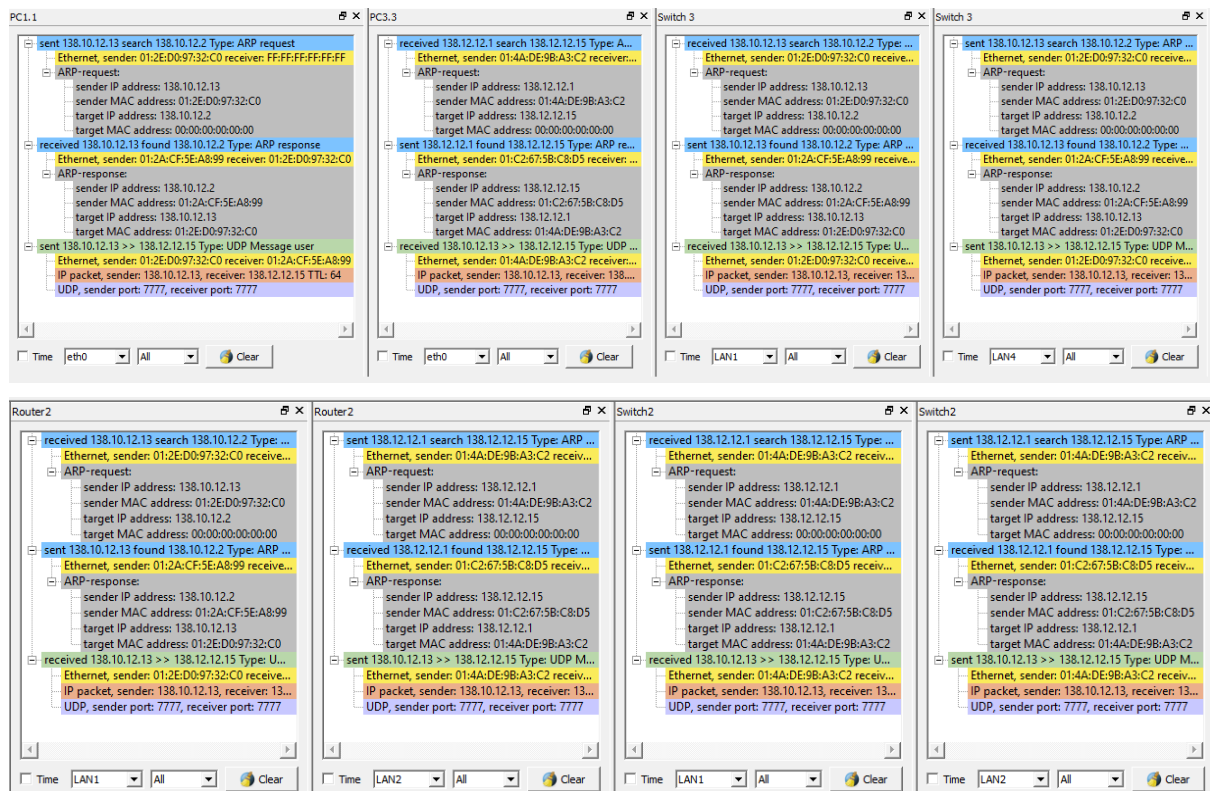
Роутер 3

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.11.12.0	255.255.255.0	138.11.12.2	138.11.12.2	0	Connected
2	138.12.12.0	255.255.255.0	138.12.12.2	138.12.12.2	0	Connected

Тестирование сети (отправка пакетов)

UDP

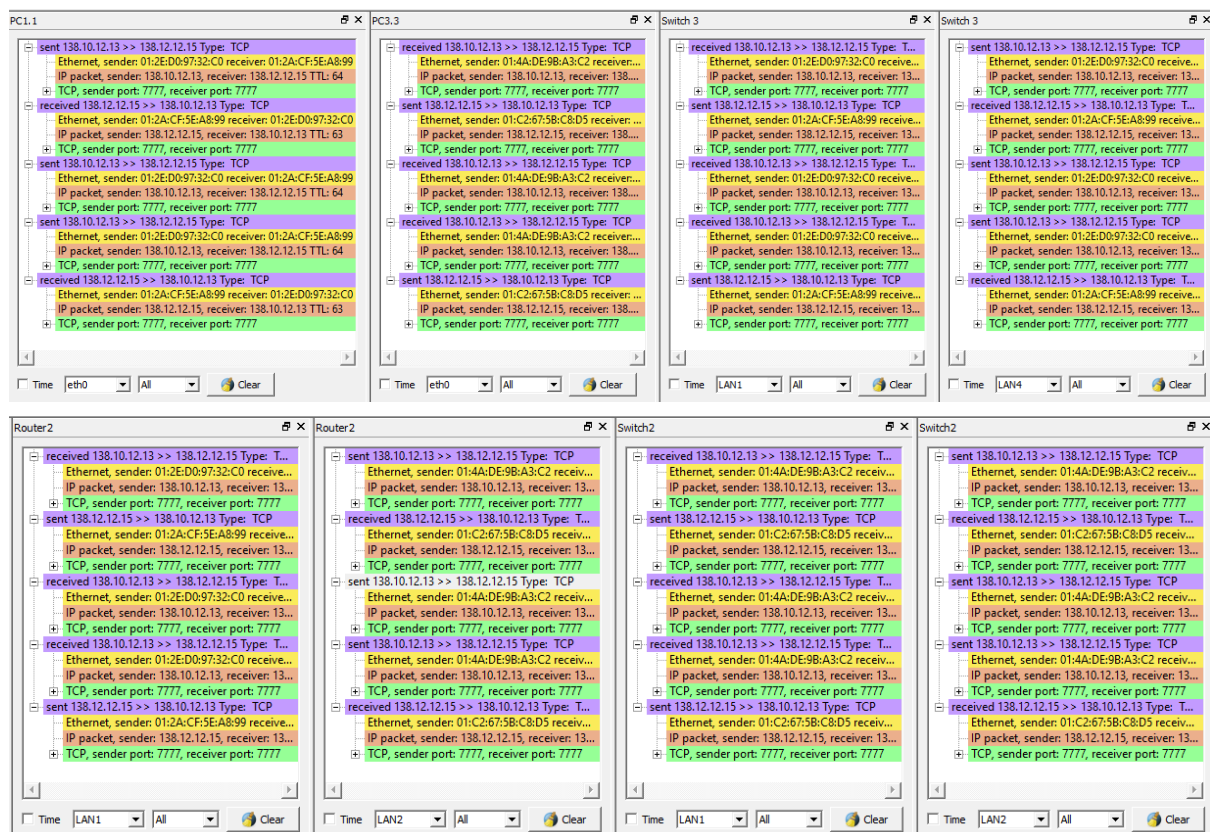
Передадим данные с **PC1.1** на **PC3.3**



TCP

(записи в таблицах еще не устарели, поэтому обмен ARP-запросами не требуется)

Передадим данные с PC1.1 на PC3.3



Сеть 3. RIP

Таблица маршрутизации

Маршрутизатор 1

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.10.12.0	255.255.255.0	138.10.12.1	138.10.12.1	0	Connected
2	138.11.12.0	255.255.255.0	138.11.12.1	138.11.12.1	0	Connected
3	138.12.12.0	255.255.255.0	138.10.12.2	138.10.12.1	1	RIP
4	138.10.0.0	255.255.0.0	138.11.12.2	138.11.12.1	2	RIP

Маршрутизатор 2

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.11.12.0	255.255.255.0	138.12.12.2	138.12.12.1	1	RIP
2	138.12.12.0	255.255.255.0	138.12.12.1	138.12.12.1	0	Connected
3	138.10.0.0	255.255.0.0	138.10.12.2	138.10.12.2	0	Connected

Маршрутизатор 3

	Destination	Mask	Gateway	Interface	Metric	Source
1	138.11.12.0	255.255.255.0	138.11.12.2	138.11.12.2	0	Connected
2	138.12.12.0	255.255.255.0	138.12.12.2	138.12.12.2	0	Connected
3	138.10.0.0	255.255.0.0	138.12.12.1	138.12.12.2	1	RIP

Протокол RIP каждые 30 секунд узнаёт у своих соседей маршрутизаторов их таблицы маршрутизации и делает обновление своей таблицы. RIP протокол выбрал один единственный путь до дальней подсети и указал его в своей таблице маршрутизации. В таблицах маршрутизации компьютеров ничего не поменялось.

Сравнение топологий сети

Топология В3 (выбранная)

- + Устойчива к потере маршрутизаторов (допустима потеря 1 любого из них)
- + Пакет проходит по кратчайшему пути, только через 1 маршрутизатор
- Проблемы с излишним дублированием в случае В1-2, из-за концентратора, одновременно подключенного к нескольким свичам\маршрутизаторам.

Топология В4

- + Исключает излишнее дублирование пакетов
- Недопустим сбой маршрутизаторов
- Пакет проходит через несколько маршрутизаторов -> медленно

Топология В5

- + - Аналогично топологии В4

Топология В6

- + Допустим сбой маршрутизатора 2
- + - Аналогично прошлым топологиям

Топология В7

- + Очень похожа на выбранную
- + Больше связей - выше скорость, меньше коллизий
- Сложность настройки

Топология В8

- + Надежность маршрутизатора 1
- + Больше связей - выше скорость, меньше коллизий
- Сложность настройки

Топология В9 - идентична В6

Топология В10

- + Исключает излишнее дублирование пакетов
- Надежность маршрутизатора 1
- Исключено заикливание

Вывод

Выполнив данную лабораторную работу, я научился строить сети с маршрутизаторами, от начала и до конца понял работу TCP протокола и сравнил его с UDP. Также мне удалось в NetEmul поработать с DHCP и RIP, для автоматического настраивания сетей. И напоследок привёл минусы и плюсы разных топологий, представленных в задании лабораторной работы.