

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования

Университет ИТМО

Дисциплина: Компьютерные сети

Лабораторная работа 3

Выполнили:

Кривоносов Егор Дмитриевич

Марков Петр Денисович

Группа: Р33111

Преподаватель:

Тропченко Андрей Александрович

2022 г.

Санкт-Петербург

Цель работы

Изучение принципов настройки и функционирования локальных сетей, построенных с использованием концентраторов и коммутаторов, а также процессов передачи данных на основе стека протоколов TCP/IP, с использованием программы моделирования компьютерных сетей NetEmul.

Вариант 15

Вар-т	Количество компьютеров в ...			Класс IP-адресов
	сети 1 (N_1)	сети 2 (N_2)	сети 3 (N_3)	
15	4	3	2	A

Кривоносов Егор Дмитриевич

$\Phi = 10$; $I = 4$; $O = 10$; $H = 11$

Для класса A: $(\Phi+H).(I+H).(O+H).(\Phi+I) = 21.15.21.14 \dots 21.15.21.17$

Этап 1. Построение сети с концентратором (hub)

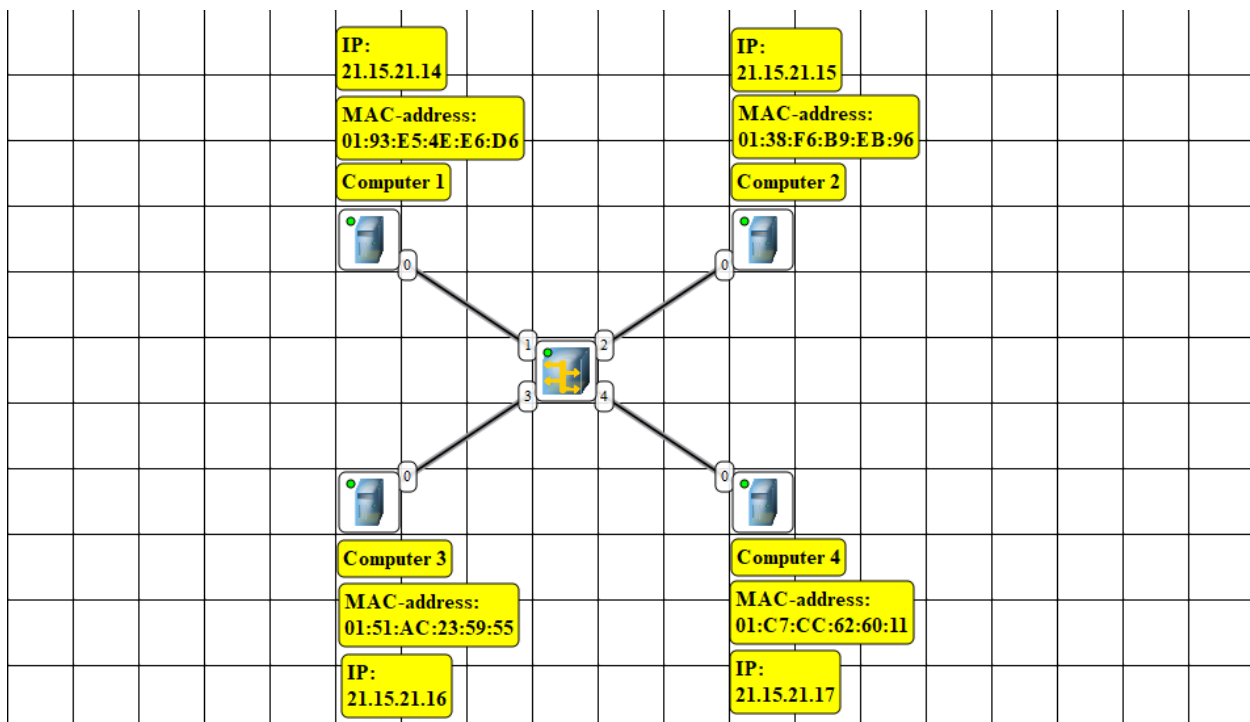
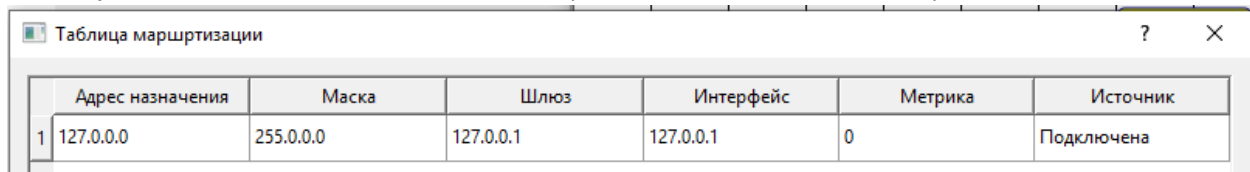


Таблица маршрутизации

Таблица маршрутизации содержит информацию:

1. Адрес назначения
2. Соответствующая адресу маска
3. Шлюз, обозначающий адрес маршрутизатора в сети, на который необходимо отправить пакет, следующий до указанного адреса назначения
4. Интерфейс, через который доступен шлюз
5. Метрика - числовой показатель, задающий предпочтительность маршрута (чем меньше число, тем более предпочтителен маршрут)
6. Состояние источника

Здесь у нас лежат дефолтные значения (до назначения IP адресов)

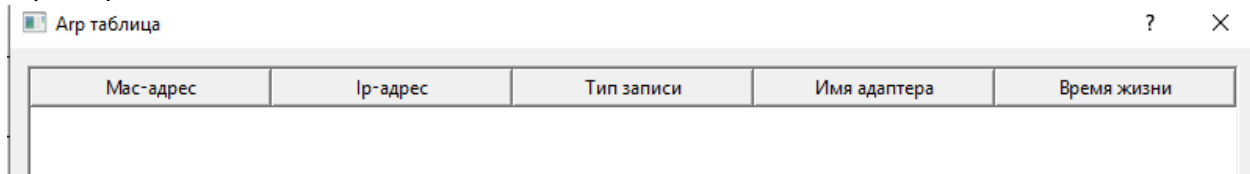
The screenshot shows a window titled "Таблица маршрутизации" (Routing Table). It contains a table with the following data:

	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

ARC-таблицы

Арп-таблицы так же содержат информацию согласно названиям столбцов (MAC-адрес, IP-адрес, Тип записи, Имя интерфейса, TTL

(до назначения IP-адресов) – арп-таблицы пустые. Так как заполняется она после каждого арп-запроса или ответа.

The screenshot shows a window titled "Арп таблица" (ARP Table). It contains a table with the following headers:

Mac-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
-----------	----------	------------	--------------	-------------

Этап 2. Настройка компьютеров

Address Resolution Protocol — протокол разрешения адресов.

Протокол ARP позволяет автоматически определить MAC-address компьютера по его IP-адресу. Арп-запрос получают все компьютеры в сети. Тот компьютер, который узнал в запросе свой IP-адрес подготавливает и отправляет ARP ответ.

После того как МАК-адрес получателя найден, он кэшируется на компьютеры отправителя в ARP-таблице для того, чтобы не запрашивать MAC-address каждый раз.

В ARP-таблицах предоставляется следующая информация об устройстве:

1. MAC-адрес

2. IP-адрес
3. Тип записи
4. Имя интерфейса
5. TTL – предельный период времени или число итераций, или переходов, за который набор данных (пакет) может существовать до своего исчезновения (time to live)

Заполняется (обновляется) данная таблица после каждого нового запроса или ответа, или подтверждения получения пакета или подтверждения формирования соединения между двумя компьютерами.

ARC-таблицы - после назначения IP-адресов

Арп-таблицы так же содержат информацию согласно названиям столбцов (MAC-адрес, IP-адрес, Тип записи, Имя интерфейса, TTL

(до назначения IP-адресов) – арп-таблицы пустые. Так как заполняется она после каждого арп-запроса или ответа.

Computer 1

Арп таблица					
	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:38:F6:B9:EB:96	21.15.21.15	Динамическая	eth0	735
2	01:51:AC:23:59:55	21.15.21.16	Динамическая	eth0	719
3	01:C7:CC:62:60:11	21.15.21.17	Динамическая	eth0	689

Computer 2

Арп таблица					
	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:93:E5:4E:E6:D6	21.15.21.14	Динамическая	eth0	1094
2	01:51:AC:23:59:55	21.15.21.16	Динамическая	eth0	737
3	01:C7:CC:62:60:11	21.15.21.17	Динамическая	eth0	707

Computer 3

Арг таблица					
	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:93:E5:4E:E6:D6	21.15.21.14	Динамическая	eth0	1104
2	01:38:F6:B9:EB:96	21.15.21.15	Динамическая	eth0	763
3	01:C7:CC:62:60:11	21.15.21.17	Динамическая	eth0	739

Computer 4

Арг таблица					
	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:93:E5:4E:E6:D6	21.15.21.14	Динамическая	eth0	1114
2	01:38:F6:B9:EB:96	21.15.21.15	Динамическая	eth0	773
3	01:51:AC:23:59:55	21.15.21.16	Динамическая	eth0	757

Журналы устройств – для отслеживания протекающих в них процессов (последовательности и содержания передаваемых пакетов и кадров)

Computer 1

получил 21.15.21.17 ищет 21.15.21.17 Тип: ARP запрос

Ethernet, отправитель: 01:C7:CC:62:60:11 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF...

ARP-запрос:

IP адрес отправителя: 21.15.21.17

MAC адрес отправителя: 01:C7:CC:62:60:11

IP адрес назначения: 21.15.21.17

MAC адрес назначения: 00:00:00:00:00:00

получил 21.15.21.17 ищет 21.15.21.17 Тип: ARP запрос

Ethernet, отправитель: 01:C7:CC:62:60:11 получатель: FF:FF:FF:FF:FF:FF...

ARP-запрос:

IP адрес отправителя: 21.15.21.17

MAC адрес отправителя: 01:C7:CC:62:60:11

IP адрес назначения: 21.15.21.17

MAC адрес назначения: 00:00:00:00:00:00

Computer 2

получил 21.15.21.17 ищет 21.15.21.17 Тип: ARP запрос

получил 21.15.21.17 ищет 21.15.21.17 Тип: ARP запрос

С помощью данного запроса компьютер можно сказать регистрирует себя в сети.

Этап 3. Анализ таблиц

Арг-таблицы стали заполнены записями по каждому компьютеру в сети. (наглядно видно в этапе 2)

Записи таблиц маршрутизации также изменились, т.к. был назначен IP адрес каждому компьютеру.

Computer 1

Таблица маршрутизации ? X						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	21.0.0.0	255.0.0.0	21.15.21.14	21.15.21.14	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Computer 2

Таблица маршрутизации ? X						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	21.0.0.0	255.0.0.0	21.15.21.15	21.15.21.15	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Computer 3

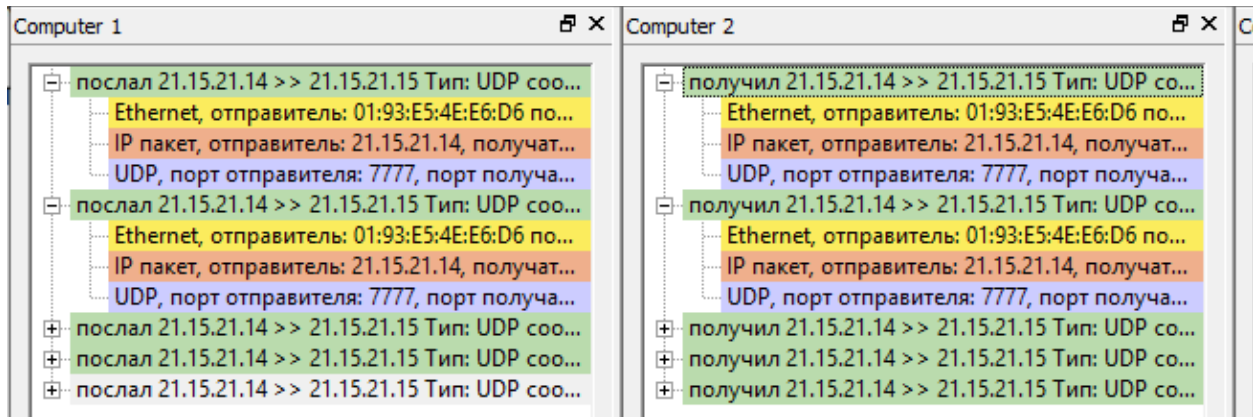
Таблица маршрутизации ? X						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	21.0.0.0	255.0.0.0	21.15.21.16	21.15.21.16	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Computer 4

Таблица маршрутизации ? X						
	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	21.0.0.0	255.0.0.0	21.15.21.17	21.15.21.17	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Этап 4. Тестирование сети (отправка пакетов)

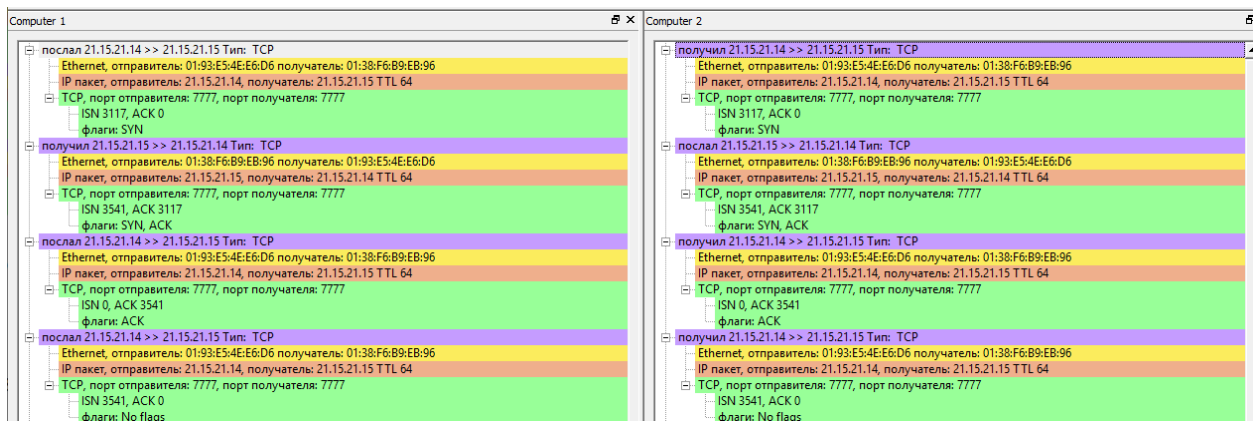
Использование протокола UDP:



Первым отправляется Ethernet-пакет с кадром ARP-запроса в ожидании получения ответа от узла получателя. Если ответ приходит, то отправляем Ethernet-пакет с IP-пакетом, а с ним и сегмент данных по UDP.

Арп-запрос и ответ содержит в себе IP- и MAC-адреса отправителя и цели. Ethernet-пакет обладает информацией о MAC-адресе отправителя и получателя сообщения. IP-пакет содержит IP-адреса отправителя и получателя, а также TTL. В UDP-сегменте содержатся порты отправителя и получателя.

Использование протокола TCP:



При использовании TCP протокола отправляется Ethernet-пакет вместе с IP-пакетом и TCP-сегментом сначала для установления соединения, после передачи данных и разрыва соединения.

Ethernet-пакет обладает информацией о MAC-адресе отправителя и получателя сообщения. IP-пакет содержит IP-адреса отправителя и получателя, а также TTL. В TCP-сегменте содержатся порты отправителя и получателя, длина сегмента и АСК-число, флаги

Этап 5. Построение локальной сети с коммутатором

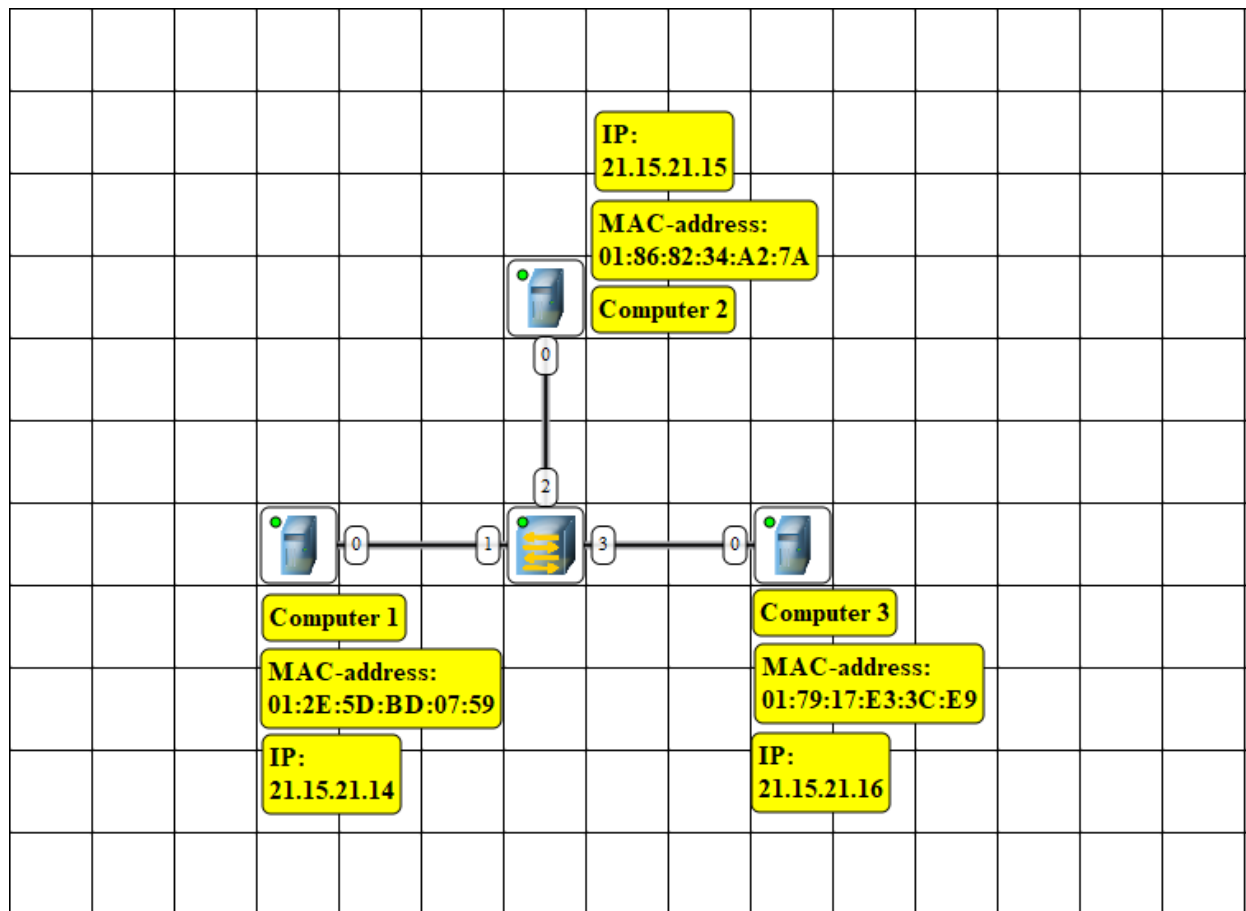
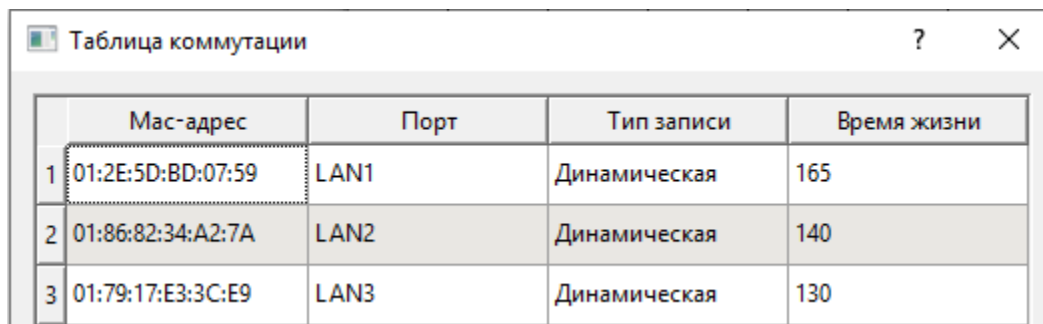


Таблица коммутации:



	Мас-адрес	Порт	Тип записи	Время жизни
1	01:2E:5D:BD:07:59	LAN1	Динамическая	165
2	01:86:82:34:A2:7A	LAN2	Динамическая	140
3	01:79:17:E3:3C:E9	LAN3	Динамическая	130

Поля таблицы:

1. MAC-адрес
2. Порт
3. Тип записи
4. TTL (измеряется в секундах, время жизни одной записи = 300)

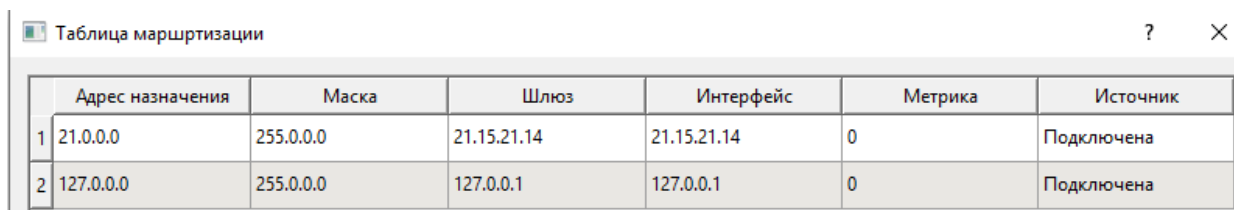
Заполнение таблицы происходит тогда, когда один из компьютеров отправляет через коммутатор запрос и при этом компьютера-отправителя нет в таблице коммутации. Как только компьютер добавляется в таблицу, начинается отсчитываться время жизни данного соединения.

В отличие от хаба, который протягивает трафик с одного онлайн-узла на все остальные, коммутатор передает данные только непосредственно получателю.

Таблица коммутации будет построена полностью, если все компьютеры, которые подключены к данному коммутатору хотя бы один запрос за 300 секунд с момента появления в таблице первой записи. Поэтому максимальное количество строк в таблице равняется количеству подключенных к коммутатору компьютеров.

Этап 6. Анализ таблиц

Таблицы изменились аналогичным образом, как и при передаче через концентратор (см. этап 3)



	Адрес назначения	Маска	Шлюз	Интерфейс	Метрика	Источник
1	21.0.0.0	255.0.0.0	21.15.21.14	21.15.21.14	0	Подключена
2	127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	0	Подключена

Появились новые записи в Arp-таблице после отправки Arp-запросов

Агр таблица					
	Мас-адрес	Ip-адрес	Тип записи	Имя адаптера	Время жизни
1	01:86:82:34:A2:7A	21.15.21.15	Динамическая	eth0	302
2	01:79:17:E3:3C:E9	21.15.21.16	Динамическая	eth0	291

Этап 7. Тестирование сети (отправка пакетов)

Использование протокола UDP:

Компьютер 1		Компьютер 2	
<ul style="list-style-type: none"> послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользоват... Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:34:A2:7A IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL ... UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользоват... Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:34:A2:7A IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL ... UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользоват... послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользоват... послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользоват... 		<ul style="list-style-type: none"> получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользователя Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:34:A2:7A IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользователя Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:34:A2:7A IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL 64 UDP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777 получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользователя получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользователя получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: UDP сообщение пользователя 	

При передаче по UDP содержимое и последовательность пакетов аналогичны с передачей через концентратор (См. пункт 4).

Самое интересное – в таблице коммутации. В случае, если порт отправителя не зафиксирован в таблице – он фиксируется (но не порт получателя). В случае, если порт отправителя зафиксирован в таблице и порт получателя зафиксирован в таблице, обновится время жизни записи получателя.

Если соединение уже установлено (время жизни не превышает время жизни агр записи), то агр-таблица обновляться не будет. Если же нет – заново начнется процедура отправки агр-запроса и получения агр-ответа -> появится новая запись в агр-таблице.

Таблица маршрутизации не изменяется (мы же не назначаем новые адреса узлам сети).

Использование протокола TCP:

Компьютер 1

- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL 64
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 736, ACK 0
 - флаги: SYN
- получил 21.15.21.15 >> 21.15.21.14 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:86:82:34:A2:7A получатель: 01:2E:5D:B...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.15, получатель: 21.15.21.14 TTL 64
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 4222, ACK 736
 - флаги: SYN, ACK
- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL 64
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 0, ACK 4222
 - флаги: ACK
- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL 64
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 4222, ACK 0
 - флаги: No flags
- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- послал 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- получил 21.15.21.15 >> 21.15.21.14 Тип: TCP

Компьютер 2

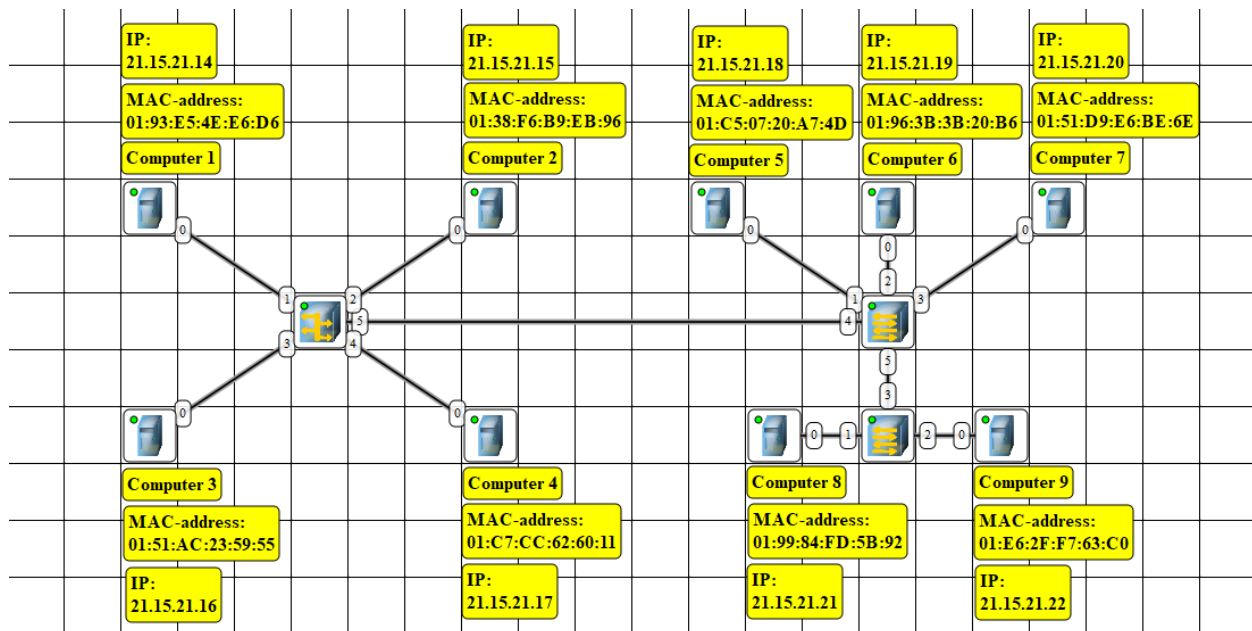
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL ...
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 736, ACK 0
 - флаги: SYN
- послал 21.15.21.15 >> 21.15.21.14 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:86:82:34:A2:7A получатель: 01:2E:5D:...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.15, получатель: 21.15.21.14 TTL ...
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 4222, ACK 736
 - флаги: SYN, ACK
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL ...
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 0, ACK 4222
 - флаги: ACK
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
 - Ethernet, отправитель: 01:2E:5D:BD:07:59 получатель: 01:86:82:3...
 - IP пакет, отправитель: 21.15.21.14, получатель: 21.15.21.15 TTL ...
 - TCP, порт отправителя: 7777, порт получателя: 7777
 - ISN 4222, ACK 0
 - флаги: No flags
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- получил 21.15.21.14 >> 21.15.21.15 Тип: TCP
- послал 21.15.21.15 >> 21.15.21.14 Тип: TCP

При передаче по TCP последовательность и содержание пакетов аналогичны передаче через концентратор, а обновление таблиц аналогично передаче по UDP. Но есть нюанс, связанный с обновлением arp-таблицы отправителя. Время жизни для записи получателя обновится при получении ответа о принятии сообщения.

Таблица коммутации

	Мас-адрес	Порт	Тип записи	Время жизни
1	01:2E:5D:BD:07:59	LAN1	Динамическая	25
2	01:86:82:34:A2:7A	LAN2	Динамическая	33

Этап 8. Формирование сети



Содержимое Arp-таблиц и таблицы маршрутизации почти не изменилось.

В таблице коммутации появилось больше записей, которые относятся к одному порту, но при этом с разными MAC-адресами. Такое происходит из-за того, что коммутаторы объединены с другими коммутаторами или концентраторами, которые объединяют несколько компьютеров.

Показатель	Топология	
	Общая шина	Кольцо
Простота	1	3
Стоимость	1	3
Надежность	5	3
Производительность	5	3
Время доставки	3	5
Возможна	Да	Нет

Топология “кольцо” невозможна в данной сети, так как концентратор не может получать и передавать одновременно более одного сообщения. Если его заменить на коммутатор, то произойдет заикливание сообщения с ответом на запрос о соединении. Из таблицы можно сделать вывод, что возможны только два варианта топологии: одна шина и последовательная. В среднем по характеристикам выглядит лучше именно последовательная, поэтому ее и будем использовать в следующем пункте.

Этап 9. Тестирование сети (отправка пакетов)

При передаче и UDP, и TCP вся последовательность действий схожа с вышеупомянутой.

Изменение таблиц аналогично.

Вывод

В результате выполнения данной лабораторной работы мы проанализировали 3 вида локальных сетей (с концентратором, коммутатором и много-сегментную). Поработав с ними, мы поняли общий механизм взаимодействия узлов по сети. Усвоили, что агрегированные таблицы хранят информацию об устройствах, с которыми мы устанавливали соединение ранее. Таблицы маршрутизации описывают соответствие между адресами назначения и интерфейсами, через которые следует отправить пакет данных до следующего маршрутизатора (или конечному узлу). Таблицы коммутации хранят соответствие узла порту (собственно, поэтому в случае коммутатора мы не будем отправлять сообщение всем соединенным узлам, отправим только нужному). Также мы вникли в саму передачу сообщений и имеем представления о том, какие пакеты и в каком порядке передаются по разным протоколам (UDP и TCP), а также ознакомились с содержанием этих пакетов. Ну и в результате рассмотрения много-сегментной локальной сети пришли к выводу, что не любая топология подойдет нам для создания сети, к выбору нужно подойти с умом.