

Отчёт по лабораторной работе 1

Знакомство с Cisco Packet Tracer

Суннатилло Махмудов

Содержание

1 Цель работы	5
2 Теоретические сведения	6
3 Выполнение лабораторной работы	8
4 Вывод	27
5 Контрольные вопросы	28
6 Список литературы	30

Список иллюстраций

3.1 Модель сети с концентратором	9
3.2 Настройка статического IP-адреса на ПК	9
3.3 Передача пакетов между ПК	10
3.4 Окно OSI Model и информация о PDU	11
3.5 Структура пакета Ethernet/IP/ICMP	12
3.6 Возникновение коллизии в концентраторе	13
3.7 Отображение коллизии на всех устройствах	14
3.8 Структура пакета Ethernet/IP/ICMP	15
3.9 Сегмент сети с коммутатором и ПК	16
3.10 Передача ARP/ICMP в сегменте с коммутатором	17
3.11 Структура Ethernet II / IP / ICMP в PDU Details	19
3.12 Одновременный обмен без коллизий в сети с коммутатором	20
3.13 Структура STP BPDU (Ethernet 802.3 + LLC)	23
3.14 Подключение маршрутизатора к коммутатору	24
3.15 Передача пакетов между ПК и маршрутизатором	25
3.16 Структура кадра CDP в PDU Details	26

Список таблиц

1 Цель работы

Установка инструмента моделирования конфигурации сети Cisco Packet Tracer, знакомство с его интерфейсом.

2 Теоретические сведения

Локальная вычислительная сеть (LAN) представляет собой совокупность взаимосвязанных устройств, обменивающихся данными по каналам связи. Передача информации в сети осуществляется в виде кадров и пакетов, проходящих через различные уровни модели OSI. В данной работе рассматривались принципы взаимодействия устройств на физическом, канальном и сетевом уровнях.

Концентратор (hub) работает на физическом уровне и передаёт входящий сигнал на все порты без анализа содержимого. Все устройства, подключённые к концентратору, используют общий канал передачи данных, поэтому в такой сети возможны коллизии – ситуации, когда несколько устройств одновременно начинают передачу.

Коммутатор (switch) функционирует на канальном уровне и передаёт кадры на основе MAC-адресов. Он запоминает соответствие MAC-адресов и портов в таблице коммутации и направляет данные только нужному получателю. Это уменьшает количество лишнего трафика и практически устраняет коллизии.

Маршрутизатор (router) работает на сетевом уровне и обеспечивает передачу пакетов между различными IP-сетями. Он анализирует IP-адреса источника и назначения и выбирает оптимальный путь доставки данных.

Передача данных в локальной сети сопровождается работой служебных протоколов. Протокол ARP используется для определения MAC-адреса по известному IP-адресу. Протокол ICMP применяется для проверки доступности узлов и передачи диагностических сообщений. Протокол STP предотвращает образование петель в сети с коммутаторами, а CDP позволяет устройствам Cisco обмениваться

информацией о соседях.

Кадр Ethernet является основной единицей передачи данных на канальном уровне. Он содержит MAC-адреса источника и получателя, служебную информацию и полезные данные. В зависимости от типа протокола могут использоваться форматы Ethernet II или IEEE 802.3 с LLC/SNAP. Эти механизмы обеспечивают корректную доставку данных между узлами сети.

3 Выполнение лабораторной работы

1. Был создан новый проект **lab_PT-01.pkt**. В рабочем пространстве размещены четыре оконечных устройства **PC** и один концентратор **Hub-PT**. Все компьютеры соединены с концентратором прямым кабелем.

Далее на каждом компьютере были заданы статические IP-адреса:

- PC0: 192.168.1.11
- PC1: 192.168.1.12
- PC2: 192.168.1.13
- PC3: 192.168.1.14

Маска подсети для всех устройств: 255.255.255.0.

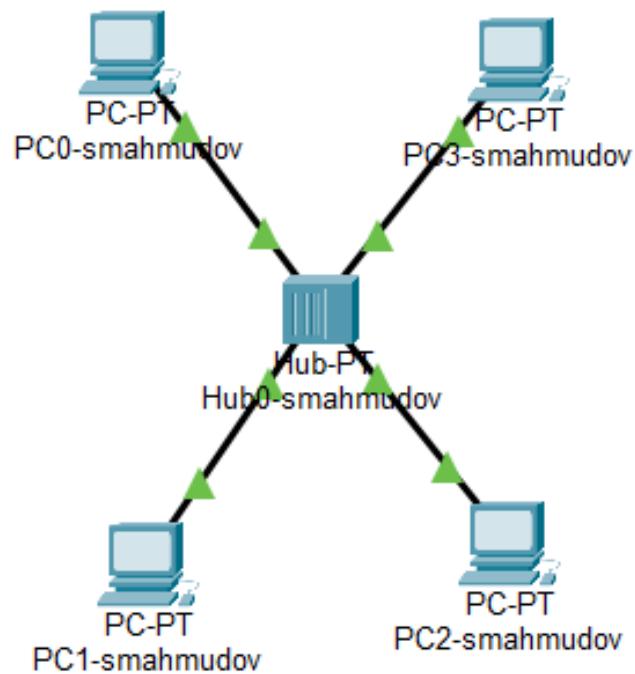


Рис. 3.1: Модель сети с концентратором

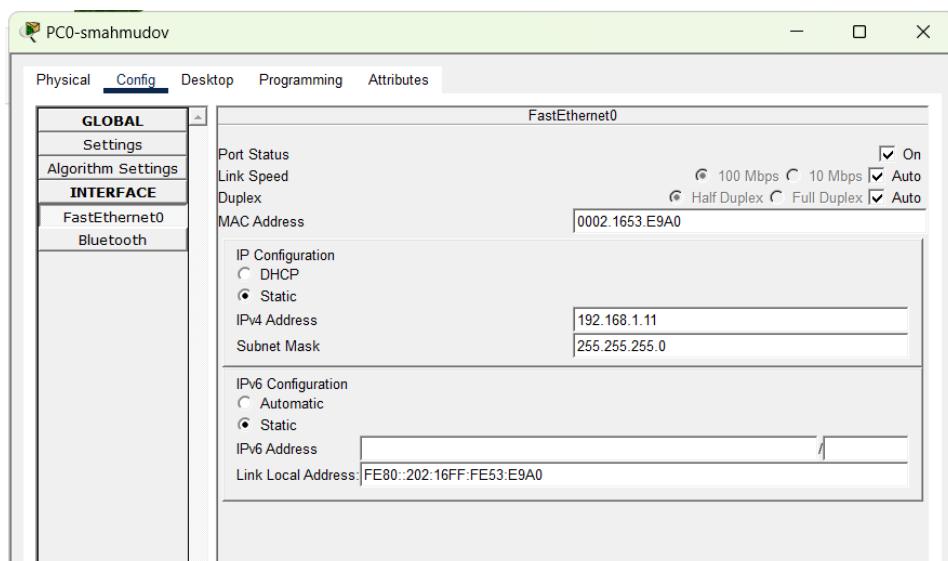


Рис. 3.2: Настройка статического IP-адреса на ПК

2. Проект был переведён из режима **Realtime** в режим **Simulation**. С помощью инструмента **Add Simple PDU** был отправлен пакет от устройства **PC0** к **PC2**.

В рабочей области появились два конверта, обозначающие передачу пакетов. В списке событий на панели моделирования отобразились события, соответствующие протоколам **ARP** и **ICMP**. После нажатия кнопки **Play** было прослежено движение пакетов от PC0 к PC2 и обратно.

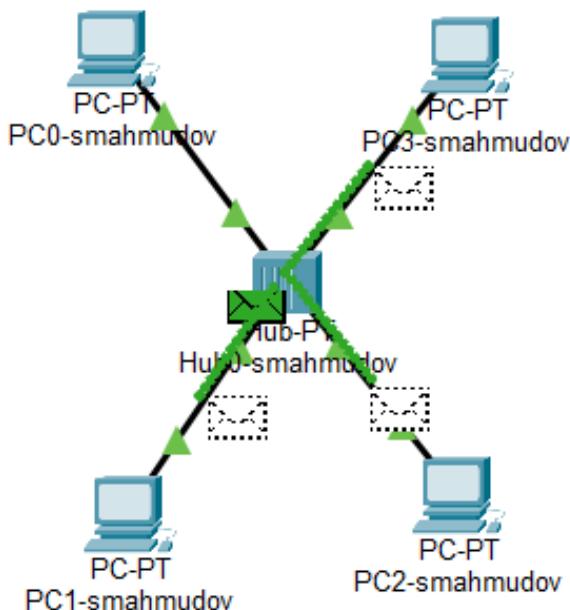


Рис. 3.3: Передача пакетов между ПК

3. При выборе строки события было открыто окно информации о PDU, в котором исследована работа пакета на уровнях модели OSI. В режиме просмотра **Outbound PDU Details** отображается процесс формирования кадра и его прохождения через уровни.

В процессе анализа установлено:

- На канальном уровне формируется заголовок Ethernet II;

- Указывается MAC-адрес источника и назначения;
- На физическом уровне пакет передаётся через интерфейс FastEthernet0.

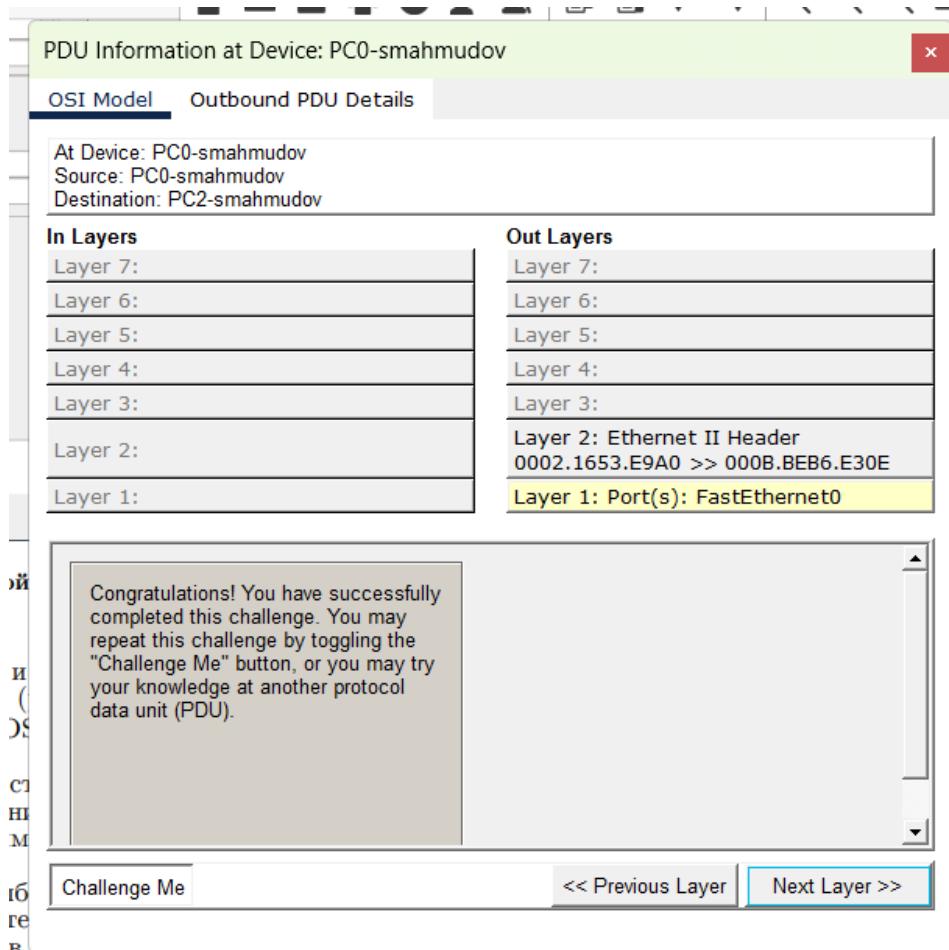


Рис. 3.4: Окно OSI Model и информация о PDU

- На вкладке с информацией о структуре PDU была изучена структура ICMP-пакета и Ethernet-кадра.

Структура кадра Ethernet включает:

- Преамбулу и SFD;
- MAC-адрес получателя;
- MAC-адрес отправителя;
- Поле типа (Type = 0x0800 – IPv4);
- Поле данных;

- Контрольную сумму (FCS).

В составе IP-пакета содержатся:

- IP-адрес источника (192.168.1.13);
- IP-адрес назначения (192.168.1.11);
- TTL, идентификатор и другие служебные поля.

В составе ICMP-пакета:

- Тип сообщения;
- Код;
- Контрольная сумма;
- Идентификатор и номер последовательности.

При передаче пакета через сеть изменяются MAC-адреса отправителя и получателя в заголовке Ethernet, поскольку кадр формируется заново на канальном уровне для каждой передачи. Тип кадра остаётся неизменным – Ethernet II с типом 0x0800.

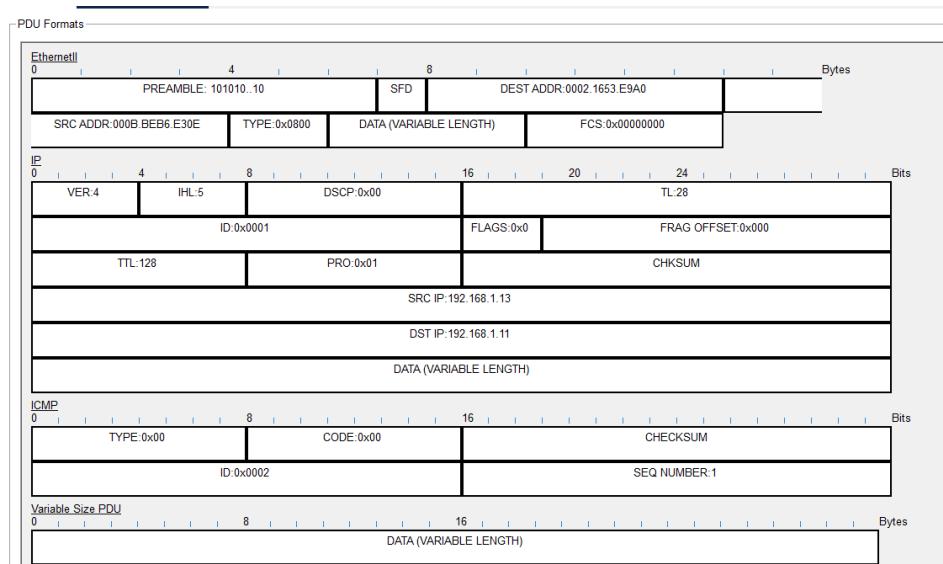


Рис. 3.5: Структура пакета Ethernet/IP/ICMP

5. Далее список событий был очищен, после чего одновременно были отправлены два пакета:

- от PC0 к PC2;
- от PC2 к PC0.

После нажатия кнопки **Play** была зафиксирована коллизия в сети.

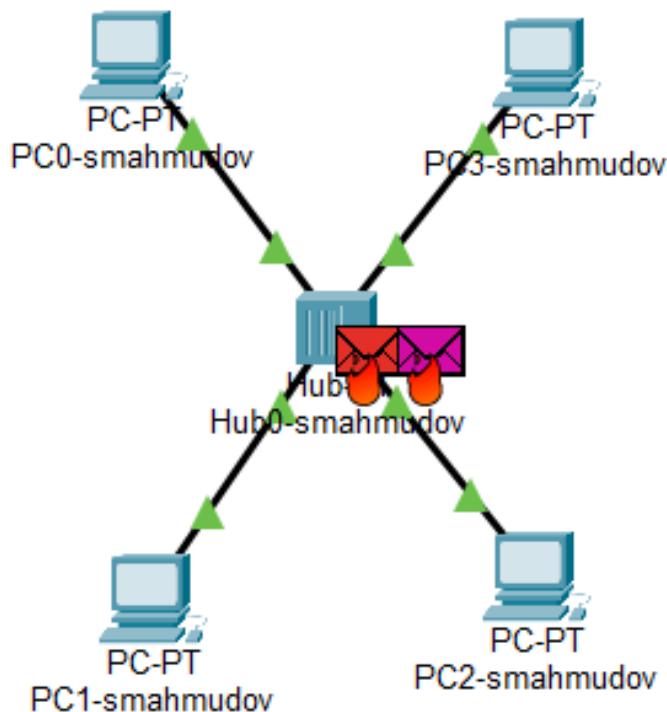


Рис. 3.6: Возникновение коллизии в концентраторе

6. В списке событий было видно, что кадры от разных устройств начали передаваться одновременно. Поскольку концентратор работает на физическом уровне и передаёт сигнал всем портам сразу, в сети возникает ситуация, при которой два устройства передают данные одновременно.

Коллизия отображается на схеме в виде наложения кадров. В заголовках пакетов при этом фиксируется ошибка передачи, и устройства выполняют повторную отправку данных после случайной задержки.

Причина возникновения коллизии:

- Концентратор не разделяет домены коллизий;
- Все устройства используют общий канал передачи;
- Одновременная передача кадров приводит к их взаимному наложению.

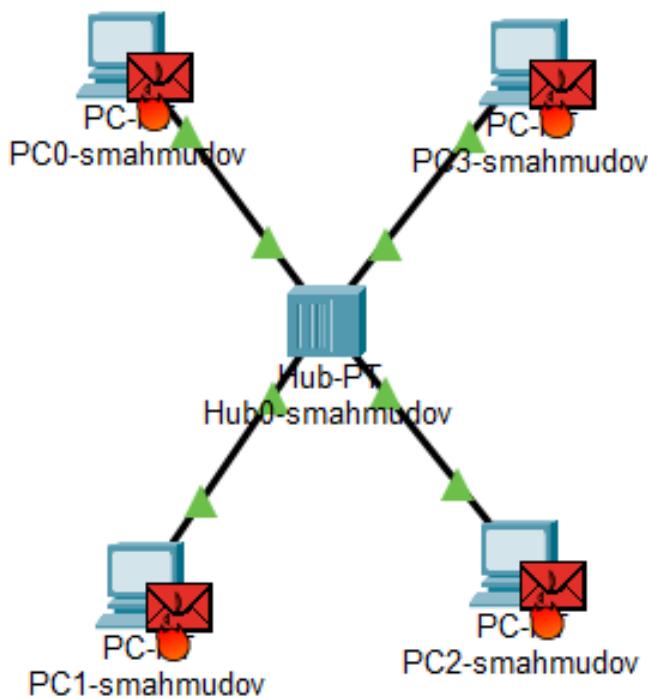


Рис. 3.7: Отображение коллизии на всех устройствах

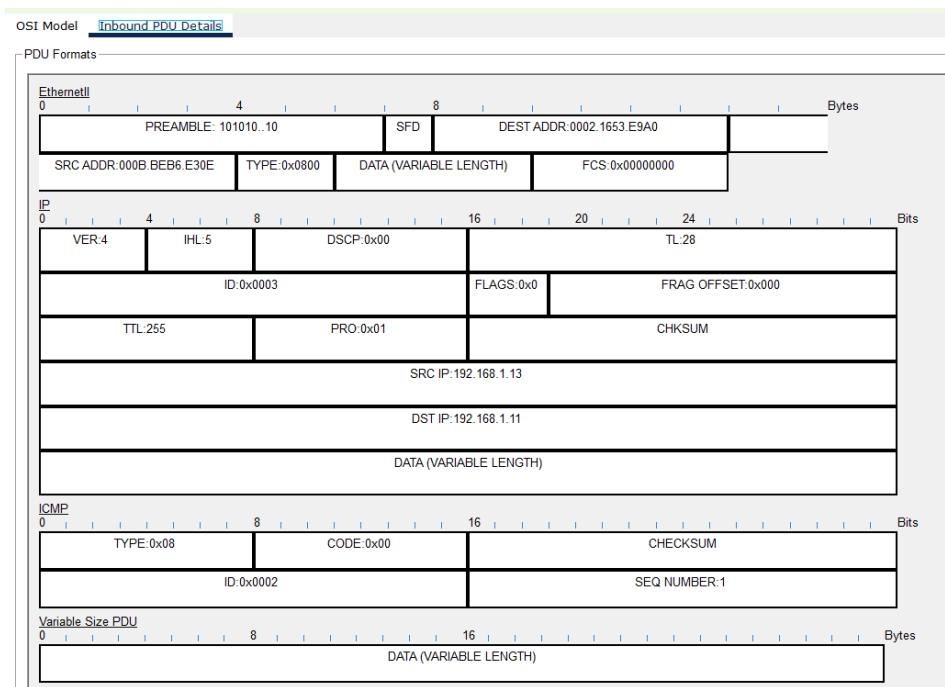


Рис. 3.8: Структура пакета Ethernet/IP/ICMP

7. В режиме **Realtime** в рабочем пространстве был размещён коммутатор **Cisco 2950-24** и четыре оконечных устройства **PC** (PC4–PC7). Все компьютеры подключены к коммутатору прямым кабелем. На каждом ПК заданы статические IP-адреса:

- PC4: 192.168.1.21
- PC5: 192.168.1.22
- PC6: 192.168.1.23
- PC7: 192.168.1.24

Маска подсети для всех устройств: 255.255.255.0.

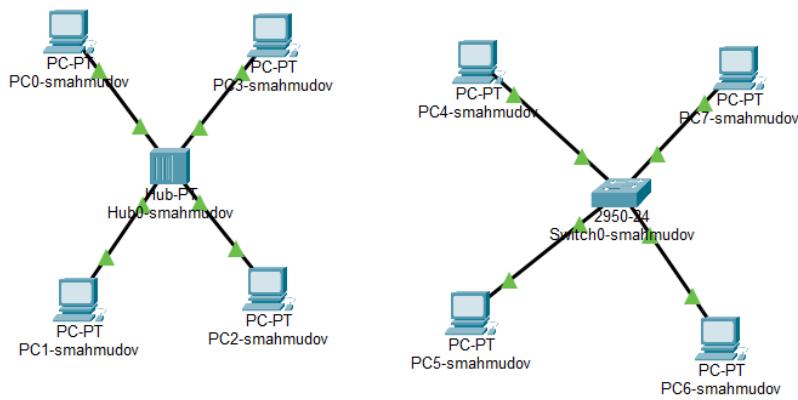


Рис. 3.9: Сегмент сети с коммутатором и ПК

8. Проект переведён в режим **Simulation**. Инструментом **Add Simple PDU** выполнена отправка пакета от **PC4** к **PC6**. В списке событий появились события **ARP** и **ICMP**, после нажатия **Play** прослежено прохождение пакетов от PC4 к PC6 и обратно.

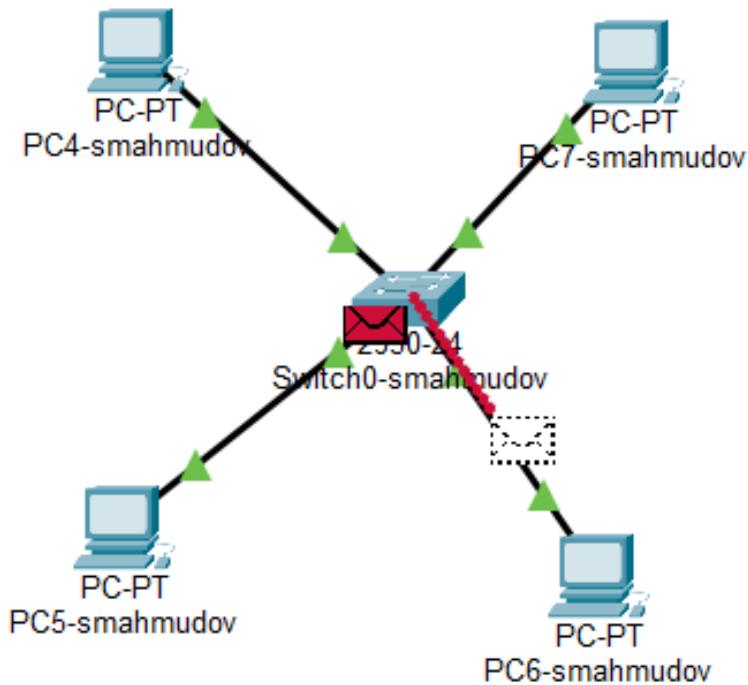


Рис. 3.10: Передача ARP/ICMP в сегменте с коммутатором

Отличия ARP-сценария по сравнению с концентратором:

- **ARP-запрос** является широковещательным (broadcast), поэтому коммутатор рассыпает его по всем портам, кроме входного (flooding для broadcast);
- при этом коммутатор **обучается MAC-адресу источника**, запоминая соответствие $MAC \leftrightarrow port$;
- **ARP-ответ** уже является unicast, поэтому после обучения таблицы MAC коммутатор пересыпает кадр только на нужный порт, а не всем устройствам, как это делает концентратор;
- в варианте с хабом каждый кадр физически повторяется на все порты, поэтому “лишние” устройства также получают кадры и наблюдается больше «общего трафика» на сегменте.

9. Изучена структура ICMP-пакета и Ethernet-кадра по вкладке **PDU Details**.

Структура кадра **Ethernet II** (для ICMP поверх IPv4): – Preamble и SFD;

- MAC-адрес назначения (Destination);
- MAC-адрес источника (Source);
- поле **Type** (для IPv4: **0x0800**);
- данные (IP-пакет, внутри которого ICMP);
- FCS.

Структура MAC-адреса: – длина 48 бит (6 байт);

- записывается в виде шести октетов (например, **00D0.BA8B.D44D**);
- первые 24 бита – OUI (производитель), оставшиеся 24 бита – уникальная часть устройства.

Изменения кадра Ethernet при “передвижении” пакета: – в пределах одной L2-сети кадр пересыпается через коммутатор без изменения IP-адресов; – MAC-адреса в Ethernet-заголовке соответствуют участникам передачи на данном канальном участке (источник/назначение для конкретного кадра).

В рассматриваемой топологии (ПК \leftrightarrow коммутатор \leftrightarrow ПК в одной подсети) кадр направляется коммутатором по таблице MAC, при этом тип кадра остаётся **Ethernet II (0x0800)**.

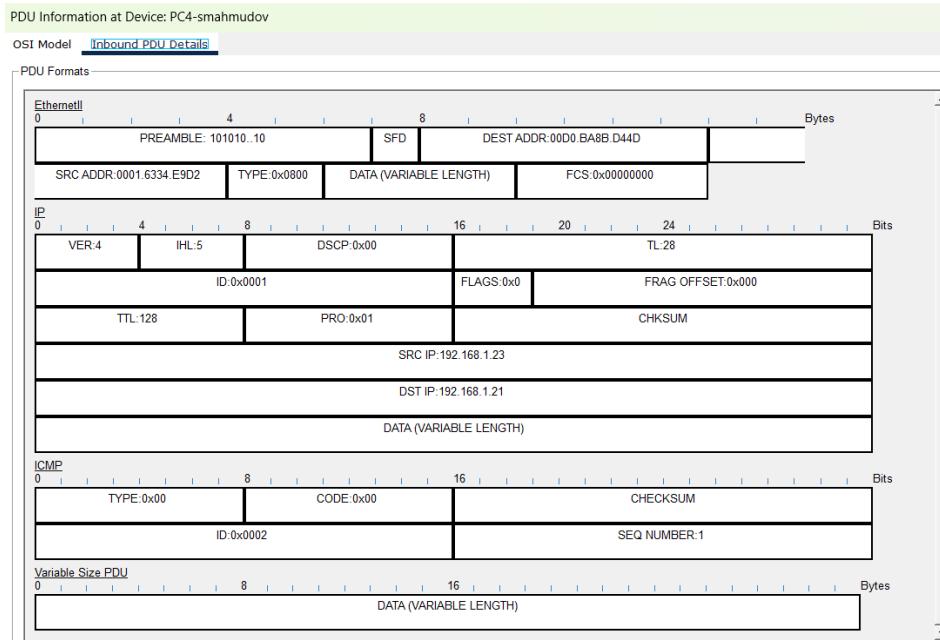


Рис. 3.11: Структура Ethernet II / IP / ICMP в PDU Details

10. Список событий очищен. Затем в режиме моделирования одновременно сформированы два сценария: – PDU от **PC4** к **PC6**;
- PDU от **PC6** к **PC4**.

После запуска **Play** коллизия не возникла.

Причина отсутствия коллизии: – коммутатор разделяет среду передачи на отдельные сегменты: **каждый порт – отдельный домен коллизий**;

- кадры пересыпаются выборочно на нужный порт, а не всем устройствам;
- в типичной настройке порты коммутатора работают в **full-duplex**, поэтому одновременная передача и приём не приводят к коллизиям.

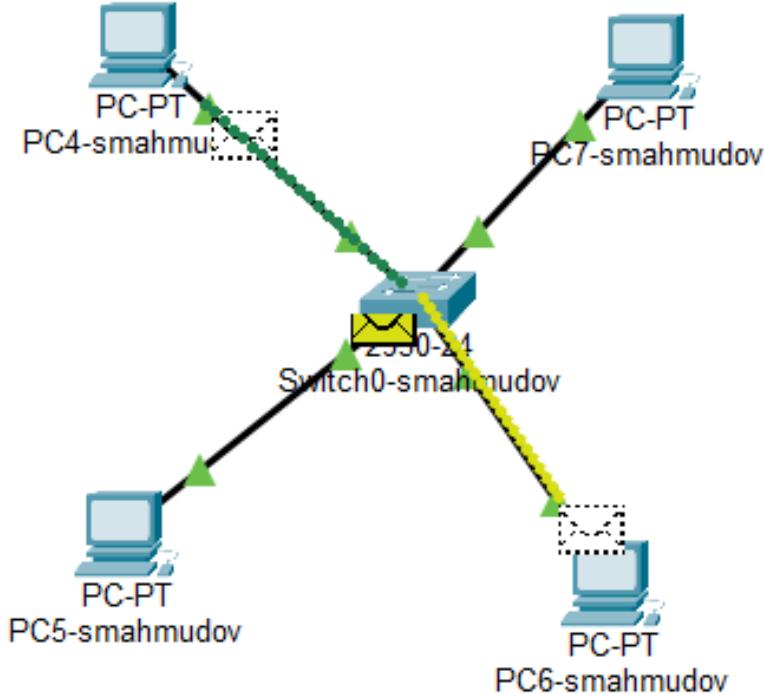


Рис. 3.12: Одновременный обмен без коллизий в сети с коммутатором

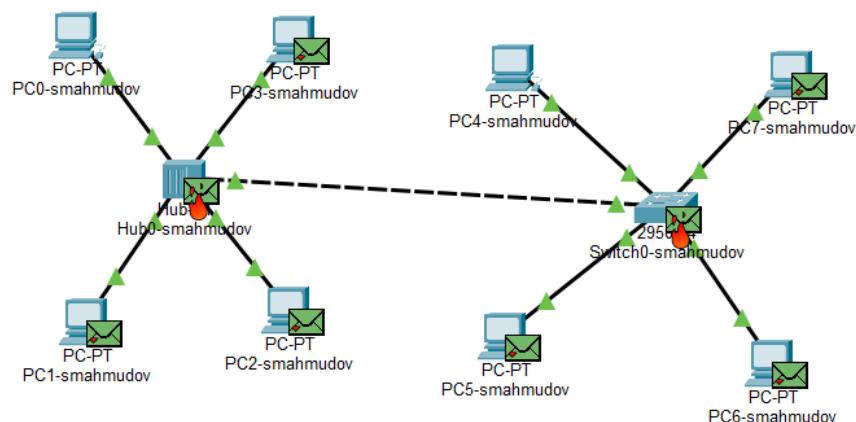
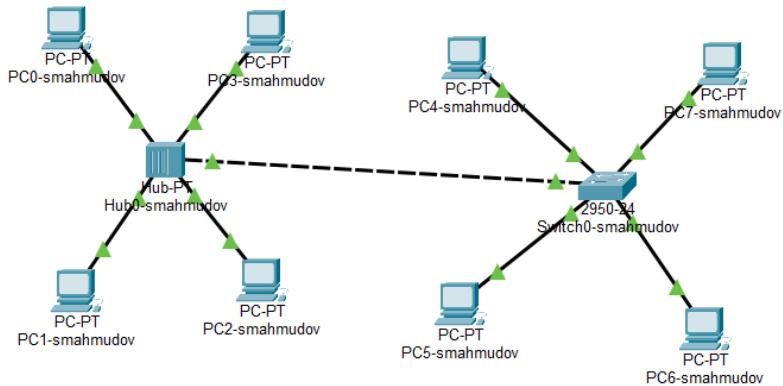
11. В режиме **Realtime** концентратор и коммутатор соединены **кроссовым кабелем**, затем выполнен переход в **Simulation**. Список событий очищен. Далее сформированы два PDU: – от **PC0** к **PC4**;
– от **PC4** к **PC0**.

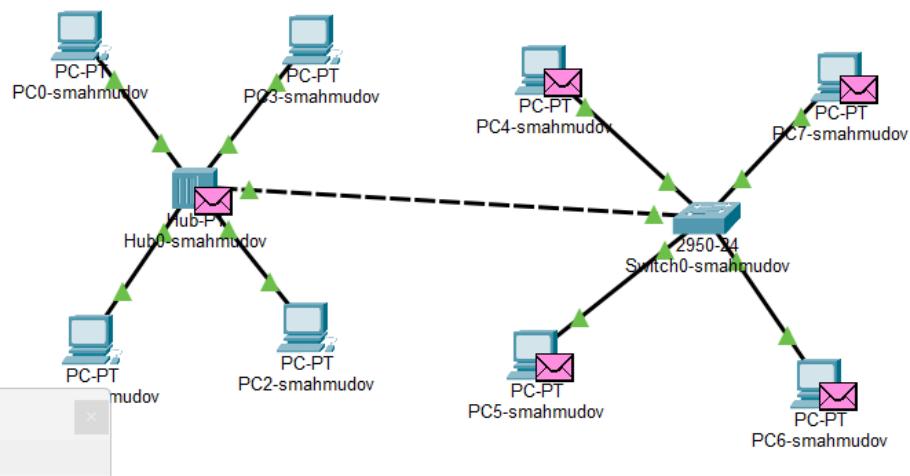
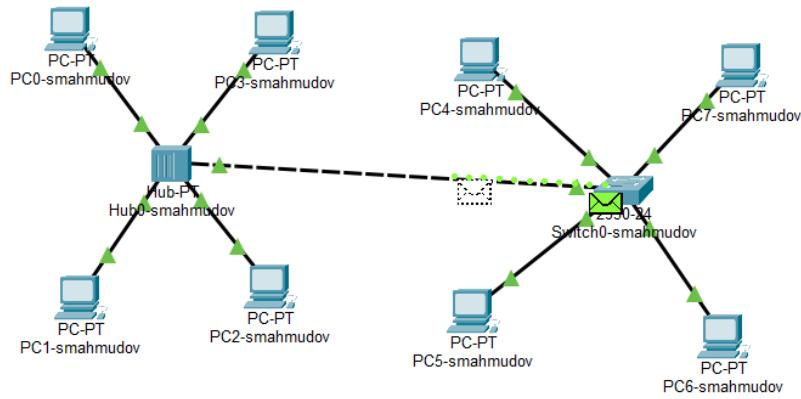
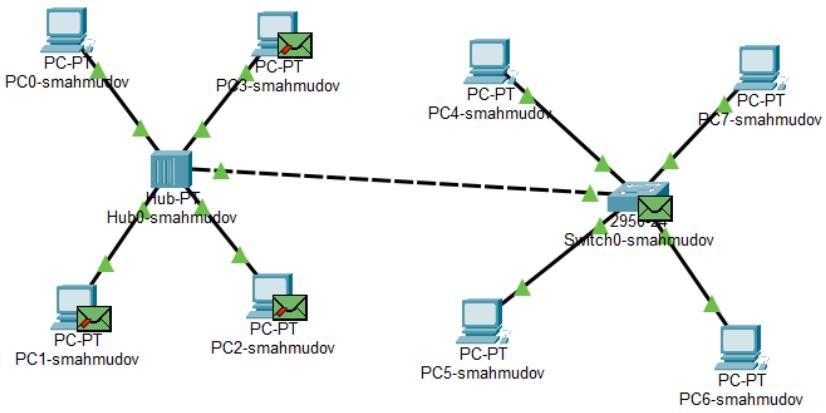
После запуска **Play** сначала наблюдалась коллизия, затем пакеты успешно достигли адресатов.

Объяснение: – сегмент с концентратором остаётся общей средой передачи (общий домен коллизий), устройства могут начать передачу одновременно → возникает коллизия;
– после коллизии кадры повторно отправляются (механизм CSMA/CD и случайная

задержка), и при следующей попытке кадры проходят успешно;

- со стороны коммутатора кадры пересыпаются адресно, поэтому после “успешного окна” передачи трафик стабильно доходит до получателя.





12. После очистки списка событий на панели моделирования выполнен **Play** для получения служебных пакетов **STP**. Изучена структура STP BPDU.

Особенности кадра для STP: – используется формат **IEEE 802.3 + LLC**, то есть вместо поля EtherType применяется поле **Length**;

- присутствует LLC-заголовок с DSAP/SSAP (типично **0x42** для STP);
- STP BPDU передаётся на зарезервированный групповой MAC-адрес назначения **01:80:C2:00:00:00** (кадры с этим MAC коммутаторы не пересылают как обычный пользовательский трафик);
- в BPDU содержатся идентификаторы корневого моста (Root ID), моста-отправителя (Bridge ID), стоимость пути (Root Path Cost), таймеры (Hello Time, Max Age, Forward Delay) и служебные поля протокола.

Тип кадра Ethernet для STP: – **Ethernet 802.3 (LLC)**, то есть кадр определяется по длине и LLC, а не по EtherType.

Структура MAC-адресов в STP: – Destination: **01:80:C2:00:00:00** (служебный multicast для STP);

- Source: MAC-адрес порта/коммутатора-отправителя (уникальный адрес устройства).

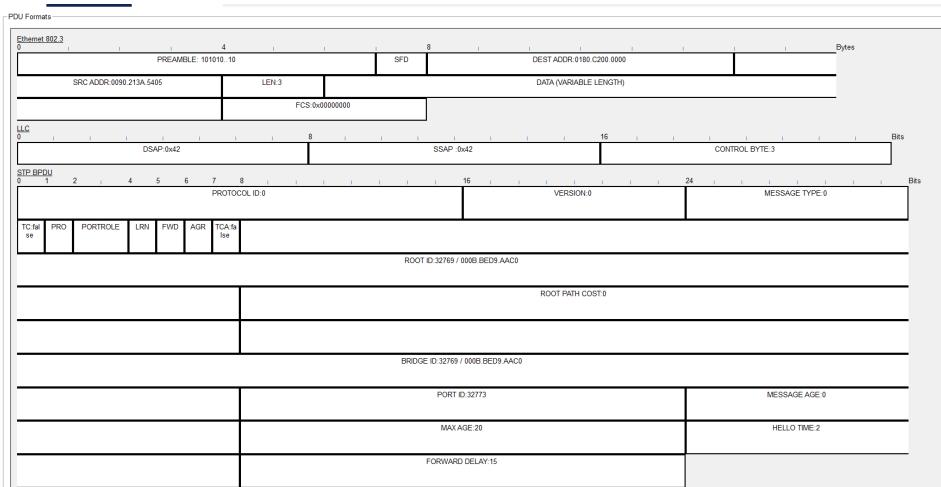


Рис. 3.13: Структура STP BPDU (Ethernet 802.3 + LLC)

13. В режиме **Realtime** в рабочее пространство был добавлен маршрутизатор

Cisco 2811. Маршрутизатор соединён с коммутатором прямым кабелем.

На интерфейсе маршрутизатора был задан статический IP-адрес:

- IP: 192.168.1.254
- Маска: 255.255.255.0

Порт был активирован установкой параметра **Port Status = On**.

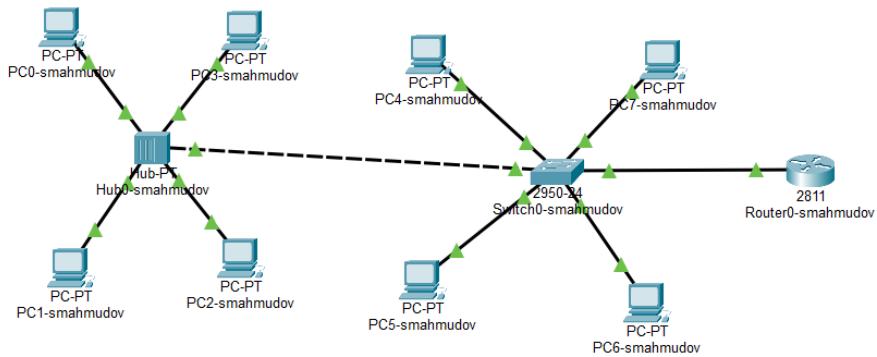


Рис. 3.14: Подключение маршрутизатора к коммутатору

14. Проект переведён в режим **Simulation**. Список событий очищен. С помощью инструмента **Add Simple PDU** был отправлен пакет от **PC3** к маршрутизатору. После нажатия **Play** были зафиксированы пакеты протоколов:

- ARP;
- ICMP;
- STP;
- CDP.

В процессе моделирования наблюдалось, как кадры проходят от компьютера через концентратор, далее через коммутатор и достигают маршрутизатора.

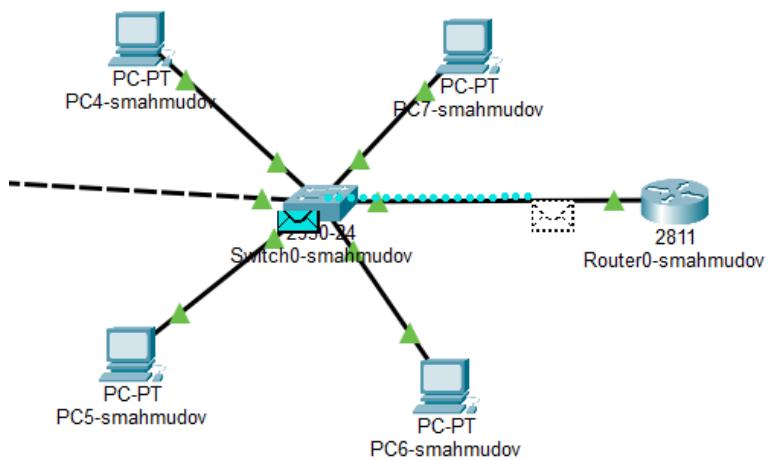


Рис. 3.15: Передача пакетов между ПК и маршрутизатором

В окне **PDU Details** была изучена структура пакета **CDP (Cisco Discovery Protocol)**.

Структура кадра Ethernet для CDP: – используется формат **Ethernet 802.3**;

- поле **Length** указывает размер данных вместо EtherType;
- далее следует заголовок **LLC/SNAP**;
- затем располагается информация CDP.

Поля LLC/SNAP: – DSAP: 0xAA;

- SSAP: 0xAA;
- Control: 0x03;
- OUI: 0x00000C (идентификатор Cisco);
- PID: 0x2000 (тип протокола CDP).

Структура пакета CDP включает: – Version – версия протокола;

- TTL – время жизни;
- Checksum – контрольная сумма;
- Набор TLV-полей (Type-Length-Value), содержащих:
- идентификатор устройства;

- адреса;
- информацию об интерфейсе;
- сведения о платформе и возможностях.

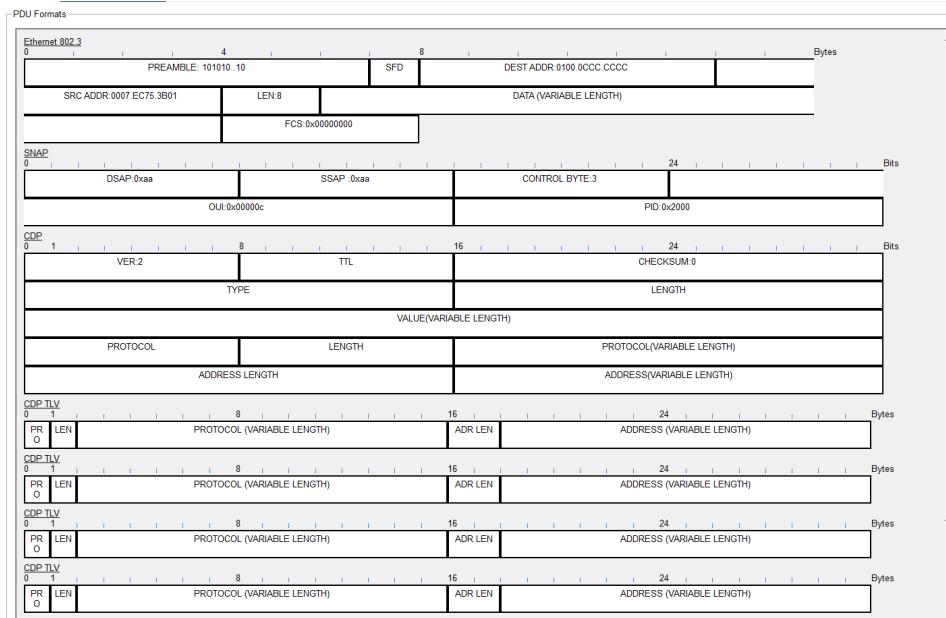


Рис. 3.16: Структура кадра CDP в PDU Details

Для CDP используется: – **Ethernet 802.3 + LLC/SNAP**, а не Ethernet II;

- это служебный кадр канального уровня, применяемый для обмена информацией между сетевыми устройствами Cisco.

MAC-адреса в CDP-кадре имеют следующий вид:

– Destination MAC: **01:00:0C:CC:CC:CC**

- это специальный мультикаст-адрес Cisco для служебных сообщений CDP;
- такие кадры принимаются соседними устройствами, но не пересыпаются дальше.

– Source MAC:

- аппаратный адрес интерфейса устройства-отправителя (например, MAC порта коммутатора или маршрутизатора).

4 Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены принципы передачи данных в локальной сети с использованием концентратора, коммутатора и маршрутизатора в среде Cisco Packet Tracer. Были настроены статические IP-адреса на оконечных устройствах и исследовано прохождение пакетов ARP, ICMP, STP и CDP на различных этапах взаимодействия сетевых устройств.

5 Контрольные вопросы

1. Дайте определение следующим понятиям: концентратор, коммутатор, маршрутизатор, шлюз (*gateway*). В каких случаях следует использовать тот или иной тип сетевого оборудования?

Концентратор (Hub) – это сетевое устройство физического уровня, которое передаёт поступивший сигнал одновременно на все свои порты без анализа адресов. Все подключённые устройства работают в одном домене коллизий. Используется в простых или учебных сетях, где не требуется высокая производительность и управление трафиком.

Коммутатор (Switch) – это устройство канального уровня, которое передаёт кадры только на тот порт, где находится получатель, используя таблицу MAC-адресов. Уменьшает количество коллизий и повышает эффективность сети. Применяется в локальных сетях для подключения компьютеров, серверов и других устройств.

Маршрутизатор (Router) – устройство сетевого уровня, предназначенное для соединения разных сетей и передачи пакетов между ними на основе IP-адресов. Используется для связи локальной сети с другими подсетями или Интернетом.

Шлюз (Gateway) – узел, обеспечивающий взаимодействие между сетями с разными протоколами или архитектурами. Часто роль шлюза выполняет маршрутизатор, который является точкой выхода из локальной сети в другую сеть (например, в Интернет).

Использование:

- концентратор – для простых тестовых соединений;
- коммутатор – для построения локальной сети внутри организации;
- маршрутизатор – для соединения разных сетей;
- шлюз – для выхода из одной сети в другую или для преобразования протоколов.

2. Дайте определение следующим понятиям: IP-адрес, сетевая маска, broadcast-адрес.

IP-адрес – это уникальный логический адрес устройства в сети, используемый для его идентификации и передачи данных. Например, 192.168.1.10.

Сетевая маска – это параметр, который определяет, какая часть IP-адреса относится к сети, а какая – к узлу. Например, маска 255.255.255.0 показывает, что первые три октета – это адрес сети, а последний – номер устройства.

Broadcast-адрес – это специальный адрес, используемый для отправки пакета всем устройствам в данной сети. Он формируется установкой всех битов части хоста в 1. Например, для сети 192.168.1.0/24 широковещательный адрес – 192.168.1.255.

3. Как можно проверить доступность узла сети?

Проверить доступность узла можно с помощью команды **ping**, которая отправляет ICMP Echo-запросы на указанный IP-адрес.

Если узел доступен, он отвечает ICMP Echo-ответом, и в результате отображается время отклика.

Если ответ не получен, это может означать:

- узел выключен;
- отсутствует сетевое соединение;
- неправильно настроен IP-адрес;
- блокировка ICMP трафика межсетевым экраном.

6 Список литературы

1. 802.1D-2004 - IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks. Media Access Control (MAC) Bridges : тех. отч. / IEEE. – 2004. – С. 1– 277. – DOI: 10.1109/IEEEESTD.2004.94569. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9155>
2. 802.1Q - Virtual LANs. – URL: <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1Q.html>.
3. A J. Packet Tracer Network Simulator. – Packt Publishing, 2014. – ISBN 9781782170426. – URL: <https://books.google.com/books?id=eVOcAgAAQBAJ&dq=cisco+packet>