



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Лабораторна робота №9
з дисципліни «Комп'ютерні мережі»

**«Аналіз процесів в об'єднаній комп'ютерній
мережі при передачі поштового повідомлення
з використанням симулятора мережі передачі
даних Cisco Packet Tracer»**

Виконала студентка групи: КВ-11
ПІБ: Михайліченко Софія Віталіївна

Перевірив: _____

Мета роботи:

Засвоєння принципів взаємодії мережевих пристроїв при передачі поштового повідомлення від відправника до отримувача в об'єднаній комп'ютерній мережі з використанням програми симуляції комп'ютерних мереж Cisco Packet Tracer.

План виконання лабораторної роботи:

1. Побудова топології мережі, налаштування мережевих пристроїв;
2. Налаштування поштових серверів та серверів служби DNS;
3. Відправка поштового повідомлення по протоколу SMTP на сервер;
4. Отримання поштового повідомлення по протоколу POP3 від сервера;
5. Дослідження прикладних поштових протоколів в режимі симуляції;
6. Виконання індивідуального завдання.

Завдання:

1. Побудуйте тестову мережу, приклад якої наведений на рисунку 9.1. Виконайте необхідні налаштування мережевим пристроям: комп'ютерам та маршрутизаторам.
2. Дослідіть роботу прикладних протоколів SMTP і POP3 та їхню взаємодію з мережевими протоколами TCP, UDP і ARP.
3. Самостійно дослідіть в режимі симуляції передачу поштового повідомлення від користувача user1 до користувача user3. Зверніть увагу на процес пересилки поштового повідомлення у поштову скриньку користувача user3. Чим ця пересилка відрізняється від пересилки поштового повідомлення від користувача user1 до користувача user2?
4. У звіті надайте пояснення причин утворення пакетів різних протоколів.

Короткі теоретичні відомості:

Протоколи SMTP і POP3

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) використовується для відправки електронних поштових повідомлень і працює через TCP-порт 25. Цей протокол забезпечує надійну доставку повідомлень від відправника до поштового сервера. Поштова програма-відправник встановлює двосторонній зв'язок з поштовим сервером для передачі повідомлення.

POP3 (Post Office Protocol v.3) відповідає за отримання електронних поштових повідомлень і працює через TCP-порт 110. Цей протокол дозволяє користувачам забирати повідомлення зі своїх поштових скриньок. Поштові програми використовують POP3 для управління повідомленнями, такими як отримання, видалення та сортування.

Служба DNS

DNS (Domain Name System) відповідає за перетворення доменних імен у IP-адреси та навпаки. Він використовує записи типу A для перетворення доменних імен на IP-адреси та MX-записи для маршрутизації пошти. Переважно DNS працює через UDP (порт 53) для запитів, рідше через TCP.

Побудова топології мережі

Для дослідження взаємодії мережевих пристроїв під час передачі поштових повідомлень необхідно побудувати тестову мережу, що складається з кінцевих вузлів (комп'ютерів), серверів (поштових та DNS) та маршрутизаторів для з'єднання різних мереж.

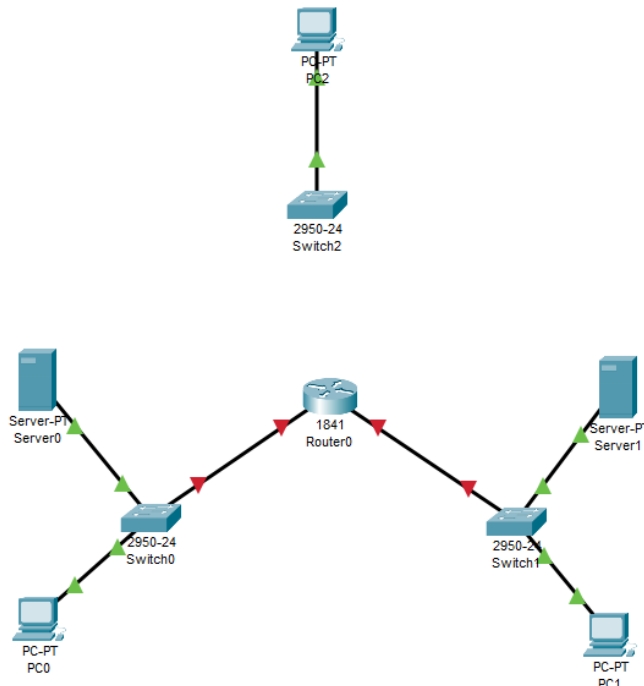
Налаштування мережевих пристроїв

Налаштування включає в себе визначення IP-адрес, масок підмереж, шлюзів та DNS-серверів для всіх пристроїв. Також важливо конфігурувати поштові сервери для підтримки протоколів SMTP і POP3, а також налаштувати поштові клієнти на кінцевих вузлах для взаємодії з поштовими серверами.

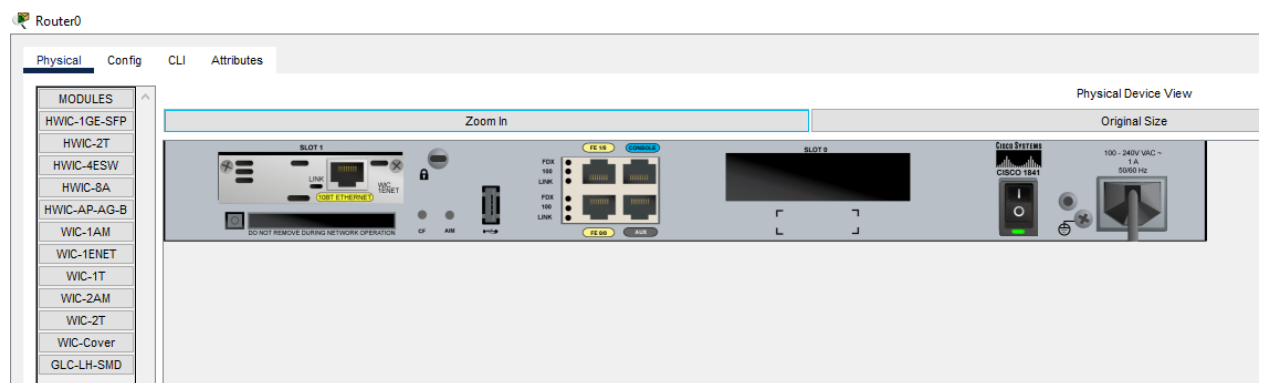
Порядок виконання роботи:

1. Згідно із заданим завданням побудуємо мережу надану на рисунку 9.1.

Розглянемо покрокову побудову:



Вигляд мережі без налаштованого маршрутизатора, як ми знаємо маршрутизатор Cisco 1841 в стандартній комплектації обладнаний двома інтерфейсами FastEthernet0/0 і FastEthernet0/1. Для побудови мережі із заданою топологією необхідно ввести до складу маршрутизатора додатковий інтерфейсний модуль.



Вимкнувши маршрутизатор, ми встановили модуль WIC-1ENET, до складу якого входить один порт 10Mbps, після цього включаємо його знову.

Далі нам потрібно налаштувати сам маршрутизатор. Маршрутизатор в даній топології має три інтерфейси: FastEthernet0/0, FastEthernet0/1 і додатковий Ethernet 0/1/0.

Включимо інтерфейс командного рядка та введемо потрібні команди:

```
Router>enable
Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fa0/0
Router(config-if)#ip address 161.114.0.120 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface fa0/1
Router(config-if)#ip address 162.115.1.120 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

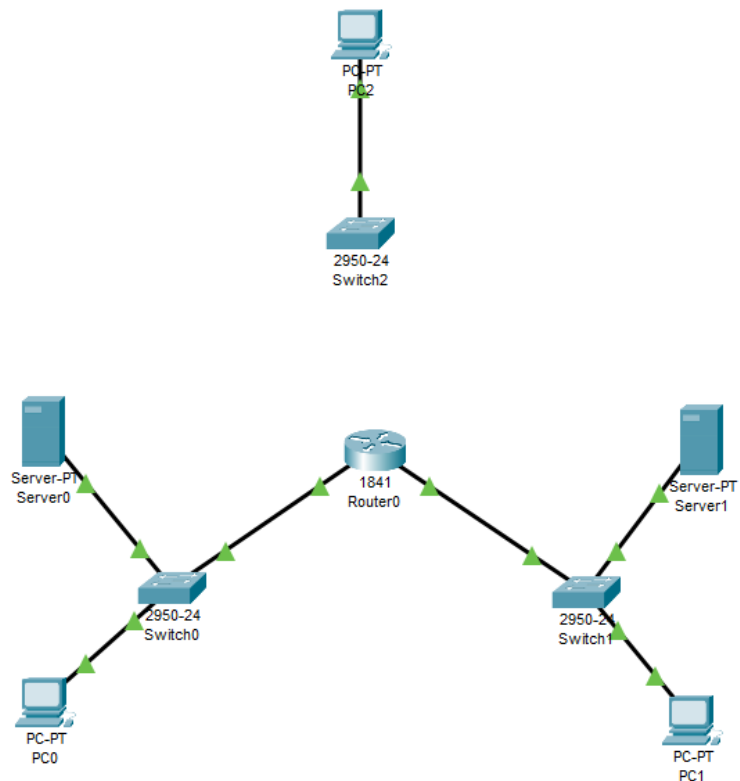
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

Router(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface ethe0/1/0
Router(config-if)#ip address 195.112.0.120 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

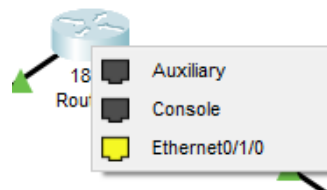
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/1/0, changed state to up

Router(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

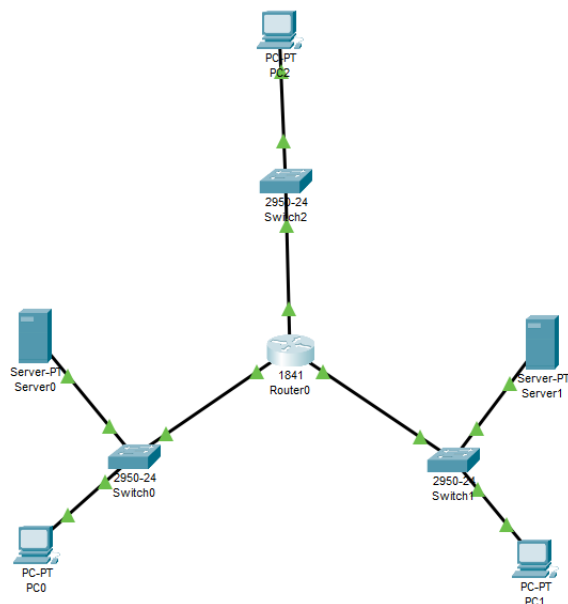
Router#
```



Вигляд мережі після налаштувань роутера. Також з'явився додатковий Ethernet 0/1/0.:



Потрібно підключити даний інтерфейс до комутатора:



Як бачимо, тепер усі з'єднання є активними і світяться зеленим кольором.

Можемо перевірити налаштування портів маршрутизатора:

```
Router#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0          161.114.0.120   YES manual up             up
FastEthernet0/1          162.115.1.120   YES manual up             up
Ethernet0/1/0            195.112.0.120   YES manual up             up
Vlan1                    unassigned      YES unset  administratively down down
Router#
```

Вивід відповідає правильному і свідчить про правильність налаштувань.

Наступним кроком перевіримо стан таблиці маршрутизації:

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    161.114.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       161.114.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
    162.115.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       162.115.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C       195.112.0.0/24 is directly connected, Ethernet0/1/0
Router#
```

Вивід відповідає правильному і свідчить про правильність налаштувань.

Далі перевіримо коректність за допомогою утиліти ping:

```
Router#ping 161.114.0.90

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 161.114.0.90, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 0/0/2 ms

Router#ping 161.114.0.0

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 161.114.0.0, timeout is 2 seconds:

Reply to request 0 from 161.114.0.90, 0 ms
Reply to request 0 from 161.114.0.100, 0 ms
Reply to request 1 from 161.114.0.100, 0 ms
Reply to request 1 from 161.114.0.90, 0 ms
Reply to request 2 from 161.114.0.100, 0 ms
Reply to request 2 from 161.114.0.90, 0 ms
Reply to request 3 from 161.114.0.100, 0 ms
Reply to request 3 from 161.114.0.90, 0 ms
Reply to request 4 from 161.114.0.100, 0 ms
Reply to request 4 from 161.114.0.90, 0 ms

Router#ping 161.115.1.0

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 161.115.1.0, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```

Router#ping 162.115.1.0

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 162.115.1.0, timeout is 2 seconds:

Reply to request 0 from 162.115.1.100, 0 ms
Reply to request 0 from 162.115.1.91, 0 ms
Reply to request 1 from 162.115.1.100, 0 ms
Reply to request 1 from 162.115.1.91, 0 ms
Reply to request 2 from 162.115.1.100, 0 ms
Reply to request 2 from 162.115.1.91, 0 ms
Reply to request 3 from 162.115.1.100, 0 ms
Reply to request 3 from 162.115.1.91, 0 ms
Reply to request 4 from 162.115.1.100, 0 ms
Reply to request 4 from 162.115.1.91, 0 ms

Router#ping 195.112.0.0

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 195.112.0.0, timeout is 2 seconds:

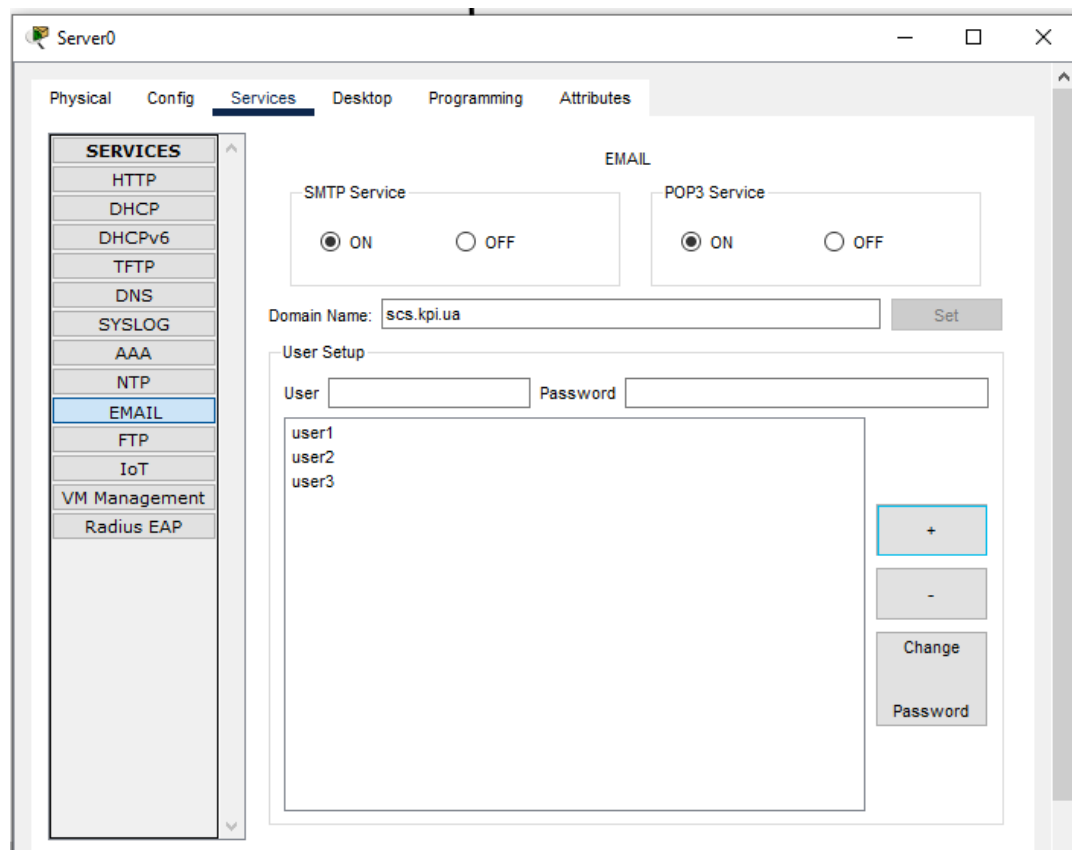
Reply to request 0 from 195.112.0.1, 0 ms
Reply to request 1 from 195.112.0.1, 0 ms
Reply to request 2 from 195.112.0.1, 2 ms
Reply to request 3 from 195.112.0.1, 0 ms
Reply to request 4 from 195.112.0.1, 0 ms

Router#

```

2. Наступним потрібно зробити налаштування поштових серверів та служб DNS:

Конфігурація поштового сервера Server0:



Конфігурація поштового сервера Server1:

Server1

Physical Config **Services** Desktop Programming Attributes

SERVICES

HTTP

DHCP

DHCPv6

TFTP

DNS

SYSLOG

AAA

NTP

EMAIL

FTP

IoT

VM Management

Radius EAP

EMAIL

SMTP Service

☒ ON ☐ OFF

POP3 Service

☒ ON ☐ OFF

Domain Name: kpi.ua

Set

User Setup

User Password

user1

user2

user3

+

-

Change

Password

Конфігурування служби DNS сервера Server0:

Server0

Physical Config **Services** Desktop Programming Attributes

SERVICES

HTTP

DHCP

DHCPv6

TFTP

DNS

SYSLOG

AAA

NTP

EMAIL

FTP

IoT

VM Management

Radius EAP

DNS

DNS Service

☒ On ☐ Off

Resource Records

Name

Type A Record

Address

Add

Save

Remove

No.	Name	Type	Detail
0	kpi.ua	A Record	162.115.1.100
1	scs.kpi.ua	A Record	161.114.0.100
2	user1.scs.kpi.ua	A Record	161.114.0.90
3	user2.kpi.ua	A Record	162.115.1.91
4	user3.scs.kpi.ua	A Record	195.112.0.1

Конфігурування служби DNS сервера Server1:

The screenshot shows the 'Server1' configuration window with the 'Services' tab selected. The 'DNS' service is highlighted in the left sidebar. The main area shows the 'DNS Service' is turned 'On'. Below it, the 'Resource Records' section has a 'Name' field and a 'Type' dropdown set to 'A Record'. An 'Address' field is also present. At the bottom, there is a table of existing records and buttons for 'Add', 'Save', and 'Remove'.

SERVICES

- HTTP
- DHCP
- DHCPv6
- TFTP
- DNS**
- SYSLOG
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoT
- VM Management
- Radius EAP

DNS

DNS Service ☒ On ☐ Off

Resource Records

Name Type A Record

Address

Add Save Remove

No.	Name	Type	Detail
0	kpi.ua	A Record	162.115.1.100
1	scs.kpi.ua	A Record	161.114.1.100
2	user1.scs.kpi.ua	A Record	161.114.0.90
3	user2.kpi.ua	A Record	162.115.1.91
4	user3.scs.kpi.ua	A Record	195.112.0.1

Налаштування поштової служби на кінцевих вузлах:

Конфігурування служби Email на хості 161.114.0.90:

The screenshot shows the 'PC0' configuration window with the 'Desktop' tab selected. A 'Configure Mail' dialog box is open, showing fields for 'User Information', 'Server Information', and 'Logon Information'. The 'Your Name' field contains 'user1', 'Email Address' contains 'user1@scs.kpi.ua', 'Incoming Mail Server' contains 'scs.kpi.ua', 'Outgoing Mail Server' contains 'scs.kpi.ua', 'User Name' contains 'user1', and 'Password' is masked with dots. There are 'Save', 'Remove', 'Clear', and 'Reset' buttons at the bottom.

Configure Mail

User Information

Your Name: user1

Email Address: user1@scs.kpi.ua

Server Information

Incoming Mail Server: scs.kpi.ua

Outgoing Mail Server: scs.kpi.ua

Logon Information

User Name: user1

Password:

Save Remove Clear Reset

Конфігурування служби Email на хості 162.115.1.91:

PC1

Physical Config **Desktop** Programming Attributes

Configure Mail X

User Information

Your Name: user2

Email Address: user2@kpi.ua

Server Information

Incoming Mail Server: kpi.ua

Outgoing Mail Server: kpi.ua

Logon Information

User Name: user2

Password:

Save Remove Clear Reset

Конфігурування служби Email на хості 195.112.0.1:

PC2

Physical Config **Desktop** Programming Attributes

Configure Mail X

User Information

Your Name: user3

Email Address: user3@scs.kpi.ua

Server Information

Incoming Mail Server: scs.kpi.ua

Outgoing Mail Server: scs.kpi.ua

Logon Information

User Name: user3

Password:

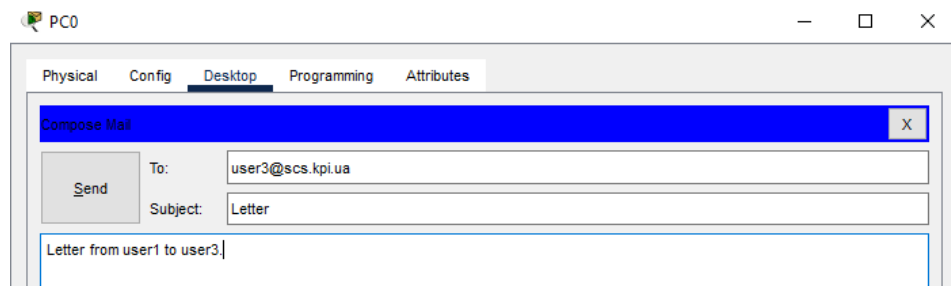
Save Remove Clear Reset

Налаштування всіх пристроїв і необхідних служб завершено.

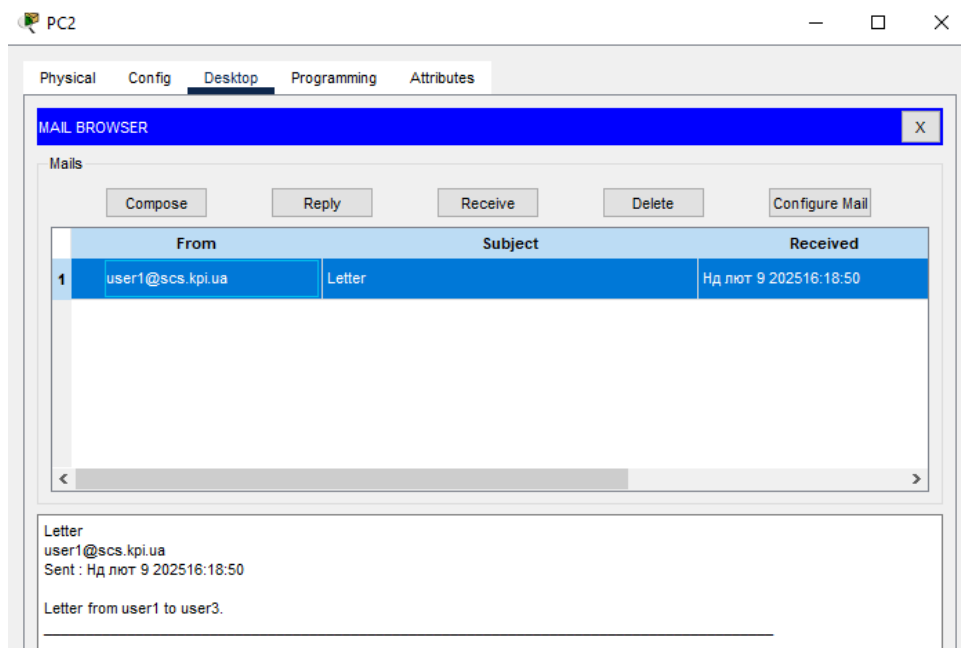
3. Перевірка здатності створеної моделі пересилати поштове повідомлення від користувача user1 до користувача user3. Також здійснюємо пересилання поштового повідомлення від користувача user1 до користувача user2, і порівняємо виконання.

Режим симуляції відключений.

Підготовка поштового повідомлення для user3:

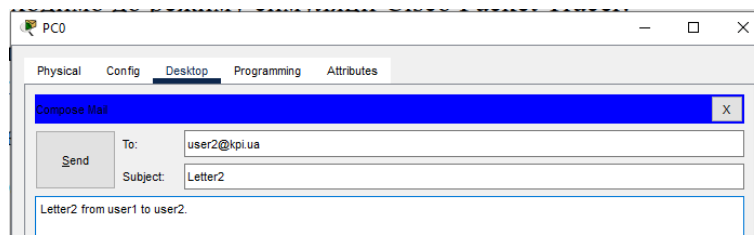


Отримання поштового повідомлення user3:



Для виконання симуляції та бачення усіх подій для відправки повідомлення, спочатку потрібно видалити записи з ARP-таблиці комп'ютерів. У іншому випадку ми не зможемо побачити усі події для даного відправлення. Для цього ми виконали команду **arp -d** для кожного комп'ютера.

Відправка поштового повідомлення user2:



Створення пакету з DNS-запитом:

Simulation Panel				
Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	--	PC0	DNS
	0.000	--	PC0	ARP

Розглянемо вміст цього пакету:

PDU Information at Device: PC0

OSI Model

Outbound PDU Details

PDU Formats

IP

048162024

Bits

VER:4	IHL:5	DSCP:0x00	TL:54
ID:0x006e		FLAG:0	FRAG OFFSET:0x000
TTL:128	PRO:0x11	CHKSUM	
SRC IP:161.114.0.90			
DST IP:161.114.0.100			
DATA (VARIABLE LENGTH)			

UDP

016

Bits

SOURCE PORT:1047	DESTINATION PORT:53
LENGTH:0x0022	CHECKSUM:0
DATA (VARIABLE LENGTH)	

DNS Header

081624

Bits

Transaction ID:0xd1d3	OPC:0	ODE:0	Z:0	RCODE:0
QDCOUNT:1	ANCOUNT:0			
NSCOUNT:0	ARCOUNT:0			

DNS Query

081624

Bits

NAME (VARIABLE LENGTH):scs.kpi.ua	
TYPE:1	CLASS:1
TTL:86400	
LENGTH:0	

Як бачимо, запит DNS призначений для перетворення доменного імені SMTP-сервера scs.kpi.ua в IP-адресу.

Переходимо до вкладки OSI Model і бачимо, що пакет із запитом DNS знаходиться на мережевому рівні Layer 3. Для подальшого просування на канальний рівень потрібно визначити MAC-адресу призначення.

Запит DNS на мережевому рівні:

PDU Information at Device: PC0

OSI Model Outbound PDU Details

At Device: PC0
Source: PC0
Destination: 161.114.0.100

In Layers	Out Layers
Layer7	Layer 7: DNS
Layer6	Layer6
Layer5	Layer5
Layer4	Layer 4: UDP Src Port: 1047, Dst Port: 53
Layer3	Layer 3: IP Header Src. IP: 161.114.0.90, Dest. IP: 161.114.0.100
Layer2	Layer 2:
Layer1	Layer1

1. The DNS client sends an A DNS query to the DNS server.

Тому комп'ютер PC0 створює і відправляє в мережу широкомовний запит ARP. Маршрутизатор Router0 цей запит ігнорує, а сервер Server0 надсилає комп'ютеру PC0 ARP-відповідь, яка містить MAC-адресу Server0. Це дозволяє завершити формування повідомлення DNS. Пакет з DNS-запитом передається для відправки на канальний рівень Layer 2.

PDU Information at Device: PC0

OSI Model Outbound PDU Details

At Device: PC0
Source: PC0
Destination: Broadcast

In Layers	Out Layers
Layer7	Layer7
Layer6	Layer6
Layer5	Layer5
Layer4	Layer4
Layer3	Layer3
Layer2	Layer 2: Ethernet II Header 0009.7C00.EE78 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 161.114.0.90, Dest. IP: 161.114.0.100
Layer1	Layer 1: Port(s): FastEthernet0

1. The ARP process constructs a request for the target IP address.
2. The device encapsulates the PDU into an Ethernet frame.

Передача поштового повідомлення. Фрагмент лістингу:

Simulation Panel				
Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	--	PC0	DNS
	0.000	--	PC0	ARP
	0.001	PC0	Switch0	ARP
	0.002	Switch0	Server0	ARP
	0.002	Switch0	Router0	ARP
	0.003	Server0	Switch0	ARP
	0.004	Switch0	PC0	ARP
	0.004	--	PC0	DNS
	0.005	PC0	Switch0	DNS
	0.006	Switch0	Server0	DNS
	0.007	Server0	Switch0	DNS
	0.008	Switch0	PC0	DNS
	0.008	--	PC0	TCP
	0.009	PC0	Switch0	TCP
	0.010	Switch0	Server0	TCP
	0.011	Server0	Switch0	TCP
	0.012	Switch0	PC0	TCP
	0.012	--	PC0	SMTP
	0.013	PC0	Switch0	TCP
	0.013	--	PC0	SMTP
	0.014	PC0	Switch0	SMTP
	0.014	Switch0	Server0	TCP
	0.015	Switch0	Server0	SMTP
	0.015	--	Server0	DNS
	0.015	--	Server0	DNS
	0.015	--	Server0	DNS
	0.015	--	Server0	TCP
	0.016	Server0	Switch0	SMTP
	0.016	--	Server0	TCP
	0.017	Server0	Switch0	TCP
	0.017	Switch0	PC0	SMTP
	0.017	--	PC0	TCP
	0.018	Switch0	Router0	TCP
	0.018	PC0	Switch0	TCP
	0.019	Router0	Switch1	TCP
	0.019	Switch0	Server0	TCP
	0.020	Switch1	Server1	TCP
	0.020	Server0	Switch0	TCP
	0.021	Server1	Switch1	TCP
	0.021	Switch0	PC0	TCP
	0.022	Switch1	Router0	TCP
	0.022	PC0	Switch0	TCP

Прослідкуємо за проходженням пакету до сервера DNS. Сервер DNS виконує перетворення адрес і повертає DNSвідповідь комп'ютеру PC0. Тепер на комп'ютері PC0 почав формуватися пакет TCP для встановлення з'єднання (задіяний біт SYN в полі Flags) з сервером SMTP на хості 161.114.0.100 по порту 25.

PDU Information at Device: PC0

OSI Model Outbound PDU Details

PDU Formats

EthernetII

0 4 8 Bytes			
PREAMBLE: 101010..10		DEST ADDR: 0001.C97B.7E3A	
SRC ADDR: 0009.7C00.EE78	TYP: E:0x	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS: 0x00000000

IP

0 4 8 16 20 24 Bits			
VER: 4	IHL: 5	DSCP: 0x00	TL: 44
ID: 0x0088		FLAG: 0	FRAG OFFSET: 0x000
TTL: 128	PRO: 0x06	CHKSUM	
SRC IP: 161.114.0.90			
DST IP: 161.114.0.100			
DATA (VARIABLE LENGTH)			

TCP

0 4 8 16 20 24 Bits			
SOURCE PORT: 1047		DESTINATION PORT: 25	
SEQUENCE NUMBER: 0			
ACKNOWLEDGEMENT NUMBER: 0			
OFFS: 0x	RESE: 0x	FLAGS: 0b00000010	WINDOW: 65535
CHECKSUM: 0x0000		URGENT POINTER: 0x0000	
OPTION			

Бачимо, як відбувається триразове рукостискання: у відповідь на пакет з SYN сервер відправляє пакет з ACK+SYN, а потім PC0 відправляє серверу пакет з ACK.

Одночасно на PC0 починає формуватися SMTP-пакет. Зараз протоколи TCP і SMTP працюють незалежно один від одного.

PDU Information at Device: PC0

[OSI Model](#) Outbound PDU Details

At Device: PC0
Source: PC0
Destination: SMTP CLIENT

In Layers

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2
Layer1

Out Layers

Layer 7: SMTP
Layer6
Layer5
Layer 4: TCP Src Port: 1047, Dst Port: 25
Layer 3: IP Header Src. IP: 161.114.0.90, Dest. IP: 161.114.0.100
Layer 2: Ethernet II Header 0009.7C00.EE78 >> 0001.C97B.7E3A
Layer 1: Port(s):

1. The device sends out a SMTP packet.

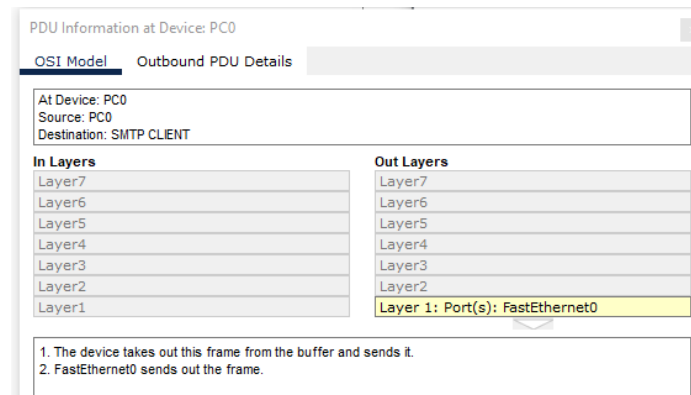
PDU Information at Device: PC0

[OSI Model](#) [Outbound PDU Details](#)

PDU Formats

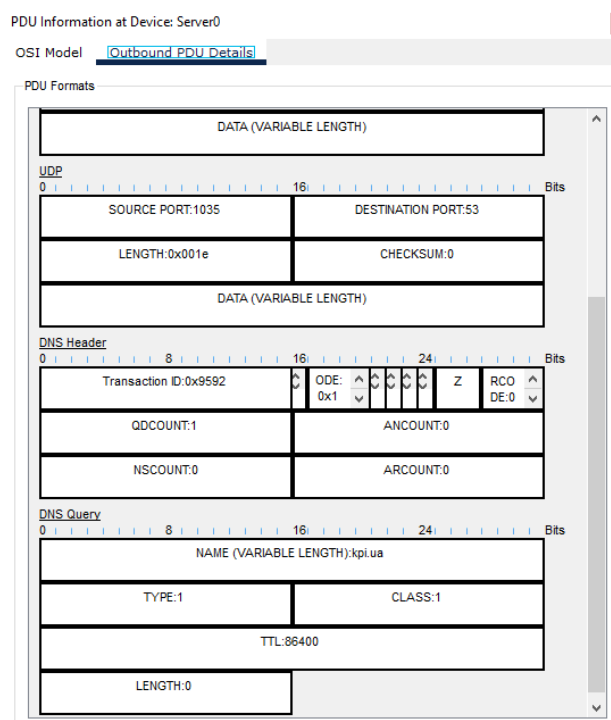
EthernetII									
Bytes									
PREAMBLE: 101010..10					DEST ADDR:0001.C97B.7E3A				
SRC ADDR:0009.7C00.EE78					TYP: E:0x	DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS:0x00000000	
IP									
Bits									
VER:4		IHL:5		DSCP:0x00		TL:91			
ID:0x008a					FLAG S:0x2		FRAG OFFSET:0x000		
TTL:128			PRO:0x06			CHKSUM			
SRC IP:161.114.0.90									
DST IP:161.114.0.100									
DATA (VARIABLE LENGTH)									
TCP									
Bits									
SOURCE PORT:1047					DESTINATION PORT:25				
SEQUENCE NUMBER:1									
ACKNOWLEDGEMENT NUMBER:1									
OFFSET: 0x0		RESERVED: 0		FLAGS:0b00011000			WINDOW:65535		
CHECKSUM:0x0000					URGENT POINTER:0x0000				
OPTION									
DATA (VARIABLE LENGTH)								PADDING: 0	
SMTP DATA									
Bits									
SMTP Data									

Після відправки пакету TCP з ACK на Switch1 відбувається передача пакету SMTP на фізичний рівень (Layer 1) для відправки в мережу. SMTP-пакет проходить до поштового сервера Server0.



Після отримання SMTP-пакету Server0 надсилає комп'ютеру PC0 підтвердження про отримання, а PC0 відправляє серверу Server0 TCP-пакет з встановленими бітами FIN+ACK. Відбувається триразовий обмін службовими пакетами – процедура розірвання з'єднання.

Отримавши SMTP-пакет, SMTP-сервер аналізує адресу призначення в поштовому повідомленні. У нашому прикладі – це kpi.ua. Тому протокол SMTP викликає службу DNS для перетворення доменного імені kpi.ua в IP-адресу.



На Server0 створюється TCP-пакет з прапорцем SYN для встановлення з'єднання з поштовим сервером (порт 25) Server1.

Поштовий сервер Server0 отримує від служби DNS, яка працює на цьому ж комп'ютері, відповідь на DNS-запит про IP-адресу поштового сервера з доменним ім'ям kpi.ua. На Server0 створюється ARP-пакет, щоб визначити MAC-адресу вхідного інтерфейсу маршрутизатора Router0.

На Server0 створюється TCP-пакет з встановленими бітами ACK+FIN до PC0.

Simulation Panel				
Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.022	PC0	Switch0	TCP
	0.023	Router0	Switch0	TCP
	0.023	Switch0	Server0	TCP
	0.024	Switch0	Server0	TCP
	0.024	--	Server0	SMTP
	0.025	Server0	Switch0	TCP
	0.025	--	Server0	SMTP
	0.026	Server0	Switch0	SMTP
	0.026	Switch0	Router0	TCP
	0.027	Switch0	Router0	SMTP
	0.027	Router0	Switch1	TCP
	0.028	Router0	Switch1	SMTP
	0.028	Switch1	Server1	TCP
	0.029	Switch1	Server1	SMTP
	0.030	Server1	Switch1	SMTP
	0.031	Switch1	Router0	SMTP
	0.032	Router0	Switch0	SMTP
	0.033	Switch0	Server0	SMTP
	0.033	--	Server0	TCP
	0.034	Server0	Switch0	TCP
	0.035	Switch0	Router0	TCP
	0.036	Router0	Switch1	TCP
	0.037	Switch1	Server1	TCP
	0.038	Server1	Switch1	TCP
	0.039	Switch1	Router0	TCP
	0.040	Router0	Switch0	TCP
	0.041	Switch0	Server0	TCP
	0.042	Server0	Switch0	TCP
	0.043	Switch0	Router0	TCP
	0.044	Router0	Switch1	TCP
	0.045	Switch1	Server1	TCP
	0.991	--	Switch1	STP

Комутатор Switch1 звертається до маршрутизатора Router0, щоб з'ясувати його MAC-адресу для подальшої передачі даних. Після отримання відповіді від сервера Server0, останній готує та відправляє TCP-пакет з позначкою SYN, щоб ініціювати з'єднання з поштовим сервером Server1.

Маршрутизатор, отримавши цей пакет, аналізує його та визначає, що мережа Server1 знаходиться безпосередньо підключена до одного з його інтерфейсів. Він пересилає пакет далі та одночасно запитує MAC-адресу поштового сервера Server1.

Отримавши відповідь з MAC-адресою Server1, маршрутизатор забезпечує успішну доставку TCP-пакету з SYN від Server0 до Server1.

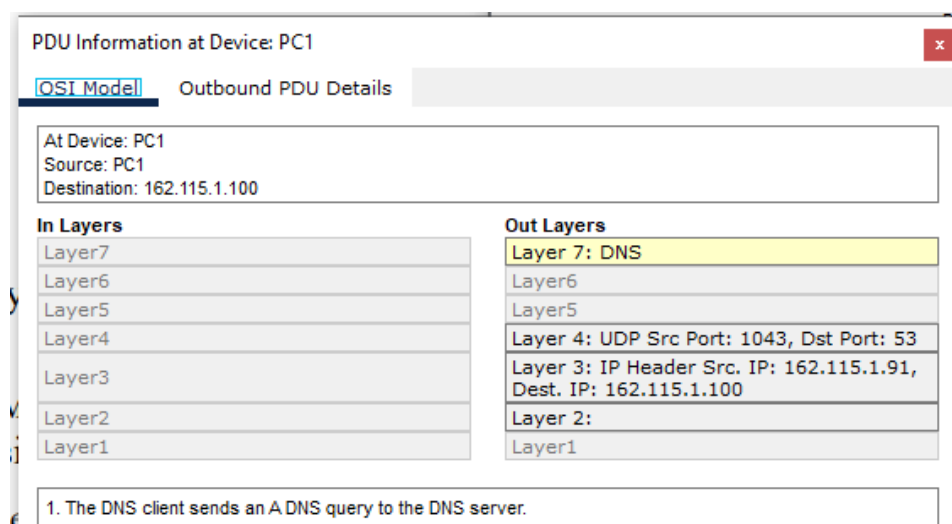
Далі відбувається так зване "триразове рукостискання" для встановлення повноцінного з'єднання між серверами. Server1 відповідає пакетом з ACK+SYN, а Server0 підтверджує з'єднання пакетом з ACK.

Після встановлення з'єднання Server0 формує та надсилає SMTP-пакет з електронним листом до Server1.

Server1, отримавши лист, підтверджує його отримання, а Server0 завершує з'єднання, надсилаючи пакет з FIN+ACK. Відбувається обмін службовими пакетами для розірвання з'єднання між серверами.

Далі потрібно розглянути процес отримання поштового повідомлення користувачем user2:

На хості PC1 створюється DNS-запит поштовому серверу kiev.ua для визначення його IP-адреси

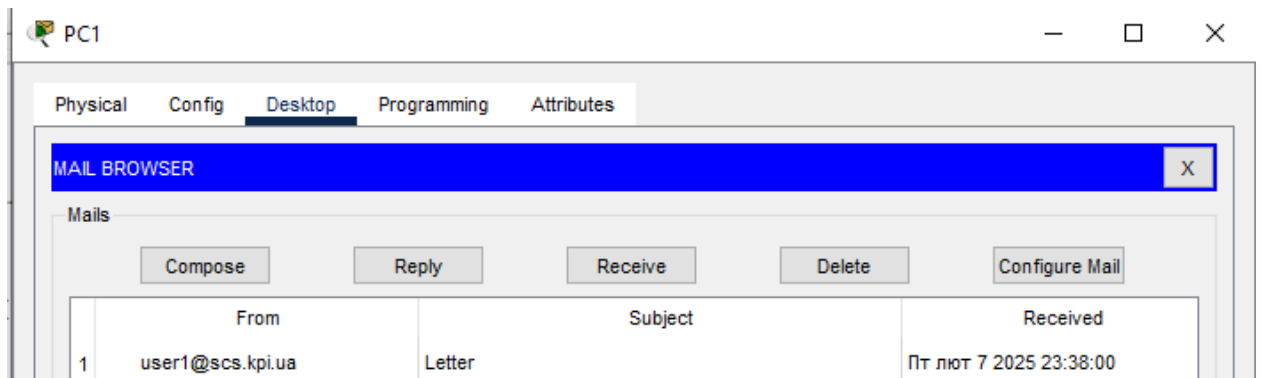


Після отримання DNS-відповіді хост PC1 надсилає поштовому серверу Server1 TCP-пакет з бітом SYN для встановлення з'єднання. Після завершення процедури з'єднання (триразовий обмін службовими пакетами) на хості PC1 створюється і відправляється поштовому серверу POP3-пакет, у відповідь на який поштовий сервер надсилає поштове повідомлення.

Після отримання поштового повідомлення хост PC1 ініціює процедуру завершення з'єднання.

Simulation Panel

Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	--	PC1	DNS
	0.000	--	PC1	ARP
	0.001	PC1	Switch1	ARP
	0.002	Switch1	Server1	ARP
	0.002	Switch1	Router0	ARP
	0.003	Server1	Switch1	ARP
	0.004	Switch1	PC1	ARP
	0.004	--	PC1	DNS
	0.005	PC1	Switch1	DNS
	0.006	Switch1	Server1	DNS
	0.007	Server1	Switch1	DNS
	0.008	Switch1	PC1	DNS
	0.008	--	PC1	TCP
	0.009	PC1	Switch1	TCP
	0.010	Switch1	Server1	TCP
	0.011	Server1	Switch1	TCP
	0.012	Switch1	PC1	TCP
	0.012	--	PC1	POP3
	0.013	PC1	Switch1	TCP
	0.013	--	PC1	POP3
	0.014	PC1	Switch1	POP3
	0.014	Switch1	Server1	TCP
	0.015	Switch1	Server1	POP3
	0.016	Server1	Switch1	POP3
	0.017	Switch1	PC1	POP3
	0.017	--	PC1	TCP
	0.018	PC1	Switch1	TCP
	0.019	Switch1	Server1	TCP
	0.020	Server1	Switch1	TCP
	0.021	Switch1	PC1	TCP
	0.022	PC1	Switch1	TCP
	0.023	Switch1	Server1	TCP
	1.752	--	Switch1	STP



Поштові протоколи SMTP і POP3 взаємодіють за допомогою команд. Клієнту електронної пошти, щоб встановити з'єднання з сервером, відправити або отримати повідомлення, розірвати з'єднання, необхідно відправити серверу певні команди. Сервер виконує ці команди і формує відповіді. Ці відповіді містять цифровий код відповіді – успішно чи з помилкою опрацьована команда. Відповіді POP3-сервера також містять два типи повідомлень – успіх або помилка.

Висновок:

У ході виконання лабораторної роботи було досліджено основні принципи роботи електронної пошти, а також взаємодію мережевих протоколів, що забезпечують передачу та отримання повідомлень. Зокрема, ми розглянули протоколи SMTP і POP3, які відіграють ключову роль у функціонуванні електронної пошти.

Протокол SMTP забезпечує відправку повідомлень від клієнта до поштового сервера, гарантуючи надійність і цілісність даних. Під час налаштування поштового сервера ми змогли переконатися, що правильна конфігурація SMTP є критично важливою для успішної доставки повідомлень. Важливою частиною цього процесу є також управління чергами повідомлень та обробка помилок, що можуть виникати під час передачі.

Протокол POP3, в свою чергу, надає можливість користувачам отримувати та управляти своїми електронними листами. Під час налаштування поштових клієнтів ми вивчили, як відбувається аутентифікація користувачів, а також як

здійснюється завантаження повідомлень з поштового сервера на локальний пристрій. Це дозволило нам зрозуміти, як важливо правильно налаштувати параметри безпеки, щоб захистити інформацію користувачів.

Дослідження служби DNS дало змогу зрозуміти, як доменні імена перетворюються на IP-адреси, що є необхідним для коректної роботи мережі. Ми вивчили, як DNS-записи, зокрема A та MX, використовуються для маршрутизації запитів і доставки електронної пошти. Це знання є важливим для адміністраторів мереж, оскільки правильне налаштування DNS може значно вплинути на продуктивність та доступність сервісів.

Побудова тестової мережі дозволила нам на практиці застосувати теоретичні знання. Налаштування мережевих пристроїв, таких як маршрутизатори та сервери, дало можливість краще зрозуміти їхню роль у забезпеченні зв'язку між клієнтами та серверами. Виконання тестів на відправку та отримання повідомлень підтвердило, що всі елементи мережі працюють синхронно, що є запорукою успішної роботи електронної пошти.

Аналіз пакетів, що проходять через мережу, дозволив нам детально вивчити, як відбувається передача даних у реальному часі. Це знання є важливим для виявлення можливих проблем у мережі та їх швидкого усунення.

Отже, виконана лабораторна робота не лише поглибила наші знання про принципи роботи електронної пошти та мережевих протоколів, але й надала практичний досвід у налаштуванні та управлінні мережевими сервісами.