

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАВИЛ ТА ПРОТОКОЛІВ УСТАНОВЛЕННЯ ВІДПОВІДНОСТЕЙ МІЖ ЛОГІЧНИМИ І ФІЗИЧНИМИ АДРЕСАМИ В IP- МЕРЕЖАХ

Мета заняття: ознайомитися з основними правилами та протоколами встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами в IP-мережах; ознайомитися з правилами встановлення відповідностей для групових та широкомовних адрес; ознайомитися з деталями організації та функціонування протоколу ARP; отримати практичні навички побудови локальної мережі на базі комутатора Ethernet та навички моніторингу, діагностики та керування процесами встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами в IP-мережах для вузлів ОС Windows, ОС Linux та комунікаційних пристроїв Cisco; дослідити процеси встановлення відповідностей між логічними і фізичними адресами та процеси передачі повідомлень протоколу ARP у побудованій мережі.

Хід роботи:

Завдання 1. У середовищі програмного емулятора/симулятора створити проект локальної комп'ютерної мережі (рис. 24). Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, аналогічну табл. 3.

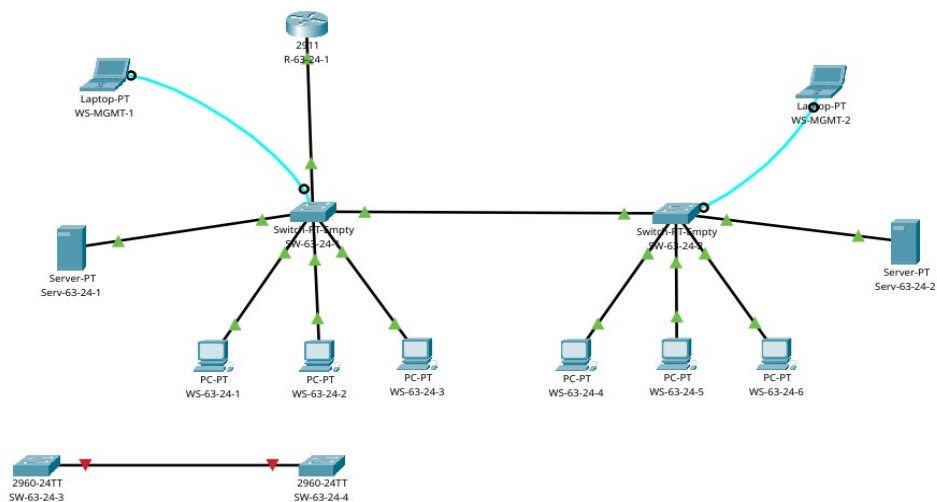


Рис.1. Схема мережі

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Звіт з лабораторної роботи		
Розроб.		Семенчук О.А.					
Перевір.		Хохлов М. О					
Керівник							
Н. контр.							
Затверд.					ФІКТ, гр. ІПЗ-23-1		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	13

Табл. 1. — Описова таблиця локальної комп'ютерної мережі

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-63-24-1	Gig0/0	SW-63-24-1	Fa8/1
Комутатор SW-63-24-1	Fa8/1	R-63-24-1	Gig0/0
	Gig9/1	SW-63-24-2	Gig9/1
	Console	Робоча станція WS-MGMT-1	RS 232
	Fa7/1	Сервер Serv-63-24-1	Fa0
	Fa6/1	Робоча станція WS-63-24-1	Fa0
	Fa5/1	Робоча станція WS-63-24-2	Fa0
	Fa4/1	Робоча станція WS-63-24-3	Fa0
Комутатор SW-63-24-2	Gig9/1	SW-63-24-1	Gig9/1
	Console	Робоча станція WS-MGMT-2	RS 232
	Gig8/1	Сервер Serv-63-24-2	Gig0
	Fa6/1	Робоча станція WS-63-24-4	Fa0
	Fa7/1	Робоча станція WS-63-24-5	Fa0
	Fa5/1	Робоча станція WS-63-24-6	Fa0
Робоча станція WS-MGMT-2	RS 232	SW-63-24-1	Console
Сервер Serv-63-24-2	Fa0		Fa7/1
Робоча станція WS-63-24-1	Fa0		Fa6/1
Робоча станція WS-63-24-2	Fa0		Fa5/1
Робоча станція WS-63-24-3	Fa0		Fa4/1
Робоча станція WS-MGMT-1	RS 232	SW-63-24-2	Console
Сервер Serv-63-24-1	Gig0		Gig8/1
Робоча станція WS-63-24-4	Fa0		Fa6/1
Робоча станція WS-63-24-5	Fa0		Fa7/1
Робоча станція WS-63-24-6	Fa0		Fa5/1

Завдання 2. Розробити схему адресації пристроїв (як кінцевих вузлів, так і комунікаційних пристроїв) мережі. Для цього скористатися даними табл. 5, 6. Під час розрахунку враховувати, що комутатору та інтерфейсу маршрутизатора мережі також виділяється по одній IP-адресі. Результати навести у вигляді таблиці, аналогічної табл. 4.

Табл. 2. — Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанта	IP-адреса мережі А	Префікс	IP-адреса шлюзу за замовчуванням/IP-адреса DNS-сервера
1	214.G.N.0	/27	Остання IP-адреса діапазону

Табл. 3. — Дані для визначення параметрів адресації мережі

№ варіанта	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 1	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 2
24	Securly	Securly

Табл. 4. — Таблиця схеми адресації пристроїв

Мережа/ Пристрій	Інтерфейс/ Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Преф ікс
Маршрутиза- тор R-63-24-1	Інтерфейс Gig0/0	00-01-42-86-a9-01	214.63.24.1	255.255.255.224	/27
Комутатор SW-63-24-1	Інтерфейс Vlan 1	00-01-c9-84-9b-94	214.63.24.2	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням				-
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	-
Комутатор SW-63-24-2	Інтерфейс Vlan 1	00-40-0b-41-99-d5	214.63.24.3	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням				
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	
Сервер Serv-63-24-1	Мережний адаптер	00-D0-FF-01-C3-73	214.63.24.4	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS- сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Сервер Serv-63-24-2	Мережний адаптер	00-03-E4-71-E6-94	214.63.24.5	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-	-	214.63.24.30	-	-

	сервер				
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-1	Мережний адаптер	00-60-5C-42-D3-B6	214.63.24.6	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-2	Мережний адаптер	00-01-42-80-A5-48	214.63.24.7	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-3	Мережний адаптер	00-90-2B-06-A7-D1	214.63.24.8	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-4	Мережний адаптер	00-0D-BD-C6-89-90	214.63.24.9	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-

	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-5	Мережний адаптер	00-0A-F3-10-63-02	214.63.24.10	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-
Робоча станція WS-63-24-6	Мережний адаптер	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	255.255.255.224	/27
	Шлюз за замовчуванням	-	214.63.24.30	-	-
	Основний DNS-сервер	-	214.63.24.30	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 1	-	184.169.143.224	-	-
	Альтернативний DNS-сервер 2	-	184.169.161.155	-	-

Завдання 3. Сформувати повідомлення ARP-запити, що надсилаються з робочої станції (табл. 8) до комутатора, маршрутизатора та одного з серверів мережі для формування адресних відповідностей. Сформувати повідомлення ARP-відповіді, що надходять від вузлів-відповідачів. ARP-запити та ARP-відповіді показати як такі, що інкапсульовані у кадри Ethernet. Побудувати ARP-таблицю робочої станції після надходження ARP-відповідей.

Табл. 5. — Параметри для виконання п. 3

№ варіанта	Робоча станція
24	WS-63-24-6

1. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — SW-63-24-2

Табл. 6. — ARP запит WS-63-24-6 — SW-63-24-2

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
SW-63-24-2	00-40-0b-41-99-d5	214.63.24.3	D63F1803

ARP-запит формується за загальною структурою ARP-повідомлення. Оскільки вузол WS-63-24-6 належить мережі Ethernet, у якій застосовується протокол IP версії 4, то всі поля ARP-запиту формуються з урахуванням цих параметрів. Тобто, поле Н-Туре дорівнює 0001h, а поле Р-Туре – 0800h. Поля НА-Len та РА-Len відповідно дорівнюють 06h та 04h. Оскільки формується ARP-запит, то поле ОР-Code дорівнює 0001h. Поля SHA та SPA формуються на основі MAC-адреси 00-0A-41-01-70-E6 і IP-адреси 214.63.24.11 відправника (вузла WS-63-24-6) і відповідно дорівнюють 000A410170E6h та D63F180Bh. В ARP-запиті поле ТНА за замовчуванням дорівнює 000000000000h, поле ТРА формується на основі IP-адреси 214.63.24.3 отримувача (вузла SW-63-24-2) і дорівнює D63F1803.

Побудований ARP-запит має вигляд:

0001080006040001000A410170E6

D63F180B000000000000D63F1803

ARP-відповідь також формується за загальною структурою ARP-повідомлення для мереж Ethernet із застосуванням протоколу IP версії 4. Тобто поле Н-Туре дорівнює 0001h, а поле Р-Туре – 0800h, поле НА-Len – 06h, поле РА-Len – 04h. Оскільки формується ARP-відповідь, то поле ОР-Code дорівнює 0002h. Поля SHA та SPA формуються на основі MAC-адреси 00-03-E4-71-E6-94 і IP-адреси 214.63.24.3 відправника (вузла SW-63-24-2) і відповідно дорівнюють 0003E471E694 h та D63F1803h. Поля ТНА та ТРА формуються на основі MAC-адреси 00-0A-41-01-70-E6 і IP-адреси 214.63.24.11 отримувача (вузла WS-63-24-6) і відповідно дорівнюють 000A410170E6h та D63F180Bh.

Побудована ARP-відповідь має вигляд:

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

00010800060400020003E471E694

D63F1803000000000000D63F180B

Загальна довжина ARP-повідомлення у разі застосування технології Ethernet та протоколу IP версії 4 є фіксованою і становить 28 байтів. Така довжина повідомлення дає змогу для інкапсуляції застосовувати Ethernet-кадри мінімальної довжини (64 байти), у яких поле даних (Data) дорівнює 46 байтів. Таке поєднання призводить до необхідності доповнення ARP-повідомлення до 46 байтів заповнювачем – довільною послідовністю довжиною 18 байтів. Як правило, поле заповнювача (Padding) – це послідовність із байтів зі значенням 00h.

ARP-запит інкапсулюється у широкомовний кадр відповідної технології. Для побудованого ARP-запиту вузла А поля заголовка Ethernet-кадру DA-MAC, SA-MAC, Type/Length містять значення відповідно FFFFFFFFh, 000A410170E6h та 0806h.

ARP-відповідь інкапсулюється в унікальний кадр відповідної технології. Для побудованої ARP-відповіді вузла В поля заголовка Ethernet-кадру DA-MAC, SA-MAC, Type/Length містять значення відповідно 000A410170E6h, 0003E471E694h та 0806h.

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованим ARP-запитом має вигляд

FFFFFFFFFFFFFF000A410170E60806

0001080006040001000A410170E6

D63F180B000000000000D63F1803

00000000000000000000000000000000

XXXXXXXX

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованою ARP-відповіддю має вигляд

000A410170E6 0003E471E6940806

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

00010800060400020003E471E694

D63F1803000000000000D63F180B

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

Для побудованих Ethernet-кадрів контрольні суми (поле FCS) не розраховувалися, замість них записана умовна 4-байтова послідовність XXXXXXXX. У реальному житті контрольні суми розраховуються для всіх полів кадру (крім FCS) за алгоритмом CRC-32 як у разі надсилання кадру в мережу, так і отримання кадру з мережі.

2. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — R-63-24-1

Табл. 7. — ARP запит WS-63-24-6 — R-63-24-1

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
R-63-24-1	00-01-42-86-a9-01	214.63.24.1	D63F18001

ARP-запит:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

HA-Len: 06h

PA-Len: 04h

OP-Code: 0001h

SHA (MAC-адреса відправника): 000A410170E6

SPA (IP-адреса відправника): D63F180B

THA: 000000000000h

TPA (IP-адреса отримувача): D63F18001

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованим ARP- запитом має вигляд:

FFFFFFFFFFFF000A410170E60806

0001080006040001000A410170E6

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

D63F180B000000000000D63F18001

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

ARP-відповідь:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

HA-Len: 06h

PA-Len: 04h

OP-Code: 0002h

SHA (MAC-адреса відправника): 00014286a901

SPA (IP-адреса відправника): D63F180B

THA: 000000000000h

TPA (IP-адреса отримувача): D63F18001

Результуючий Ethernet-кадр з інкапсульованою ARP-відповіддю має вигляд:

FFFFFFFFFFFF00014286a9010806

000108000604000100014286a901

D63F18001000000000000D63F180B

000000000000000000000000000000000000

XXXXXXXXXX

3. ARP запит/відповідь WS-63-24-6 — WS-63-24-1

Табл. 8. — ARP запит WS-63-24-6 — WS-63-24-1

Вузел	MAC-адреса	IP-адреса	IP-адреса (hex)
WS-63-24-6	00-0A-41-01-70-E6	214.63.24.11	D63F180B
WS-63-24-1	00-60-5C-42-D3-B6	214.63.24.6	D63F1806

ARP-запит:

H-Type: 0001h

P-Type: 0800h

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДУ «Житомирська політехніка».25.121.24.000 – ЛР9	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan 1
SW-63-24-1(config-if)#ip address 214.63.24.2 255.255.255.224
SW-63-24-1(config-if)#no shutdown

SW-63-24-1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up

SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#ip default-gateway 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#ip name-server 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#no ip domain-lookup
SW-63-24-1(config)#

```

Рис. 4. Налаштування параметрів IP-адресації SW-63-24-1

```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan 1
SW-63-24-1(config-if)#ip address 214.63.24.2 255.255.255.224
SW-63-24-1(config-if)#no shutdown

SW-63-24-1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up

SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#ip default-gateway 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#ip name-server 214.63.24.30
SW-63-24-1(config)#no ip domain-lookup
SW-63-24-1(config)#

```

Рис. 5. Налаштування параметрів IP-адресації SW-63-24-2

Завдання 5. Провести налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів в ARP-таблицях пристроїв мережі. Для вибору значення тайм-ауту скористатися даними табл. 9 (необов'язково).

Табл. 9. — Параметри для виконання п. 5

№ варіанта	Тайм-аут, хв
24	3

```

SW-63-24-1>enable
SW-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-1(config)#interface vlan1
SW-63-24-1(config-if)#arp timeout 180
SW-63-24-1(config-if)#exit
SW-63-24-1(config)#exit
SW-63-24-1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SW-63-24-1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
SW-63-24-1#

```

Рис. 6. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів SW-63-24-1

```

SW-63-24-2>enable
SW-63-24-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW-63-24-2(config)#interface vlan 1
SW-63-24-2(config-if)#arp timeout 180
SW-63-24-2(config-if)#exit
SW-63-24-2(config)#exit
SW-63-24-2#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

SW-63-24-2#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
SW-63-24-2#

```

Рис. 7. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів SW-63-24-2

```

R-63-24-1>enable
R-63-24-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R-63-24-1(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-63-24-1(config-if)#arp timeout 180
R-63-24-1(config-if)#exit
R-63-24-1(config)#exit
R-63-24-1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

R-63-24-1#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R-63-24-1#

```

Рис. 8. Налаштування тайм-ауту утримання ARP-записів R-63-24-1

Висновок: У ході дослідження було детально розглянуто принципи встановлення відповідностей між логічними та фізичними адресами в IP-мережах, а також особливості функціонування протоколу ARP. Отримано практичні навички побудови локальної мережі на основі комутатора Ethernet, проведено моніторинг і діагностику процесів адресного відображення. Результати роботи дозволили глибше зрозуміти механізми адресації в IP-мережах і значення протоколу ARP у забезпеченні ефективної взаємодії мережевих вузлів.