

Лабораторна робота 4

НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ

ПАРАМЕТРІВ АДРЕСАЦІЇ РОБОЧИХ СТАНЦІЙ

OS LINUX

Мета заняття: ознайомитися з основними відомостями стосовно адресації вузлів в IP-мережах; ознайомитися з основними засобами налагодження параметрів адресації мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій ОС Linux; отримати практичні навички побудови локальної мережі на базі комутатора Ethernet та навички налагодження, керування, моніторингу та діагностування роботи мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій ОС Linux; дослідити процеси функціонування мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій та процеси передачі даних у побудованій мережі.

Теоретичні відомості

Налагодження параметрів IP-адресації вузлів ОС Linux

На відміну від ОС Windows, у яких типово налагодження текстового імені вузла та параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів вузла здійснюється стандартними засобами графічного інтерфейсу, а командний рядок застосовується досить рідко, в ОС Linux перевага надається налагодженню саме за допомогою командного рядка, а графічні засоби застосовуються досить рідко.

Для налагодження параметрів адресації мережних адаптерів/інтерфейсів вузлів Linux із використанням командного рядка застосовується ряд підходів та сценаріїв налагодження. Одним із підходів є застосування відповідних команд. У цьому разі налагоджені параметри є активними лише до перезавантаження системи. Якщо ж виникає потреба збереження параметрів для постійного застосування, то їх необхідно зберегти у відповідних конфігураційних файлах. Як правило, такі конфігураційні файли створюються на етапі встановлення системи. Слід зазначити, що для різних ОС Linux існують розбіжності, пов'язані як із застосуванням різних файлів конфігурації, так і з розміщенням відповідних параметрів адресації.

В ОС Linux Debian, як у конфігураційних файлах, так і в командах, застосовуються такі позначення інтерфейсів: **lo** – інтерфейс

зворотної петлі (Loopback), **ethX** – інтерфейс технології Ethernet (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet тощо), **wlanX** – інтерфейс технології Wi-Fi, **pppX** – послідовний інтерфейс, де **X** – номер інтерфейсу, як правило, починається з 0.

В останніх версіях ОС Linux CentOS/Red Hat/Ubuntu, як у конфігураційних файлах, так і в командах, можуть застосовуватися і загальноприйняті позначення мережних інтерфейсів (наприклад, **lo** – інтерфейс Loopback), і характерні лише для цих ОС позначення (наприклад, **enp0s3** – позначення інтерфейсу технології Ethernet). Подібним чином здійснюється позначення інтерфейсів також в ОС Linux Oracle/Fedora.

Виведення або зміна текстової назви вузла в більшості ОС Linux здійснюється за допомогою команди **hostname**. Виконання зміни зазначеного на етапі встановлення системи текстового імені системи на унікальне є необхідним як для забезпечення зручності розпізнавання системи при віддалених підключеннях, так і для виконання певних сервісних операцій.

Для ручного налагодження параметрів адресації мережного адаптера/інтерфейсу застосовується команда **ifconfig**. Ця команда, в першу чергу, дає змогу налагодити параметри фізичної та логічної адресації. Натомість вона призначає лише статичні параметри адресації, для динамічного призначення необхідно скористатися засобами клієнта відповідного протоколу. Також команда **ifconfig** застосовується для таких операцій, як: виведення переліку мережних адаптерів/інтерфейсів вузла; виведення налагоджених поточних параметрів певного мережного адаптера /інтерфейсу вузла; включення/відключення мережного адаптера/інтерфейсу тощо. Команда **ifconfig** не дає змогу встановити, змінити або видалити IP-адресу шлюзу за замовчуванням. З цією метою застосовується команда **route**.

У багатьох ОС Linux для зручності включення/відключення мережних адаптерів/інтерфейсів реалізовані додаткові сервісні команди (скрипти) **ifup** та **ifdown**. Поряд із командами **ifup** та **ifdown** слід згадати команду **ifquery**, що застосовується для аналізу конфігурацій мережних адаптерів/інтерфейсів. Застосовуються й інші подібні команди.

Як альтернатива командам **ifconfig** та **route** можуть застосовуватися аналогічні за функціоналом команди **ip addr**, **ip link**, **ip route**. Команда **ip addr** застосовується для налагодження параметрів адресації мережних адаптерів/інтерфейсів, команда **ip link** – включення/відключення мережних адаптерів/інтерфейсів, команда **ip route** – операції з IP-адресою шлюзу за замовчуванням.

Детальну інформацію про синтаксис зазначених вище команд можна отримати або з документації, або з інтерактивної довідки операційної системи.

Слід зазначити, що параметри іменування вузла та IP-адресації мережних інтерфейсів, які встановлені за допомогою команд, після перезавантаження системи або завершення сеансу не зберігаються.

Налагодження параметрів IP-адресації в ОС Linux Debian/Ubuntu

Налагоджені параметри адресації мережних інтерфейсів вузла ОС Linux Debian/Ubuntu зберігаються у конфігураційних файлах **/etc/network/interfaces** та **/etc/resolv.conf**. Перший файл призначений для збереження більшості параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів (IP-адреса, маска, IP-адреса шлюзу тощо), другий – лише для збереження IP-адрес DNS-серверів. В останніх версіях ОС Linux Debian/Ubuntu IP-адреси DNS-серверів також зберігаються у файлі **/etc/network/interfaces**, відповідно не потрібно їх зберігати у файлі **/etc/resolv.conf**. Параметри іменування системи ОС Linux Debian/Ubuntu типово зберігаються у конфігураційному файлі **/etc/hostname**. Локальні відповідності між IP-адресами та доменними іменами вузлів зберігаються у файлі **/etc/hosts**.

Файл **/etc/network/interfaces** містить основні та додаткові параметри адресації мережних інтерфейсів вузла. Основними параметрами є параметри **auto**, **allow-auto**, **allow-hotplug**, **iface**. Параметр **auto** застосовується для автоматичної активації логічного або фізичного мережного інтерфейсу під час завантаження ОС. Параметр містить назву інтерфейсу. У деяких випадках може застосовуватися аналогічний за функціоналом параметр **allow-auto**. Параметр **allow-hotplug** призначений для активації інтерфейсу після того, як ядро системи отримає повідомлення типу „HotPlug” від інтерфейсу. Параметр **iface** застосовується для зазначення протоколу (IPv4/IPv6), що активується на інтерфейсі, та способу призначення параметрів

IP-адресації інтерфейсу. Активація IPv4 здійснюється за допомогою службової конструкції **inet**, IPv6 – конструкції **inet6**. Якщо призначення параметрів IP-адресації здійснюється динамічно, то додається допоміжна конструкція **dhcp**, якщо статично – конструкція **static**. Якщо застосовується статична IP-адресація інтерфейсу, то конфігураційний файл містить додаткові параметри **address**, **network**, **netmask**, **broadcast**, **gateway**, **dns-domain**, **dns-nameservers**, що містять відповідно IP-адресу вузла, IP-адресу мережі, мережну маску, широкомовну адресу мережі, IP-адресу шлюзу за замовчуванням, назву домену, IP-адреси основного та альтернативного DNS-серверів.

У конфігураційному файлі **/etc/resolv.conf** у ОС Linux Debian, як і в решті ОС Linux, містяться параметри **nameserver** та **search**. Перший із них містить IP-адресу DNS-сервера. Другий – назву домену, в якому здійснюється DNS-пошук. Параметр **nameserver** може повторюватися кілька разів для зазначення IP-адрес основного та альтернативних DNS-серверів поточного вузла. У конфігураційному файлі **/etc/hostname** міститься лише текстова назва вузла.

Приклади структур файлів **/etc/hostname**, **/etc/network/interfaces**, **/etc/resolv.conf** для ОС Linux Debian версії 8.3 наведені на рис. 1 – 3 відповідно.

Debian8-3

Рис. 1. Структура файла **/etc/hostname** ОС Linux Debian

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).
Source /etc/network/interfaces.d/*
# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback
# The primary network interface
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet static
    address 195.10.1.1
    netmask 255.255.255.128
    broadcast 195.10.1.127
    gateway 195.10.1.126
    dns-domain example.com
    dns-nameservers 195.10.1.126 8.8.8.8
...
```

Рис. 2. Структура файла **/etc/network/interfaces** ОС Linux Debian

```
nameserver 195.10.1.126
nameserver 8.8.8.8
search example.com
```

Рис. 3. Структура файла **/etc/resolv.conf** ОС Linux Debian

Для сучасних ОС Linux Debian/Ubuntu для налагодження текстового імені вузла та параметрів IP-адресації його мережних адаптерів/інтерфейсів рекомендується використовувати лише конфігураційні файли **/etc/hostname** та **/etc/network/interfaces**.

Активация збережених у конфігураційних файлах параметрів іменування вузла та IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux Debian здійснюється або після повного перезавантаження системи, або після перезавантаження сервісу **networking**, що відповідає за функціонування мережі. Зупинку, запуск, перезавантаження згаданого сервісу можна виконати відповідно командами **/etc/init.d/networking stop**, **/etc/init.d/networking start**, **/etc/init.d/networking restart** або **service networking stop**, **service networking start**, **service networking restart**.

Налагодження параметрів IP-адресації в ОС Linux CentOS/Red Hat

Для ОС Linux CentOS/Red Hat/Oracle/Fedora налагоджені параметри іменування та загальні параметри адресації вузла зберігаються у конфігураційному файлі **/etc/sysconfig/network**. Параметри окремих мережних інтерфейсів (зокрема і параметри IP-адресації) зберігаються у файлах **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-*if-name***, де **if-name** – назва мережного інтерфейсу (наприклад, **eth0** чи **enp0s3**). IP-адреси DNS-серверів зберігаються у файлі **/etc/resolv.conf**, а локальні відповідності між IP-адресами та доменними іменами – у файлі **/etc/hosts**.

Файл **/etc/sysconfig/network** може містити такі параметри, як: **NETWORKING**, **HOSTNAME**, **GATEWAY**, **DNS1**, **DNS2**, **SEARCH**, **GATEWAYDEV**, **NISDOMAIN**, **NOZEROCONF**. Параметри **NETWORKING** та **HOSTNAME** є обов'язковими параметрами. Решта параметрів є факультативними і зазначаються за потреби. Наприклад, із метою статичного призначення IP-адреси мережного інтерфейсу вузла зазначаються параметри **GATEWAY**, **DNS1**, **DNS2**, **SEARCH**.

Параметр **NETWORKING** застосовується для зазначення, чи буде налагоджено функціонування мережі, відповідно може набувати логічних значень **yes** або **no**. Параметр **HOSTNAME** повинен містити текстову назву вузла у форматі повного доменного імені (FQDN, Fully Qualified Domain Name), за потреби може містити на-

зву вузла у короткому записі. Параметр **GATEWAY** застосовується для зазначення IP-адреси шлюзу за замовчуванням. Параметр **GATEWAYDEV** типово містить назву мережного інтерфейсу, через який здійснюється надсилання повідомлень у мережу до шлюзу за замовчуванням. Цей параметр застосовується у випадках, коли кілька мережних інтерфейсів вузла підключені до однієї мережі. Параметри **DNS1**, **DNS2** містять IP-адреси основного та альтернативного DNS-серверів. Параметр **SEARCH** застосовується для зазначення текстового імені домену, в якому буде здійснюватися пошук службою DNS. Параметр **NISDOMAIN** зазначається у разі, коли необхідно налагодити доступ до інформаційної служби мережі NIS (Network Information Service). Містить доменну назву цієї служби. Параметр **NOZEROCONF** відповідає за деактивацію/активацію маршруту типу zeroconf, може набувати логічних значень **true** (маршрут не активовано) або **false** (маршрут активовано).

На відміну від конфігураційного файла `/etc/sysconfig/network`, файл `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-<if-name>` має набагато більше параметрів. Основними параметрами є: **TYPE**, **DEVICE**, **HWADDR**, **ONBOOT**, **BOOTPROTO**, **NETWORK**, **IPADDR**, **NETMASK**, **GATEWAY**, **DNS1**, **DNS2**, **DEFROUTE**, **PEERDNS**, **PEERROUTES**, **NAME**, **UUID**, **IPV4_FAILURE_FATAL**, **NM_CONTROLLED**.

Параметр **TYPE** застосовується для зазначення типу (технології) мережного інтерфейсу. Для технологій Ethernet/Fast Ethernet тощо застосовується загальне позначення **Ethernet**. Параметр **DEVICE** містить назву мережного інтерфейсу. Параметр **HWADDR** застосовується для зазначення апаратної адреси інтерфейсу. Для адаптерів Ethernet – це MAC-адреса, записана як AA:BB:CC:DD:EE:FF. Параметр **ONBOOT** застосовується для активації/деактивації пристрою у ході завантаження системи, може набувати значень **yes** або **no**. Параметр **BOOTPROTO** містить назву мережного протоколу, що застосовується під час завантаження системи. Може містити значення **DHCP**, **BOOTP**, **none**. Для статичного призначення параметрів IP-адресації в деяких системах слід зазначати **static**. Параметри **NETWORK**, **IPADDR**, **NETMASK**, **GATEWAY**, **DNS1**, **DNS2** містять відповідно IP-адресу мережі, IP-адресу вузла, мережну маску, IP-адресу шлюзу за замовчуванням, IP-адреси основного та альтернативного DNS-серверів.

Параметр **DEFROUTE** застосовується для зазначення поточного інтерфейсу як інтерфейсу за замовчуванням, може набувати значень **yes** або **no**. Параметр **PEERDNS** відповідає за активацію/деактивації можливості модифікації файла **/etc/resolv.conf** у процесі налагодження параметрів адресації вузла. Якщо цей параметр містить значення **no**, то зміни файла заборонені, якщо значення **yes**, то зміни допускаються. За умови застосування протоколу DHCP параметр **PEERDNS** містить значення **yes**. Параметр **PEERROUTES** відповідає за активацію/деактивацію внесення у таблицю маршрутизації вузла маршруту за замовчуванням, який отримано за допомогою протоколу DHCP. Може набувати значень **yes** або **no**. За умови застосування протоколу DHCP параметр **PEERROUTES** містить значення **yes**.

Параметр **NAME** застосовується для зазначення імені інтерфейсу, що буде використовуватися під час виведення інформації про мережні з'єднання. Параметр **UUID** містить унікальний ідентифікатор мережного інтерфейсу у системі. Ідентифікатор зазначається як послідовність, що містить шістнадцяткові цифри та знаки тире. Параметр **IPV4_FAILURE_FATAL** містить значення **yes** або **no**, за допомогою яких указується, які дії (вимикати чи не вимикати) виконувати з мережним адаптером у разі помилки. Параметр **NM_CONTROLLED** застосовується для активації можливості керування інтерфейсом за допомогою мережного демона Network Manager. Цей параметр може набувати значень **yes** або **no**.

Окрім вищезгаданих параметрів, можуть застосовувати й інші специфічні параметри. Інформацію стосовно їх використання можна отримати з документації системи.

У конфігураційному файлі **/etc/resolv.conf**, як правило, містяться параметри **nameserver** та **search**. Перший із них містить IP-адресу DNS-сервера. Другий – назву домену, в якому здійснюється DNS-пошук. Параметр **nameserver** може повторюватися кілька разів для зазначення IP-адрес основного та альтернативних DNS-серверів поточного вузла.

Приклади структур файлів **/etc/sysconfig/network**, **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-enp0s3**, **/etc/resolv.conf** для ОС Linux CentOS версії 7 наведені на рис. 4 – 6 відповідно.

```
NETWORKING=YES
HOSTNAME=WS_1
DNS1=195.10.1.126
DNS2=8.8.8.8
SEARCH=example.com
```

Рис. 4. Структура файла **/etc/sysconfig/network** ОС Linux CentOS

```
DEVICE=enp0s3
HWADDR=00:21:70:10:7E:CD
NM_CONTROLLED=no
ONBOOT=yes
BOOTPROTO=static
IPADDR=195.10.1.1
NETMASK=255.255.255.128
#the GATEWAY is sometimes in: /etc/sysconfig/network
GATEWAY=195.10.1.126
```

Рис. 5. Структура файла **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-enp0s3** ОС Linux CentOS

```
nameserver 195.10.1.126
nameserver 8.8.8.8
search example.com
```

Рис. 6. Структура файла **/etc/resolv.conf** ОС Linux CentOS

Налагодження параметрів IP-адресації в ОС Linux MicroCore/TinyCore

Налагодження параметрів адресації та іменування в ОС Linux TinyCore можливе із застосуванням засобів графічного інтерфейсу та командного рядка. В ОС Linux MicroCore – лише із застосуванням засобів командного рядка. Налагодження із застосуванням засобів графічного інтерфейсу є досить простим й інтуїтивно зрозумілим процесом, налагодження із застосування засобів командного рядка є процесом більш складним, передбачає вміння застосовувати команди операційної системи та вміння користуватися одним із текстових редакторів (nano або vi) для редагування конфігураційних файлів.

Налагодження постійних параметрів IP-адресації в ОС Linux MicroCore має певну специфіку, пов'язану з тим, що, на відміну від інших ОС Linux, у цій ОС не застосовуються стандартні конфігураційні файли, які містять параметри мережної адресації. Тому для налагодження необхідно скористатися таким підходом. У файл початкового завантаження **/opt/bootlocal.sh** за допомогою текстового редактора необхідно додати один із наведених нижче сценаріїв. У першому з них для налагодження параметрів IP-адресації застосовуються команди **ifconfig** та **route add**, у другому – команди **ip addr** та **ip route add**.

Сценарій 1.

```
hostname WS_1
ifconfig eth0 10.10.10.2 netmask 255.255.255.0 up
route add default gw 10.10.10.1
echo "nameserver 8.8.8.8" > /etc/resolv.conf
echo "nameserver 8.8.4.4" > /etc/resolv.conf
```

Сценарій 2.

```
hostname WS_1
ip addr add 10.10.10.2/24 broadcast 10.10.10.255 dev eth0
ip route add default via 10.10.10.1
```

Для налагодження IP-адрес DNS-серверів у сценарії 2 замість команд **echo** необхідно за допомогою текстового редактора у конфігураційний файл **/etc/resolv.conf** системи додати такі рядки: **nameserver 8.8.8.8** та **nameserver 8.8.4.4**.

Для збереження внесених змін необхідно виконати команду:
/usr/bin/filetool.sh -b

Після перезавантаження встановлені параметри адресації будуть активними.

Модельний приклад налагодження функціонування вузлів ОС Linux локальної комп'ютерної мережі

Розглянемо специфіку налагодження вузлів (робочих станцій) ОС Linux для локальної комп'ютерної мережі, схему якої наведено на рис. 7.

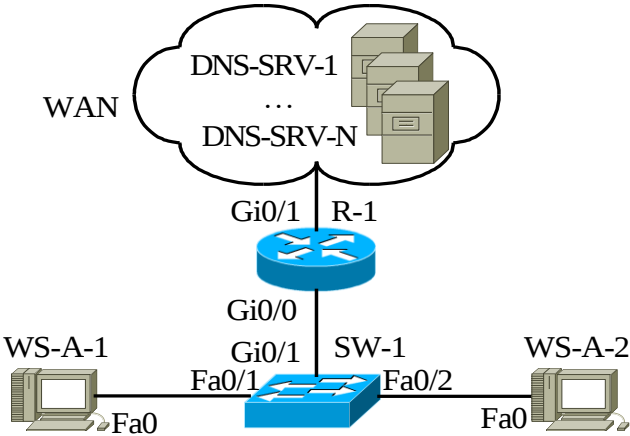


Рис. 7. Приклад мережі

Під час побудови даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 1. Для налагодження параметрів адресації вузлів та комунікаційних пристроїв мережі використано дані табл. 2.

Таблиця 1

Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Інтерфейс	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу
Маршрутизатор R-1	Gi0/1	WAN	WAN Interface
	Gi0/0	Комутатор SW-1	Gi0/1
Комутатор SW-1	Fa0/1	Робоча станція WS-A-1	Fa0
	Fa0/2	Робоча станція WS-A-2	Fa0
	Gi0/1	Маршрутизатор R-1	Gi0/0
WAN	WAN Interface	Маршрутизатор R-1	Gi0/1
Робоча станція WS-A-1	Fa0	Комутатор SW-1	Fa0/1
Робоча станція WS-A-2	Fa0		Fa0/2

Таблиця 2

Параметри адресації мережі для прикладу

Мережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Пре фікс
Мережа А	—	—	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутиза- тор R-1	GigabitEthernet 0/1	×	×	×	×
	GigabitEthernet 0/0	00-D0-B1-E1-14-11	195.10.1.254	255.255.255.0	/24
Комутатор SW-1	Інтерфейс Vlan 1	00-D0-BA-F4-0D-9B	195.10.1.252	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	—	195.10.1.254	—	—
Робоча станція WS-A1 (Linux Debian)	Мережний адаптер	00-60-5C-16-8B-30	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	—	195.10.1.254	—	—
	Основний DNS-сервер	—	195.10.1.254	—	—
	Альтернат. DNS-сервер 1	—	8.8.8.8	—	—
Робоча станція WS-A2 (Linux CentOS)	Альтернат. DNS-сервер 2	—	8.8.4.4	—	—
	Мережний адаптер	00-10-43-2C-BD-BB	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	—	195.10.1.254	—	—
	Основний DNS-сервер	—	195.10.1.254	—	—
	Альтернат. DNS-сервер 1	—	8.8.8.8	—	—
	Альтернат. DNS-сервер 2	—	8.8.4.4	—	—

Два альтернативні сценарії налагодження параметрів адресації (MAC-адреси, IP-адреси, маски, IP-адреси шлюзу за замовчуванням) робочої станції WS_A_1 (OC Linux Debian) за допомогою команд наведено нижче.

```
...
root@debian8-3:~# hostname WS-A-1
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 down
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 hw ether 00:10:11:49:ED:09
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 195.10.1.3 netmask 255.255.255.0
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 up
root@debian8-3:~# route add default gw 195.10.1.254
root@debian8-3:~#
```

...

```
...
root@debian8-3:~# hostname WS-A-1
root@debian8-3:~# ifdown eth0
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 hw ether 00:10:11:49:ED:09
root@debian8-3:~# ifconfig eth0 195.10.1.3 netmask 255.255.255.0
root@debian8-3:~# ifup eth0
```

```
root@debian8-3:~# route add default gw 195.10.1.254
root@debian8-3:~#
```

...

Сценарій налагодження параметрів адресації (IP-адреси, маски, IP-адреси шлюзу за замовчуванням) робочої станції WS_A_2 (ОС Linux CentOS) за допомогою команд **ip** наведено нижче.

...

```
root@centos:~#hostname WS_A_2
root@WS_A_4:~#ip link set enp0s3 down
root@WS_A_4:~#ip addr add 195.10.1.4/24 dev enp0s3
root@WS_A_4:~#ip link set enp0s3 up
root@WS_A_4:~#ip route add default via 195.10.1.254
root@WS_A_4:~#
```

...

Сценарії налагодження параметрів IP-адресації комутатора та маршрутизатора мережі у модельному прикладі не розглядаються.

Результати виконання команд моніторингу та діагностування параметрів адресації та зв'язку для розглянутого прикладу

З метою перегляду інформації про налагоджені параметри іменування та параметри адресації мережних адаптерів/інтерфейсів вузлів мережі для розглянутого прикладу використано команди ОС Linux **ifconfig**, **route**, **ip addr show**, **ip route show**. Для перевірки зв'язку між вузлами використано команду **ping**. Результати роботи цих команд для робочих станцій WS-A-1 – WS-A-2 наведено відповідно на рис. 8 – 13.

```
root@debian8-3:~# ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:10:11:49:ed:09
          inet addr:195.10.1.1   Bcast:195.10.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::210:11ff:fe49:ed09/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:148 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:20 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:26368 (25.7 KiB)  TX bytes:4014 (3.9KiB)

root@debian8-3:~#
```

Рис. 8. Результат виконання команди **ifconfig eth0** на робочій станції WS_A_1

```

root@debian8-3:~# route
Kernel IP routing table
Destination      Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
Default          195.10.1.254    0.0.0.0         UG  0      0          0 eth0
195.10.1.0       *               255.255.255.0   U    0      0          0 eth0
root@debian8-3:~#

```

Рис. 9. Результат виконання команди **route** на робочій станції WS_A_1

```

[root@localhost /]# ip addr show enp0s3
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP, LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfofo_fast state UP
qlen 1000
    Link/ether 00:00:27:32:f9:e7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 195.10.1.2/24 scope global enp0s3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::200:27ff:fe32:f9e7/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
[root@localhost /]#

```

Рис. 10. Результат виконання команди **ip addr show enp0s3** на робочій станції WS_A_2

```

[root@localhost /]# ip route show
Default via 195.10.1.254 dev enp0s3
195.10.1.0/24 dev enp0s3  proto kernel  scope link  src 195.10.1.2
[root@localhost /]#

```

Рис. 11. Результат виконання команди **ip route show** на робочій станції WS_A_2

```

root@debian8-3:~#ping 195.10.1.2

PING (195.10.1.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=1 ttl=128 time=1.35 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.987 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=3 ttl=128 time=1.23 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.936 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=5 ttl=128 time=1.35 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.837 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=7 ttl=128 time=0.967 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=8 ttl=128 time=1.40 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=9 ttl=128 time=0.897 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=10 ttl=128 time=1.27 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=11 ttl=128 time=1.25 ms
64 bytes from 195.10.1.2: icmp_seq=12 ttl=128 time=1.25 ms
^C
--- 195.10.1.2 ping statistics ---
12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 10018ms
Rtt min/avg/max/mdev = 0.837/1.136/1.404/0.203 ms

root@debian8-3:~#

```

Рис. 12. Результат успішної перевірки зв'язку між робочою станцією WS_A_1 (Linux Debian) та робочою станцією WS_A_2 (OC Linux CentOS)

```
root@debian8-3:~#ping 195.10.254

PING 195.10.1.254 (195.10.1.254) 56(84) bytes of data.
from 195.10.1.1 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=4 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=5 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=6 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=7 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=8 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=9 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=10 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=11 Destination Host Unreachable
from 195.10.1.1 icmp_seq=12 Destination Host Unreachable
^C
--- 195.10.1.254 ping statistics ---
14 packets transmitted, 0 received, +12 errors, 100% packet loss, time 13042ms
pipe3

root@debian8-3:~#
```

Рис. 13. Результат неуспішної перевірки зв'язку між робочою станцією WS_A_3 (Linux Debian) та шлюзом за замовчуванням (відімкненим інтерфейсом Giga-bitEthernet 0/0 маршрутизатора R_1)

В ОС Linux після запуску команда **ping** здійснює перевірку зв'язку безперервно, тому для переривання процесу необхідно натиснути комбінацію клавіш **<Ctrl>+<C>**.

Завдання на лабораторну роботу

1. У середовищі програмного емулятора створити проект локальної комп’ютерної мережі (рис. 14), яка складається не менше ніж із чотирьох вузлів (робочих станцій) ОС Linux. Для вибору ОС вузла скористатися даними табл. 3. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 1.

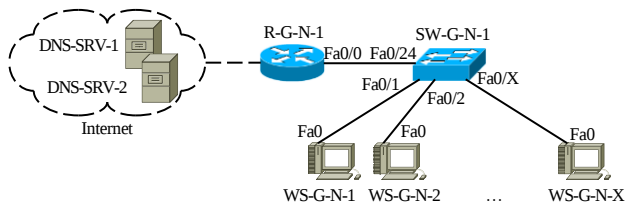


Рис. 14. Проект мережі

Таблиця 3

Операційні системи вузлів (робочих станцій) локальної комп’ютерної мережі

№ варіанта	WS-G-N01	WS-G-N02	WS-G-N03	№ варіанта	WS-G-N01	WS-G-N02	WS-G-N03
1	LD/U	LC/R	LM/T	18	LM/T	LC/R	LD/U
2	LD/U	LM/T	LC/R	19	LD/U	LC/R	LM/T
3	LC/R	LD/U	LM/T	20	LD/U	LM/T	LC/R
4	LM/T	LD/U	LC/R	21	LC/R	LD/U	LM/T
5	LC/R	LM/T	LD/U	22	LM/T	LD/U	LC/R
6	LM/T	LC/R	LD/U	23	LC/R	LM/T	LD/U
7	LD/U	LC/R	LM/T	24	LM/T	LC/R	LD/U
8	LD/U	LM/T	LC/R	25	LD/U	LC/R	LM/T
9	LC/R	LD/U	LM/T	26	LD/U	LM/T	LC/R
10	LM/T	LD/U	LC/R	27	LC/R	LD/U	LM/T
11	LC/R	LM/T	LD/U	28	LM/T	LD/U	LC/R
12	LM/T	LC/R	LD/U	29	LC/R	LM/T	LD/U
13	LD/U	LC/R	LM/T	30	LM/T	LC/R	LD/U
14	LD/U	LM/T	LC/R	31	LD/U	LC/R	LM/T
15	LC/R	LD/U	LM/T	32	LD/U	LM/T	LC/R
16	LM/T	LD/U	LC/R	33	LC/R	LD/U	LM/T
17	LC/R	LM/T	LD/U	—	—	—	—

Примітка: LD/U – ОС Linux Debian/Ubuntu; LC/R – ОС Linux CentOS/Red Hat; LM/T – ОС Linux MicroCore/TinyCore

2. Розробити схему адресації пристроїв (як кінцевих, так і проміжних вузлів) мережі. Для цього скористатися даними табл. 4, 5. Під час розрахунку враховувати, що комутатору та інтерфейсу маршрутизатора мережі також виділяється по одній IP-адресі. Маску/префікс мережі визначити з урахуванням необхідності економії адрес. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 2.

Таблиця 4

Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанта	IP-адреса мережі	Кількість робочих станцій у мережі	№ варіанта	IP-адреса мережі	Кількість робочих станцій у мережі
1	191.G.N.0	9	18	208.G.N.0	11
2	192.G.N.0	8	19	209.G.N.0	15
3	193.G.N.0	12	20	210.G.N.0	19
4	194.G.N.0	16	21	211.G.N.0	23
5	195.G.N.0	20	22	212.G.N.0	27
6	196.G.N.0	24	23	213.G.N.0	31
7	197.G.N.0	28	24	214.G.N.0	39
8	198.G.N.0	32	25	215.G.N.0	47
9	199.G.N.0	36	26	216.G.N.0	55
10	200.G.N.0	40	27	217.G.N.0	63
11	201.G.N.0	48	28	218.G.N.0	71
12	202.G.N.0	56	29	219.G.N.0	78
13	203.G.N.0	64	30	220.G.N.0	87
14	204.G.N.0	72	31	221.G.N.0	95
15	205.G.N.0	80	32	222.G.N.0	85
16	206.G.N.0	10	33	223.G.N.0	13
17	207.G.N.0	35	—	—	—

3. Провести налагодження параметрів іменування та IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій мережі згідно з даними п. 2. з використанням відповідних команд.

4. Перевірити можливість інформаційного обміну між робочими станціями мережі. У разі виявлення проблем зв'язку знайти та усунути їх причини.

5. Провести налагодження параметрів IP-адресації із застосуванням конфігураційних файлів.

6. Перевірити можливість інформаційного обміну між робочими станціями мережі після змін згідно з п. 5. У разі виявлення проблем зв'язку знайти та усунути їх причини.

Таблиця 5

Дані для визначення параметрів адресації мережі

№ варіанта	IP-адреса шлюзу за замовчуванням, IP-адреса основного DNS-сервера	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 1	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 2
1	Перша IP-адреса діапазону	Level3 Communications	Level3 Communications
2	Остання IP-адреса діапазону	Google	Google
3	Перша IP-адреса діапазону	OpenDNS Home	OpenDNS Home
4	Остання IP-адреса діапазону	Securly	Securly
5	Перша IP-адреса діапазону	Comodo Secure DNS	Comodo Secure DNS
6	Остання IP-адреса діапазону	DNS Advantage	DNS Advantage
7	Перша IP-адреса діапазону	Norton ConnectSafe	Norton ConnectSafe
8	Остання IP-адреса діапазону	SafeDNS	SafeDNS
9	Перша IP-адреса діапазону	OpenNIC	OpenNIC
10	Остання IP-адреса діапазону	Public-Root	Public-Root
11	Перша IP-адреса діапазону	Level3 Com-ns	Level3 Com-ns
12	Остання IP-адреса діапазону	Google	Google
13	Перша IP-адреса діапазону	OpenDNS Home	OpenDNS Home
14	Остання IP-адреса діапазону	Securly	Securly
15	Перша IP-адреса діапазону	Comodo Secure DNS	Comodo Secure DNS
16	Остання IP-адреса діапазону	DNS Advantage	DNS Advantage
17	Перша IP-адреса діапазону	Norton ConnectSafe	Norton ConnectSafe
18	Остання IP-адреса діапазону	SafeDNS	SafeDNS
19	Перша IP-адреса діапазону	OpenNIC	OpenNIC
20	Остання IP-адреса діапазону	Public-Root	Public-Root
21	Перша IP-адреса діапазону	Level3 Com-ns	Level3 Com-ns
22	Остання IP-адреса діапазону	Google	Google
23	Перша IP-адреса діапазону	OpenDNS Home	OpenDNS Home
24	Остання IP-адреса діапазону	Securly	Securly
25	Перша IP-адреса діапазону	Comodo Secure DNS	Comodo Secure DNS
26	Остання IP-адреса діапазону	DNS Advantage	DNS Advantage
27	Перша IP-адреса діапазону	Norton ConnectSafe	Norton ConnectSafe
28	Остання IP-адреса діапазону	SafeDNS	SafeDNS
29	Перша IP-адреса діапазону	OpenNIC	OpenNIC
30	Остання IP-адреса діапазону	Public-Root	Public-Root
31	Перша IP-адреса діапазону	Level3 Communications	Level3 Communications

Дані для визначення параметрів адресації мережі

№ варіанта	IP-адреса шлюзу за замовчуванням, IP-адреса основного DNS-сервера	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 1	IP-адреса альтернативного DNS-сервера 2
32	Остання IP-адреса діапазону	Google	Google
33	Перша IP-адреса діапазону	OpenDNS Home	OpenDNS Home

Контрольні питання

1. Яким чином здійснюється налагодження текстового імені вузла та параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів вузла ОС Linux на відміну від ОС Windows?
2. Позначення мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux Debian/Ubuntu.
3. Позначення мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux CentOS/Redhat.
4. Наведіть перелік та поясніть призначення конфігураційних файлів, що містять параметри адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Debian/Ubuntu.
5. Наведіть перелік та поясніть призначення параметрів конфігураційного файлу **/etc/network/interfaces** ОС Debian/Ubuntu.
6. Наведіть перелік та поясніть призначення параметрів конфігураційного файлу **/etc/resolv.conf** ОС Debian/Ubuntu.
7. Яким чином здійснюється активація збережених у конфігураційних файлах параметрів іменування вузла та IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux Debian?
8. Наведіть перелік та поясніть призначення конфігураційних файлів, що містять параметри адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС CentOS/Redhat.
9. Наведіть перелік та поясніть призначення параметрів конфігураційного файлу **/etc/sysconfig/network** ОС CentOS/Redhat.
10. Наведіть перелік та поясніть призначення параметрів конфігураційного файлу **/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-*<if-name>*** ОС CentOS/Redhat.
11. Особливості налагодження MAC-адрес мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux.
12. Наведіть перелік та поясніть призначення основних команд для налагодження параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux.
13. Наведіть перелік та поясніть призначення команд групи **ip** для налагодження параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux.
14. Особливості налагодження текстових імен вузлів ОС Linux.
15. Наведіть перелік та поясніть призначення команд діагностики параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Linux.