МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Частина 1

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Житомир
2023

УДК 681.324
К63

Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Державного університету «Житомирська політехніка»
(протокол № 12 від 25 грудня 2023 року)

Рецензенти:
Ю.М. Россінський – кандидат технічних наук, доцент
О. С. Головня – кандидат педагогічних наук, доцент

К63 **Комп'ютерні** мережі : методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт. Ч. 1 / підг. В.В. Воротніков, А. А. Єфіменко, О.Ю. Дячук, М.С. Колощук. – Житомир : Житомирська політехніка, 2023. – 132 с.

Методичні рекомендації містять теоретичний матеріал, приклади та вказівки для виконання лабораторних робіт, пов'язаних із вивченням питань адресації кінцевих вузлів.

Методичні рекомендації призначені для студентів, які навчаються за спеціальностями 123 „Комп'ютерна інженерія" галузі знань 12 „Інформаційні технології".

Підготували: доктор технічних наук, доцент **В.В. Воротніков**, кандидат технічних наук, доцент **А. А. Єфіменко, О.Ю. Дячук, М.С. Колощук**.

УДК 681.324

ЗМІСТ

ВСТУП

Дані методичні рекомендації розроблені для студентів, які навчаються за спеціальностями 123 ,,Комп'ютерна інженерія", галузі знань 12 ,,Інформаційні технології", для вивчення відповідного змістового модуля навчальної дисципліни ,,Комп'ютерні мережі". Зазначена дисципліна згідно з освітньою програмою та навчальними планами підготовки бакалаврів належить до нормативної частини циклу дисциплін професійної і практичної підготовки.

Основним призначенням даного видання є: поглиблення теоретичних знань, отриманих студентами під час вивчення змістового модуля; набуття практичних навичок із налагодження, моніторингу та діагностики роботи кінцевих вузлів та комунікаційних пристроїв; набуття навичок дослідження процесів передачі даних у локальних мережах під час використання різних мережних технологій, а також набуття навичок усунення проблем у ході роботи мережних пристроїв.

Для проведення лабораторних робіт, залежно від можливостей навчальних лабораторій, передбачається два альтернативних варіанти. Перший варіант – використання реального обладнання, другий – використання спеціалізованих програмних комплексів із комп'ютерної симуляції/емуляції роботи мережних вузлів і пристроїв та мереж у цілому. Вибір варіанта, обладнання та програмних комплексів покладається на викладача. Не виключається поєднання двох варіантів.

Особливістю даних методичних рекомендацій є: наявність у кожній лабораторній роботі необхідних теоретичних відомостей, пов'язаних із вивченням певної технології чи протоколу; наявність достатньо деталізованої довідкової інформації з питань налагодження та діагностики роботи мережних пристроїв, технологій та протоколів, а також наявність готових прикладів налагоджень пристроїв. Слід зазначити, що роботи виконуються індивідуально за варіантами. Вибір номера варіанта проводиться за списком групи. Під час іменування комунікаційних пристроїв, кінцевих вузлів, розрахунку параметрів та розподілу IP-адрес також використовується індивідуалізований підхід. Він полягає у тому, що у назвах пристроїв, IP-адресах мереж використовуються дві останні цифри номера групи (G) та дві цифри номера варіанта (N). Наприклад, IP-адреса

мережі 192.G.N.0/24 для 312-ї групи та 25-го номера варіанта виглядатиме як 192.12.25.0/24. Додаткові параметри налагоджень також обираються відповідно до варіанта.

Повне виконання лабораторної роботи передбачає виконання таких етапів: ознайомлення з теоретичними відомостями; аналіз прикладу (сценарію) розрахунків та налагоджень; аналіз індивідуального варіанта завдання; підготовка інформації для налагодження пристроїв та з'єднань; виконання, за потреби, теоретичних розрахунків; проведення налагоджень мережних пристроїв та кінцевих вузлів; діагностика роботи побудованої мережі; визначення проблем у взаємодії вузлів та їх усунення; дослідження процесів передачі даних у побудованій мережі; формування висновків по роботі; оформлення та захист звіту; підготовка до подальших контрольних заходів.

Звіт із лабораторної роботи оформлюється згідно з вимогами Державного стандарту України ДСТУ 3008-95 ,,Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення", міжнародних стандартів ISO 5966:1982, ГОСТ 19.404 ЕСПД ,,Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению" і повинен містити такі складові: номер роботи; тема роботи; мета роботи; розділ, у якому описано хід виконання роботи відповідно до пунктів завдання; висновки; додаток із лістингами налагоджень усіх комунікаційних пристроїв (за необхідності), рукописні відповіді на контрольні питання. Звіт виконується в електронному вигляді, роздруковується, доповнюється відповідями на контрольні питання і здається на кафедру для перевірки та захисту.

Під час оформлення звіту необхідно дотримуватися таких вимог: звіт оформлюється на аркушах формату А4 з рамками (перша сторінка – з кутовим штампом форми 2, решта сторінок – форми 2а за ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. ,,Основные надписи"). Штампи заповнюються згідно з вимогами. Нумерація сторінок наскрізна в межах роботи. Поля для тексту: ліве – 25 мм, праве – 10 мм, верхнє – 20 мм від краю аркуша, нижнє – 10 мм від верхнього краю штампа. Текст роботи оформлюється шрифтом Times New Roman 14-го розміру, міжрядковий інтервал 1 – 1,5. Абзацний відступ 5 символів. Тексти сценаріїв налагоджень, лістингів конфігураційних файлів та інших

елементів рекомендується оформлювати шрифтом Curier New, 10–12-го розміру, міжрядковий інтервал 1. Рекомендується у текстах сценаріїв та лістингів видаляти інформацію, яка не є значущою для виконання завдання або роботи. Ілюстрації та таблиці повинні розміщуватися безпосередньо після тексту, де вони зустрічаються.

Ілюстрації (креслення, рисунки, схеми тощо) позначаються таким чином: ,,Рисунок № – Назва рисунка" (вирівнювання по центру, без абзацного відступу). Позначення ілюстрації виконується під ілюстрацією. Якщо кількість ілюстрацій значна і вони однотипні та невеликі за розміром, то їх рекомендується групувати в одну ілюстрацію, позначати літерами *а*), *б*) ... і підписувати їх як одну ілюстрацію.

Таблиці позначаються таким чином: ,,Таблиця № – Назва таблиці" (вирівнювання по лівому краю, без абзацного відступу). Їх нумерація здійснюється окремо і наскрізно у межах роботи. Позначення таблиці виконується над таблицею. Текст таблиць рекомендується оформлювати шрифтом New Roman 12-го розміру, міжрядковий інтервал 1. Якщо таблиця займає понад одну сторінку, то на другій і наступних сторінках ставиться позначення ,,Продовження табл. №". Головка таблиці повторюється в усіх її частинах.

У тексті звіту можна використовувати переліки (списки в термінології текстових редакторів). Перед перерахуванням ставиться двокрапка. Перед кожною позицією переліку можна ставити тире, малу літеру українського алвафіту з дужкою, арабські цифри з дужкою. Елементи переліку пишуться з маленької літери, наприкінці ставиться крапка з комою, для останнього елемента – крапка.

Для оформлення додатка до роботи, який містить лістинги налагоджень комунікаційних пристроїв, допускається подання інформації у колонки. Слід звернути увагу на те, що лістинги налагоджень окремих пристроїв повинні бути підписані і відокремлені один від одного. Відповіді на контрольні питання оформлюються акуратно, чітким почерком, літерами достатнього для нормального сприйняття розміру. Їх оформлення слід починати з нового аркуша.

Важливо, щоб контрольні питання, які наводяться після кожної лабораторної роботи, були ретельно відпрацьованими студентом

самостійно з метою підготовки до контрольних заходів, таких як тестування та вирішення практичних завдань.

Лабораторна робота 1
ФІЗИЧНА ТА ЛОГІЧНА АДРЕСАЦІЯ ВУЗЛІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Мета заняття: ознайомитися із загальними принципами адресації вузлів комп'ютерних мереж; ознайомитися із структурою, видами та застосуванням MAC-адрес; ознайомитися із структурою, видами та застосуванням IP-адрес версій 4; отримати практичні навички аналізу та визначення параметрів MAC-адрес; отримати практичні навички аналізу, визначення та розрахунку параметрів IP-адрес версії 4 із застосуванням класового підходу.

Теоретичні відомості

Загальні принципи адресації у сучасних комп'ютерних мережах

Важливими питаннями функціонування сучасних комп'ютерних та телекомунікаційних мереж є питання, пов'язані з адресацією кінцевих вузлів та комунікаційних пристроїв, зокрема питання:

– забезпечення унікальності адрес у межах мережі;

– узгодження застосування адрес різних типів;

– конфігурування адрес мережних адаптерів/інтерфейсів та адрес мережних додатків.

Для ідентифікації мережних адаптерів/інтерфейсів у сучасних мережах застосовується три типи адрес:

– фізичні, локальні, апаратні адреси (Physical, Local, Hardware Addresses);

– логічні, мережні адреси (Logical, Network Addresses);

– символьні, текстові адреси (Symbolic, Text Addresses).

Фізичні або апаратні адреси – це адреси, які призначаються мережним адаптерам/інтерфейсам на етапі виробництва. Формально вважається, що ці адреси змінити не можливо. Прикладами апаратних адрес можуть бути MAC-адреси технологій Ethernet, Wi-Fi, BlueTooth тощо; IMEI-ідентифікатори мобільних пристроїв.

Логічні або мережні адреси – це змінні адреси, які призначаються мережним адаптерам/інтерфейсам адміністраторами систем з дотриманням певних логічних правил. Прикладами мережних адрес є IP-адреси версій 4 та 6 стеку TCP/IP, номери мобільних телефонів тощо.

Для забезпечення інформаційного обміну у сучасній мережі використовуються фізичні і логічні адреси. Проте з точки зору користувача звернення до ресурсів із використанням фізичних або логічних адрес є складним процесом, оскільки потребує запам'ятовування великої кількості цифрових комбінацій, а людині простіше запам'ятовувати текст. Тому для полегшення роботи користувачів було введено ще один тип адрес – текстові адреси. Прикладами текстових адрес є доменні імена вузлів мережі Internet, Windows-імена комп'ютерів тощо.

Важливою проблемою адресації сучасних мереж є узгодження використання адрес різних типів, зокрема:

– встановлення і дотримання відповідностей між логічними і фізичними адресами;

– встановлення і дотримання відповідностей між текстовими і логічними адресами.

Схему встановлення відповідностей між текстовими, логічними та фізичними адресами на прикладі доменних імен глобальної мережі Інтернет, IP-адрес версії 4 та MAC-адрес технології Ethernet наведено на рис. 1. У даному випадку встановлення відповідностей між IP-адресами і MAC-адресами забезпечує протокол ARP, а встановлення відповідностей між доменними іменами і IP-адресами – система DNS.

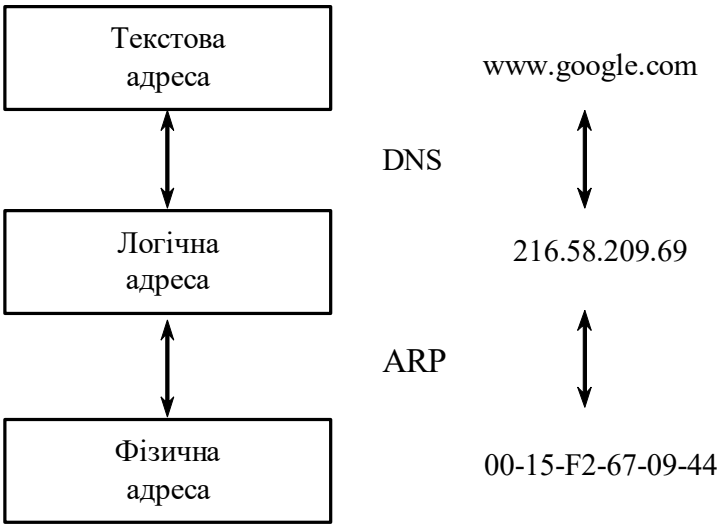


Рис. 1. Схема встановлення відповідностей між адресами різних типів

MAC-адреси та їх застосування у сучасних мережах

MAC-адреса (MAC-Address, Media Access Control Address) – унікальний числовий ідентифікатор, який призначається виробником мережному адаптеру/інтерфейсу і застосовується у процесі передачі даних у межах окремого канального сегмента мережі. Досить часто як синонім терміна „MAC-адреса" застосовують термін „прошита адреса" (BIA, Burned-In Address). Стосовно моделі OSI MAC-адреса – це адреса канального рівня, тому іноді її називають канальною адресою. Стосовно стеку TCP/IP MAC-адреса – це адреса рівня мережних інтерфейсів.

Керування загальним адресним простором MAC-адрес здійснює Інститут інженерів електриків та електронників (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers). Увесь адресний простір розбивається на три підпростори, які позначаються як MAC-48, EUI-48, EUI-64. Відмітності між MAC-48 і EUI-48 є номінальними: MAC-48 застосовується для ідентифікації мережних адаптерів/інтерфейсів, EUI-48 – для ідентифікації інших пристроїв та програм. EUI-64 є розширенням EUI-48. Позначення MAC-48 вважається застарілим і у практиці рекомендується застосовувати термін EUI-48.

MAC-адреса має довжину 48 бітів (6 байтів). Як правило, відображення MAC-адреси здійснюється у шістнадцятковій формі числення. Існують три загальноприйняті формати запису MAC-адрес, які відрізняються групуванням байтів та роздільними знаками.

– формат запису IEEE EUI-48;

– формат запису Unix Zero-Padded;

– формат запису Cisco.

Формат EUI-48, як правило, застосовується для відображення MAC-адрес в ОС Windows. Приклад адреси – 0C-8B-FD-93-63-EB. Формат Unix Zero-Padded застосовується в більшості ОС Unix, Linux, OS X, Android. Багато виробників застосовуються цей формат ОС своїх комунікаційних пристроїкомутаторів, маршрутизаторів, точок міжмережних екранів тощо багатьох виробників. Приклад запису – 0c:8b:fd:93:63:eb. Формат запису Cisco застосовується в ОС фірми Cisco, зокрема в Cisco IOS, Cisco IOS XE, Cisco IOS XR. Cisco NX-OS. Приклад запису – 0c8b.fd93.63eb. У деяких випадках запис MAC-адреси здійснюється без роздільників, як проста послідовність із шести байтів – 0C8BFD9363EBh або 0c8bfd9363eb.

Залежно від застосування MAC-адреса може бути ідентифікована як:

– унікальна MAC-адреса (Unicast MAC-Address);

– групова MAC-адреса (Multicast MAC-Address);

– широкомовна MAC-адреса (Broadcast MAC-Address).

У повідомленні (кадрі) унікальні MAC-адреси можуть зазначатися і як адреси відправника (Source MAC-Address), і як адреси отримувача (Destination MAC-Address). Групові і широкомовні MAC-адреси – лише як адреси отримувача. MAC-адреса отримувача визначає, яким є кадр: унікальним, груповим чи широкомовним.

Структурно MAC-адреса містить два однакових за довжиною 24-бітних блоки (рис. 2):

– унікальний ідентифікатор виробника (OUI, Organizationally Unique Identifier);

– унікальна адреса адаптера/інтерфейсу (OUA, Organizationally Unique Address).

У старшому байті ідентифікатора виробника виділяється два біти, за допомогою яких визначається, якою є MAC-адреса: унікаль-

ною, груповою чи широкомовною. Це біти I/G (Individual/Group Bit) та G/L (Global/Local Bit). Біт G/L іноді позначають як U/L (Universal/Local Bit). Біт I/G – це ознака унікальної чи групової/широкомовної адреси, біт G/L – ознака глобальної чи локальної адреси.

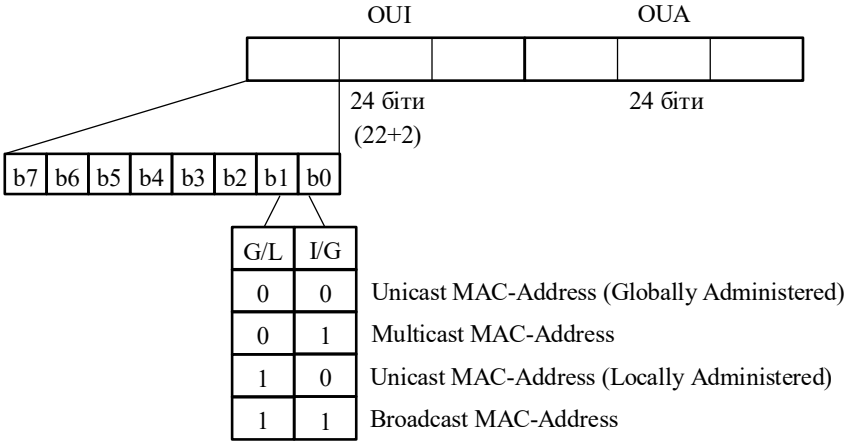


Рис. 2. Структура MAC-адреси

Адресний простір EUI-48 контролюється IEEE таким чином, щоб забезпечити дотримання унікальності MAC-адрес. В одному канальному сегменті MAC-адреси повинні бути унікальними, оскільки використання однакових MAC-адрес призведе до неможливості здійснення інформаційного обміну.

Розподіл адресного простору MAC-48 здійснюється за простими правилами. Будь-який виробник мережних адаптерів/інтерфейсів подає заявку на отримання одного або діапазону унікальних OUI. Після отримання OUI на виробника покладається функція контролю унікальності OUA. Такий підхід теоретично повинен забезпечити унікальність усіх MAC-адрес.

Детальну інформацію про зареєстровані за виробниками OUI можна отримати на Web-сайті IEEE за адресою http://standards-oui.ieee.org/oui.txt чи http://standards-oui.ieee.org/cid/cid.txt. Актуальну інформацію щодо OUI також публікують у межах багатьох проектів з розробки відкритого програмного забезпечення. Наприклад, у межах проекту аналізатора мережного трафіку Wireshark за адресою

https://gitlab.com/wireshark/wireshark/-/raw/master/manuf. Окрім того актуальну інформацію щодо OUI можна отримати на на Web-сайтах спеціалізованих пошукових систем, зокрема

http://hwaddress.com,
http://www.macvendorlookup.com,
https://2ip.ua/ua/services/information-service/mac-find,
https://www.whatsmyip.org/mac-address-lookup/,
https://www.ipchecktool.com/tool/macfinder,
https://www.wireshark.org/tools/oui-lookup.html.

Слід зазначити, що деякі OUI застосовуються для спеціальних цілей, зокрема для формування MAC-адрес отримувачів під час передавання повідомлень певних мережних протоколів. Це можуть бути як OUI виробників (наприклад, Cisco Systems), так і зарезервовані IEEE OUI (наприклад, IP-Multicast). Детальну інформацію про спеціалізовані OUI можна отримати на Web-сайті IEEE за адресою http://standards-oui.ieee.org/oui.txt.

Перелік найбільш уживаних спеціалізованих MAC-адрес наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Перелік найбільш уживаних спеціалізованих MAC-адрес

MAC-адреса	Протокол
01000CCCCCCC	CDP (Cisco Discovery Protocol), VTP (VLAN Trunking Protocol), UDLD (Unidirectional Link Detection), DTP (Dynamic Trunking Protocol), PAgP (Port Aggregation Protocol)
01000CCCCCCD	VSTP (VLAN Spanning Tree Protocol)
0180C2000000	STP (Spanning Tree Protocol), RSTP (Rapid STP), MSTP (Multiple STP)
0180C2000001	Pause (Flow Control, MAC-Control)
0180C2000002	LACP (Link Aggregation Control Protocol) – EtherType 8809 Subtype 01, LAMP (EtherType 8809 Subtype 02), Link OAM (EtherType 88-09 Subtype 03)
0180C2000003	Port Authentication 802.1x
0180C2000007	E-LMI (Ethernet Local Management Interface)
0180C2000008	Provider MSTP
0180C200000D	Provider MMRP

0180C2000000, 0180C2000003, 0180C200000E	LLDP (Link Layer Discovery Protocol)
0180C2000020–0180C200002F	GARP (Generic Attribute Registration Protocol), GMRP (GARP Multicast Registration Protocol), GVRP(GARP VLAN Registration Protocol)
0180C2000020	MMRP (Multiple MAC Registration Protocol)
0180C2000021	MVRP (Multiple VLAN Registration Protocol)
01005E000000–01005E7FFFFF	IPv4-Multicast (Групова розсилка протоколу IP версії 4)
3333xxxxxxxx	IPv6-Multicast (Групова розсилка протоколу IP версії 6)
011B19000000, 0180C200000E	PTP (Precision Time Protocol) version 2 over Ethernet (Layer-2)
FFFFFFFFFFFF	Широкомовна MAC-адреса

Приклад 1. Визначити, якою (унікальною, груповою, широкомовною) та у яких випадках (адреса відправника, адреса отримувача) може застосовуватися задана MAC-адреса 0C-8B-FD-93-63-EB. За можливості визначити виробника мережного адаптера/інтерфейсу чи мережний протокол, який застосовує дану адресу.

Розв'язання. Для розв'язання даного прикладу необхідно старший байт 0C заданої MAC-адреси записати у двійковій системі числення:

00001100

Молодші два біти цього байта дають змогу визначити, якою є MAC-адреса. Оскільки молодший біт G/L = 0 та наступний за ним біт I/G = 0, можна зробити висновок, що задана MAC-адреса є унікальною глобальною адресою, тобто може бути призначеною мережному адаптеру/інтерфейсу. Оскільки проаналізована адреса є унікальною, то вона може застосовуватися і як адреса відправника, і як адреса отримувача кадру.

Унікальний ідентифікатор виробника OUI заданої MAC-адреси має значення:

0C-8B-FD

Для визначення виробника, якому виділений даний OUI, скористаємося пошуковою системою http://www.macvendorlookup.com. Результати пошуку наведені на рис. 3.

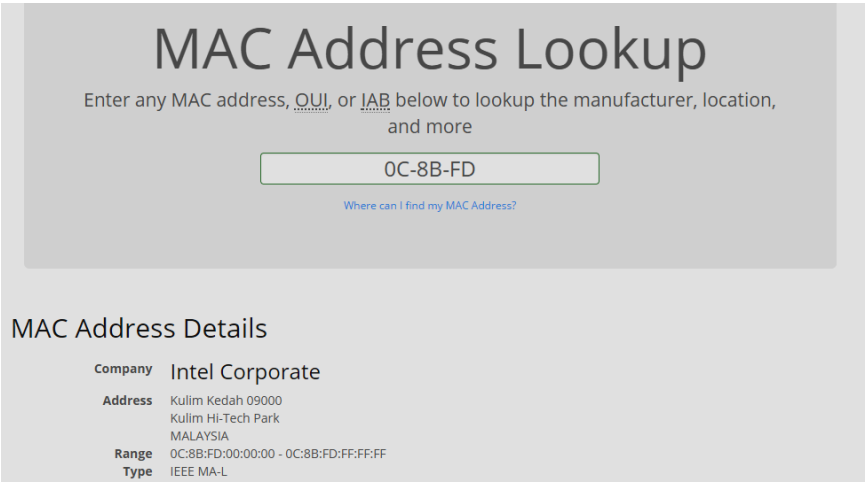


Рис. 3. Результат пошуку OUI виробника

Ідентифікатор виробника 0C-8B-FD виділено для Intel Corporate. Діапазон можливих адрес мережних адаптерів/інтерфейсів для цього OUI;

0C-8B-FD-00-00-00 – 0C-8B-FD-FF-FF-FF.

IP-адреси та їх застосування у сучасних мережах

IP-адреса (IP-Address, Internet Protocol Address) – унікальний числовий ідентифікатор, який призначається мережному адаптеру/інтерфейсу і застосовується у процесі передачі даних у межах як окремої локальної мережі, так і між різними підмережами глобальних мереж. Стосовно моделі OSI IP-адреса – це адреса мережного рівня, стосовно стеку TCP/IP – адреса рівня міжмережної взаємодії. Система IP-адресації є однією з базових складових сучасної мережі Інтернет.

Загальне керування адресним простором IP-адрес здійснює Адміністрація адресного простору Інтернет (IANA, Internet Assigned Numbers Authority), яка є підрозділом неприбуткової Інтернет-

корпорації з призначення імен та адрес (ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). IANA підпорядковуються регіональні Інтернет-реєстратори (RIR, Regional Internet Registries), яким, у свою чергу, підпорядковуються локальні Інтернет-реєстратори (LIR, Local Internet Registries) – провайдери послуг Інтернет. Регіональні Інтернет-реєстратори розподіляють IP-адреси як між кінцевими користувачами, так і між локальними Інтернет-провайдерами. Слід зазначити, що на IANA/ICANN також покладається керування основними зонами системи DNS – системи встановлення відповідностей між IP-адресами та доменними іменами вузлів мережі Інтернет.

Перелік регіональних Інтернет-реєстраторів та території їх відповідальності наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Перелік регіональних Інтернет-реєстраторів та території їх відповідальності

№ з/п	Регіональний Інтернет-реєстратор	Регіон
1	RIPE NCC, Réseaux IP Européens Network Coordination Centre	Європа, Близький Схід та Центральна Азія
2	ARIN, American Registry for Internet Numbers	Північна Америка
3	LACNIC, Latin American and Caribbe-an Internet Addresses Registry	Південна Америка та басейн Карибського моря
4	APNIC, Asia-Pacific Network Information Centre	Азійсько-Тихоокеанський регіон
5	AfriNIC, African Network Information Centre	Африка

Існують дві версії IP-адресації – версії 4 та 6. Основним стандартом, у якому описуються вимоги до IP-адрес версії 4, є прийнятий у вересні 1981 року стандарт RFC-791 „Internet Protocol. DARPA Internet Program Protocol Specification". Основним стандартом, у якому описуються вимоги до IP-адрес версії 6, є прийнятий у грудні 1998 року стандарт RFC-2460 „Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification". Пізніше ці стандарти були доповнені іншими стандартами RFC, що тією чи іншою мірою стосуються питань IP-адресації. Тексти стандартів RFC, зокрема і зазначених вище стандартів, можна отримати на Web-сайті стандартизуючої організації – Підрозділу інженерних розробок Інтернет (IETF, Internet Engineering Task Force) за адресою https://www.ietf.org/tools/.

IP-адреса версії 4 має довжину 32 біти (4 байти). Як правило, запис IP-адреси версії 4 здійснюється побайтово у десятковій формі числення, і як роздільник байтів застосовується крапка. Такий запис називають десятково-крапковим форматом запису (DDN, Dotted-Decimal Notation). Іноді цей запис за кількістю байтів називають Quad-Dotted Notation. У деяких специфічних випадках запис IP-адреси версії 4 здійснюється у шістнадцятковій формі без роздільників.

Діапазон можливих IP-адрес версії 4 має вигляд:

0.0.0.0 – 255.255.255.255

У цьому діапазоні наявно 4294967296 (2^{32}) IP-адрес. Фактично, за рахунок певних правил та виняткiв, застосовується менша кількість адрес. Насправді доступних IP-адрес ще менше, оскільки частина з адрес мають спеціальне призначення.

Залежно від застосування IP-адреса версії 4 може бути ідентифікована як:

– унікальна IP-адреса (Unicast IP-Address);

– групова IP-адреса (Multicast IP-Address);

– широкомовна IP-адреса (Broadcast IP-Address), спрямована широкомовна IP-адреса (Directed Broadcast IP-Address).

У повідомленні (IP-пакеті) унікальні IP-адреси можуть зазначатися і як адреси відправника (Source IP-Address), і як адреси отримувача (Destination IP-Address). Групові і широкомовні IP-адреси можуть зазначатися лише як адреси отримувача. IP-адреса отримувача визначає, яким є IP-пакет: унікальним, груповим чи широкомовним.

Структурно IP-адреса версії 4 складається з двох частин – одна частина (ліворуч) містить IP-адресу (номер, ідентифікатор) мережі, до якої належить вузол, інша (праворуч) – IP-адресу (номер, ідентифікатор) вузла в цій мережі.

Поділ IP-адреси версії 4 на частини здійснюється з використанням двох підходів:

– класовий, класова IP-адресація (Classful IP-Addressing);

– безкласовий, безкласова IP-адресація (Classless IP-Addressing).

Класова IP-адресація (класовий підхід) була розроблена як основна система адресації на початковому етапі розвитку мережі Internet.

Інтенсивний розвиток мережі поставив перед фахівцями основну проблему класового підходу до IP-адресації – неефективне використання адресного простору, наслідком якого став дефіцит IP-адрес. Організації, що підключалися до мережі, у багатьох випадках отримували IP-адреси мереж, адресні діапазони яких використовувалися у межах 10 – 20%. Саме потреба економного використання адресного простору і призвела до необхідності розробки безкласового підходу до IP-адресації. Основне завдання, яке необхідно було вирішити фахівцям у ході розробки нової системи адресації – це збереження сумісності з класовою IP-адресацією. Тому базові принципи, що були покладені в основу класової адресації, збереглися і в безкласовій IP-адресації.

Безкласова адресація розв'язала проблему дефіциту IP-адрес на період, менший, ніж десять років. Подальше стрімке зростання мережі Інтернет зумовило потребу значного розширення адресного простору. Фахівцями було запропоновано йти двома шляхами. Перший із них – розробка механізмів та засобів розширення адресного простору існуючої системи IP-адресації версії 4, другий – перехід до нової системи IP-адресації.

Розширення адресного простору існуючої системи IP-адресації версії 4 було здійснено за рахунок упровадження спеціальної технології заміни адрес NAT (Network Address Translation). Дана технологія і нині широко застосовується і розвивається.

Перехід на нову систему IP-адресації, яка отримала назву IP-адресація версії 6, був здійснений у межах розробки нової, більш продуктивної та ефективної версії протоколу IP – версії 6. Довжину IP-адреси версії 6 було збільшено до 128 бітів, що надало можливість позбутися проблеми дефіциту IP-адрес на тривалий період.

Класова IP-адресація

У класовому підході діапазон можливих IP-адрес поділяється на п'ять класів. У кожному з класів формуються діапазони IP-адрес мереж за правилами, які визначають структуру адреси та структуру старшого її байта (табл. 3).

Таблиця 3

Правила формування класів IP-адрес

Клас	Правило I (структура IP-адреси)	Правило II (структура старшого байта)				
		Значення двійкове			Значення десяткове	
		Загальний вигляд	Мінімальне	Максимальне	Мінімальне	Максимальне
A	N.H.H.H	0xxxxxxx	00000000	01111111	0	127
B	N.N.H.H	10xxxxxx	10000000	10111111	128	191
C	N.N.N.H	110xxxxx	11000000	11011111	192	223
D	M.M.M.M	1110xxxx	11100000	11101111	224	239
E	R.R.R.R	11110xxx	11110000	11110111	240	247

Примітка: *N*, Network – байт(и) IP-адреси мережі; *H*, Host – байт(и) IP-адреси вузла; *M*, Multicast – байти (групової) IP-адреси; *R*, Reserved – байти зарезервованої (експериментальної) адреси.

Правило I визначає структуру адреси, тобто показує, яка частина IP-адреси є IP-адресою (номером) мережі та яка частина – IP-адресою (номером) вузла. У класі A на IP-адресу мережі виділяється один байт, а на IP-адресу вузла – три байти. У класі B як на IP-адресу мережі, так і на IP-адресу вузла виділяється по два байти. У класі C на IP-адресу мережі виділяється три байти, а на IP-адресу вузла – один байт. IP-адреси класу D застосовуються як групові. IP-адреси класу E зарезервовані для експериментального використання. На практиці застосовуються адреси всіх класів, крім класу E.

Правило II стосується лише старшого байта. За його допомогою формується і відображається структура цього байта у двійковій формі для кожного класу. Правило II дає змогу сформувати різні за розміром діапазони IP-адрес мереж, що належать певним класам.

Інформацію про діапазони IP-адрес мереж відповідних класів та їх кількісні параметри наведено у табл. 4. Слід зазначити, що у ході формування діапазону класу A дві IP-адреси мереж були вилучені. Під час формування класу E було вилучено діапазон

248.0.0.0 – 255.255.255.255. Інформацію про згадані IP-адреси вилучення та їх призначення наведено у табл. 5.

Таблиця 4

Класи IP-адрес

Клас	Мінімальна IP-адреса мережі/діапазону класу	Максимальна IP-адреса мережі/діапазону класу	Кількість IP-мереж класу	Кількість IP-адрес вузлів у мережі класу
A	**1**.0.0.0	**126**.0.0.0	126 (2^7–2)*	16777214 (2^{24}–2)**
B	**128.0**.0.0	**191.255**.0.0	16384 (2^{14})	65534 (2^{16}–2)**
C	**192.0.0**.0	**223.255.255**.0	2097152 (2^{21})	254 (2^8–2)**
D	224.0.0.0***	239.255.255.255***	–	–
E	240.0.0.0***	247.255.255.255***	–	–

Примітка: * – дві IP-адреси мереж класу A (0.0.0.0 та 127.0.0.0) вилучено із звичайного застосування; ** – дві IP-адреси з діапазону окремої мережі (нульова й остання) зарезервовані для спеціальних цілей і не можуть бути призначені вузлам: нульова IP-адреса – це IP-адреса мережі; остання IP-адреса – це широкомовна IP-адреса мережі; *** – для класів D та E поняття мережі та вузла не існує.

Таблиця 5

IP-адреси вилучення та їх призначення

№ з/п	IP-адреса вилучення	Назва	Застосування
1	0.0.0.0	Невизначена IP-адреса (Unknown IP-Address)	Позначення поточного вузла. Адреса відправника повідомлення у випадку, коли вузол не має адресної інформації
2	127.0.0.1 (127.x.x.x)	IP-адреса зворотної петлі (Loopback, Localhost IP-Address)	Тестування роботи стеку TCP/IP, а також організація роботи клієнтської і серверної частин додатка, які функціонують на одному вузлі
3	255.255.255.255	Обмежена широкомовна IP-адреса (Limited Broadcast IP-Address)	Пересилання повідомлення всім вузлам поточної мережі, без пересилання через маршрутизатори

На початковому етапі впровадження класової IP-адресації передбачалося, що всі IP-адреси класів A, B та C будуть застосовуватися для адресації вузлів у глобальній мережі Інтернет, однак із часом деякі IP-адреси мереж були вилучені для спеціального застосування. Серед них слід згадати так звані приватні IP-адреси (Private

IP-Addresses), які були виділені для застосування у локальних мережах, що взагалі не мають підключення до глобальної мережі Інтернет або підключаються за допомогою технології заміни адрес NAT. Інформацію про приватні IP-адреси (відповідно до першого стандарту RFC-1918 ,,Address Allocation for Private Internets") наведено у табл. 6.

Таблиця 6

Приватні IP-адреси

Клас	Діапазон	Кількість IP-мереж
A	**10**.0.0.0 – **10**.255.255.255	1
B	**172.16**.0.0 – **172.31**.255.255	16
C	**192.168.0**.0 – **192.168.255**.255	256

Найбільш актуальну і повну інформацію стосовно IP-адрес вилучень та IP-адрес мереж спеціального призначення наведено в останньому на сьогодні стандарті, що стосується IP-адресації – стандарті RFC-6890 ,,Special-Purpose IP Address Registries".

Класовий підхід до IP-адресації передбачає, що IP-адреси цілком достатньо для однозначної адресації вузла чи мережі. Але подальший перехід до безкласового підходу зумовив уведення нового параметра адресації – спеціальної IP-адреси, відомої як маска мережі/підмережі.

Маска мережі/підмережі (Network/Subnet Mask) – додаткова спеціальним чином сформована IP-адреса, за допомогою якої зазначається, яка частина IP-адреси є IP-адресою мережі, а яка – IP-адресою вузла. У сучасній практиці маски застосовуються як у класовій, так і у безкласовій адресації. Для класової адресації маска мережі фактично є записом правила I.

Виділяють три види масок:

– пряма маска (Subnet Mask);

– інверсна маска (Inverse Mask);

– шаблонна маска (Wildcard Mask).

Пряма маска у першу чергу застосовується для налагодження параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів. Також може використовуватися для налагодження статичної маршрутизації та протоколів динамічної маршрутизації RIP, IGRP. У класовій прямій масці байтам, що співвідносяться з байтами IP-адреси мере-

жі, відповідають значення 255, а байтам, що співвідносяться з байтами IP-адреси вузла, відповідають значення 0.

Інверсна маска застосовується для налагодження параметрів протоколів динамічної маршрутизації OSPF, EIGRP. У класовій інверсній масці байтам, що співвідносяться з байтами IP-адреси мережі, відповідають значення 0, а байтам, що співвідносяться з байтами IP-адреси вузла, відповідають значення 255.

Шаблонні маски застосовуються для формування списків доступу (ACLs, Access Control Lists), за допомогою яких здійснюється фільтрація трафіка між різними IP-мережами. Списки доступу є невід'ємними складовими сучасних програмних та апаратних міжмережних екранів. Слід зазначити, що поняття класового чи безкласового підходів до шаблонних масок не застосовується.

Досить часто поняття ,,шаблонна маска" та ,,інверсна маска" не розрізняють. Такий підхід є некоректним. Відмітності у принципах формування інверсних і шаблонних масок стають зрозумілими саме під час детального аналізу роботи списків доступу.

Поряд з терміном ,,маска" (пряма маска) у практиці набув значного поширення термін ,,префікс мережі" (Network Prefix). Префікс мережі – це число, яке зазначає кількість бітів, що виділені у певній IP-адресі на номер мережі. Функціонально префікс і маска є повними аналогами. Фактично префікс мережі – це інша, коротша форма запису маски мережі. Прямі та інверсні класові маски і класові префікси наведено у табл. 7.

Таблиця 7

Класові маски/префікси

Клас	Класова маска	Інверсна класова маска	Класовий префікс
A	255.0.0.0	0.255.255.255	/8
B	255.255.0.0	0.0.255.255	/16
C	255.255.255.0	0.0.0.255	/24

На основі IP-адреси та маски мережного адаптера/інтерфейсу можна визначити, до якої IP-мережі належить вузол/пристрій, а також детальні параметри IP-адресації цієї мережі.

Приклад 2. Для заданої IP-адреси мережного адаптера/інтерфейсу вузла 172.205.14.1 із застосуванням класового підходу визначити такі параметри IP-адресації: клас IP-адреси; пряму класову ма-

ску мережі; інверсну класову маску мережі; класовий префікс мережі; IP-адресу (номер) мережі; IP-адресу (номер) вузла; мінімальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; максимальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; широкомовну IP-адресу мережі; кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу.

Розв'язання. Як відомо, IP-адреса містить у собі як IP-адресу (номер) мережі, так і IP-адресу (номер) вузла. Кількості байтів, які виділяються на IP-адресу мережі та IP-адресу вузла, визначаються на основі таблиці класів. Задана IP-адреса 172.205.14.1 за даними таблиці класів належить до класу B.

Класовою маскою для мереж класу B є маска:

255.255.0.0

Інверсною класовою маскою для мереж класу B є маска:

0.0.255.255

Класовим префіксом для мереж класу B відповідно є префікс:

/16

Для класу B на номер мережі виділяється два перших байти IP-адреси. Відповідно IP-адреса мережі матиме вигляд:

172.205.0.0

Для класу B на номер вузла виділяється два останніх байти IP-адреси. Відповідно IP-адреса вузла матиме вигляд:

0.0.14.1

IP-адреса мережі і широкомовна IP-адреса (нульова й остання IP-адреси відповідно) не можуть призначатися вузлам. Тому мінімальною IP-адресою для діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів, є IP-адреса, наступна за IP-адресою мережі, а максимальною IP-адресою – IP-адреса, яка передує широкомовній IP-адресі.

У нашому випадку мінімальною IP-адресою вузла є адреса:

172.205.0.1

Максимальною IP-адресою вузла є адреса:

172.205.255.254

Широкомовною IP-адресою мережі є адреса:

172.205.255.255

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу, розраховується за формулою:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-Класовий\ префікс)} - 2$$

або визначається за даними таблиці класів.

У нашому випадку кількість вузлів становить:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-16)} - 2 = 2^{16} - 2 = 65536 - 2 = 65534 \text{ вузли.}$$

Приклад 3. Для мережі, у якій функціонує задана кількість вузлів – 1262, із застосуванням класового підходу: визначити оптимальні (щодо економії адрес) маску і префікс мережі; обрати відповідну IP-адресу мережі; визначити параметри IP-адресації обраної мережі.

Розв'язання. Під час розв'язання даного виду задач слід пам'ятати, що, окрім IP-адрес, що призначаються вузлам, у мережі наявні і розраховуються IP-адреса мережі та широкомовна IP-адреса. Тому до заданої кількості IP-адрес вузлів необхідно додати ще дві адреси. Оскільки адресація починається з нуля, то одну IP-адресу необхідно відняти. Тому загальна кількість IP-адрес мережі (включаючи IP-адресу мережі та широкомовну адресу) X формується як:

$$X = K_{вузлів} + 2 - 1.$$

Для умов задачі X дорівнює:

$$X = 1262 + 2 - 1 = 1263.$$

За даними таблиці класів одночасне використання такої кількості IP-адрес в одній мережі можливе у випадках, коли мережа належить або до класу A (максимальна кількість IP-адрес вузлів – 16777214), або до класу B (максимальна кількість IP-адрес вузлів – 65534). Задля економії адрес доцільно обрати мережу класу B.

Отже, оптимальною маскою для мережі з кількістю вузлів 1262 буде класова маска 255.255.0.0. Даній масці відповідає класовий префікс /16.

Як IP-адресу мережі обираємо довільну IP-адресу класу B, наприклад адресу – 180.1.0.0.

Мінімальною IP-адресою вузла цієї мережі є адреса:

180.1.0.1

Максимальною IP-адресою вузла цієї мережі є адреса:

180.1.255.254

Широкомовною IP-адресою мережі є адреса:

180.1.255.255

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу, становить:

$K_{вузлів} = 2^{(32-16)} - 2 = 2^{16} - 2 = 65536 - 2 = 65534$ вузли.

З них 1262 IP-адреси використовуються, а 64272 IP-адреси – не використовуються.

Завдання на лабораторну роботу

1. Визначити, якими (унікальними, груповими, широкомовними) є задані три MAC-адреси (табл. 8). Також визначити, у яких випадках (як адреси відправників чи як адреси отримувачів) можуть застосовуватися ці MAC-адреси. За можливості для кожної із MAC-адрес визначити виробника мережного адаптера/інтерфейсу чи мережний протокол, який застосовує дану адресу.

Таблиця 8

Параметри для розрахунку п. 1

№ варіанта	MAC-адреса 1	MAC-адреса 2	MAC-адреса 3
1	000C418545AA	01000CCCCCCD	FFFFFFFFFFFF
2	4485001278D2	FFFFFFFFFFFF	0180C2000001
3	FFFFFFFFFFFF	4C80937895AA	0180C2000003
4	0180C2000008	000C87D2347A	FFFFFFFFFFFF
5	00E0FC91A23F	FFFFFFFFFFFF	0180C2000000
6	FFFFFFFFFFFF	0180C200000E	28315200128D
7	0005851D54FF	0180C200002F	FFFFFFFFFFFF
8	0180C2000021	FFFFFFFFFFFF	F4A73939468A
9	FFFFFFFFFFFF	1CFA6886ABE1	01005E000002
10	0180C200000E	0080C881C2C1	FFFFFFFFFFFF
11	C8F4061145D1	FFFFFFFFFFFF	333300000005
12	FFFFFFFFFFFF	C40415DA13E1	01005E000002
13	080088A080A8	01005E000002	FFFFFFFFFFFF
14	333300000066	FFFFFFFFFFFF	CC5D4E0101FF
15	FFFFFFFFFFFF	001460105AD	01005E000005
16	000C41A145E2	01000CCCCCCC	FFFFFFFFFFFF
17	0180C2000000	FFFFFFFFFFFF	3413E8114585
18	FFFFFFFFFFFF	14ABC5B1D1A1	0180C2000002
19	000C87DD11A1	0180C2000007	FFFFFFFFFFFF
20	0180C200000D	FFFFFFFFFFFF	001E10FFD311
21	FFFFFFFFFFFF	18D11F0125DF	0180C2000003
22	00058512DDA1	0180C2000020	FFFFFFFFFFFF
23	0180C2000020	FFFFFFFFFFFF	88A2E5FF23A1
24	FFFFFFFFFFFF	000AEB74CB11	01005E000001
25	00A0C078D113	011B19000000	FFFFFFFFFFFF
26	333300000001	FFFFFFFFFFFF	00040DD0041A
27	FFFFFFFFFFFF	2CB05D7EE111	333300000001

Продовження таблиці 8

28	000088000001	01005E000008	FFFFFFFFFFFF
29	333300000016	FFFFFFFFFFFF	F41563F22F22
30	FFFFFFFFFFFF	040A8383040A	01005E000016
31	C40415DA13EE	0180C2000007	FFFFFFFFFFFF
32	000C41A1F5E8	FFFFFFFFFFFF	01005E000002
33	FFFFFFFFFFFF	0180C2000008	0080C88DF2AA

2. Для кожної із заданих трьох IP-адрес мережних адаптерів/інтерфейсів вузлів (табл. 9) із застосуванням класового підходу визначити такі параметри IP-адресації мереж: клас IP-адреси; пряму класову маску мережі; інверсну класову маску мережі; класовий префікс мережі; IP-адресу (номер) мережі; IP-адресу (номер) вузла; мінімальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; максимальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; широкомовну IP-адресу мережі; кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу.

Таблиця 9

Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанта	IP-адреса 1	IP-адреса 2	IP-адреса 3
1	45.12.17.199	206.157.15.1	134.143.14.13
2	136.88.226.25	55.17.18.19	207.80.218.33
3	208.74.183.175	138.68.177.181	65.65.55.66
4	75.164.52.13	209.86.224.27	140.76.185.173
5	142.98.241.2	85.73.182.176	210.12.201.102
6	211.71.208.43	144.73.210.41	95.69.178.180
7	105.84.222.29	212.78.216.35	146.1.0.189
8	150.96.237.6	115.75.212.39	213.67.176.182
9	214.90.55.7	160.255.1.1	125.25.52.12
10	5.97.239.4	215.76.214.37	170.72.181.177
11	180.77.98.174	10.255.255.254	216.70.179.179
12	217.222.25.187	190.255.255.15	15.71.180.178
13	20.66.202.49	218.0.255.254	185.85.15.155
14	175.1.1.255	25.94.235.12	219.19.21.254
15	220.92.231.10	165.93.233.8	30.130.13.31
16	10.174.1.55	130.12.5.134	192.255.1.1

17	135.1.255.147	20.255.255.1	195.145.13.240
18	193.85.197.7	140.0.0.51	30.255.255.1

Продовження таблиці 9

19	40.7.7.143	194.255.1.254	145.1.25.14
20	150.136.18.177	50.1.1.254	195.0.0.1
21	196.88.99.11	155.0.5.7	60.60.20.215
22	70.85.19.1	197.1.0.143	160.169.240.232
23	170.2.15.218	80.10.0.155	198.162.0.1
24	199.66.75.201	175.19.0.7	90.255.255.1
25	100.99.18.55	200.82.220.31	180.255.1.254
26	185.69.206.45	110.255.255.0	201.54.254.4
27	202.76.17.11	190.0.0.252	120.25.4.254
28	15.10.11.33	203.75.184.174	128.1.1.255
29	130.65.200.51	25.0.255.254	204.254.0.254
30	205.55.87.94	130.67.204.47	35.10.19.147
31	12.47.243.200	168.15.86.79	199.185.145.12
32	176.172.92.15	205.61.17.48	8.188.8.9
33	220.38.0.10	56.17.198.200	155.55.15.51

3. Для мереж А та В, у яких функціонує задана кількість вузлів (табл. 10), із застосуванням класового підходу: визначити оптимальні (щодо економії адрес) маску і префікс мережі; обрати відповідну IP-адресу мережі; визначити параметри IP-адресації обраної мережі. Розрахувати відсоток використання адресного простору для кожної із мереж.

Таблиця 10

Параметри для розрахунку п. 3

№ варіанта	Кількість вузлів мережі А	Кількість вузлів мережі В	№ варіанта	Кількість вузлів мережі А	Кількість вузлів мережі В
1	35	511	18	16542	140
2	19	1023	19	7	1978
3	78	2047	20	12	9657
4	48	4095	21	143	1205
5	1999	63	22	1512	45
6	20365	3	23	872	69
7	299	10	24	652	82
8	220	986	25	7841	188

9	200200	125	26	15	255
10	58794	252	27	143	13018
11	9875	1011	28	126	1400

Продовження таблиці 10

12	174	65535	29	2550	10
13	99	16382	30	738	78
14	130	131071	31	12	3348
15	37	32737	32	2058	120
16	31	987	33	28	140895
17	8191	15	34	14	9854

Контрольні питання

1. Типи адрес, що застосовуються у сучасних мережах.
2. Визначення фізичної адреси. Приклади фізичних адрес.
3. Визначення логічної адреси. Приклади логічних адрес.
4. Визначення текстової адреси. Приклади текстових адрес.
5. MAC-адреса. Види та застосування.
6. Структура MAC-адреси.
7. IP-адреса версії 4. Види та застосування.
8. Структура IP-адреси версії 4.
9. IP-адреси вилучення версії 4.
10. Приватні IP-адреси версії 4.
11. Поняття маски та префікса мережі. Види масок.
12. І правило формування класів IP-адрес.
13. ІІ правило формування класів IP-адрес.
14. Класи IP-адрес.
15. Класові маски та префікси.

Лабораторна робота 2
БЕЗКЛАСОВА IP-АДРЕСАЦІЯ ВУЗЛІВ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Мета заняття: ознайомитися із принципами безкласової адресації вузлів комп'ютерних мереж; отримати практичні навички аналізу, визначення та розрахунку параметрів IP-адрес версії 4 із застосуванням безкласового підходу; дослідити закономірності змін розмірності адресного простору мережі залежно від обраної маски/префіксу.

Теоретичні відомості

Безкласова IP-адресація

Безкласова IP-адресація, також відома як механізм використання масок підмереж змінної довжини (VLSM, Variable-Length Subnet Masking), передбачає, що ідентифікація мережного адаптера/інтерфейсу або мережі здійснюється за допомогою двох параметрів – IP-адреси та мережної маски/префікса мережі. VLSM є складовою механізму безкласової маршрутизації (CIDR, Classless Inter-Domain Routing) – методу IP-адресації та IP-маршрутизації різних за розмірами IP-мереж.

На відміну від класової IP-адресації у безкласовій IP-адресації поділ IP-адреси на частини – IP-адресу (номер) мережі та IP-адресу (номер) вузла – здійснюється не побайтово (рис. 1, *а*), а побітово (рис. 1, *б*). Побітовий поділ надає можливість збільшити кількість варіантів формування IP-адрес мереж та можливість більш економно використовувати загальний адресний простір.

32 біти

N (8, 16, 24 біти)	*H* (24, 16, 8 бітів)

а)

32 біти

N (0, 1, …, 31, 32 біти)	*H* (32, 31, …, 0 бітів)

б)

Рис. 1. Структура IP-адреси версії 4: а) класовий підхід; б) безкласовий підхід

Для аналізу та розрахунку параметрів IP-мережі за умови застосування безкласової IP-адресації користуються залежностями, що описують довжини IP-адреси та префікса у загальному вигляді:

$$\boldsymbol{N + H = 32 \text{ біти},}$$

$$\boldsymbol{P = N,}$$

$$\boldsymbol{0 \le N \le 32 \text{ біти},}$$

$$\boldsymbol{0 \le H \le 32 \text{ біти},}$$

$$\boldsymbol{0 \le P \le 32 \text{ біти},}$$

де N – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів мережі;

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса мережі.

Граничні значення параметрів N, H, P мають спеціальне тлумачення. Зокрема, це стосується значень 0, 31, 32.

Відповідно кількість IP-адрес однієї IP-мережі, що можуть призначатися вузлам, розраховується за формулою:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-P)} - 2\,.$$

Дана формула має сенс для значень префіксів від $P = 0$ до $P = 30$ включно. Граничні значення префікса $P = 31$ та $P = 32$ мають специфіку трактування і у вказаній формулі не застосовуються.

Очевидно, що збільшення значення префікса дає змогу зменшити кількість IP-адрес вузлів мережі, і навпаки, зменшення значення префікса дає змогу збільшити кількість IP-адрес вузлів мережі.

Повний перелік мережних префіксів, прямих та інверсних безкласових масок, а також кількість можливих IP-адрес вузлів для кожного префікса наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Мережні префікси/маски

Пре-фікс	Маска мережі	Інверсна маска мережі	Кількість IP-адрес вузлів в IP-мережі
/0	0.0.0.0	255.255.255.255	4294967294
/1	128.0.0.0	127.255.255.255	2147483646
/2	192.0.0.0	63.255.255.255	1073741822
/3	224.0.0.0	31.255.255.255	536870910
/4	240.0.0.0	15.255.255.255	268435454
/5	248.0.0.0	7.255.255.255	134217726
/6	252.0.0.0	3.255.255.255	67108862
/7	254 0 0.0	1.255.255.255	33554430
/8	255.0.0.0	0.255.255.255	16777214
/9	255.128.0.0	0.127.255.255	8388606
/10	255.192.0.0	0.63.255.255.	4194302
/11	255.224.0.0	0.31.255.255	2097150
/12	255.240.0.0	0.15.255.255	1048574
/13	255.248.0.0	0.7.255.255	524286
/14	255.252.0.0	0.3.255.255	262142
/15	255.254.0.0	0.1.255.255	131070
/16	255.255.0.0	0.0.255.255	65534
/17	255.255.128.0	0.0.127.255	32766
/18	255.255.192.0	0.0.63.255	16382
/19	255.255.224.0	0.0.31.255	8190
/20	255.255.240.0	0.0.15.255	4094
/21	255.255.248.0	0.0.7.255	2046
/22	255.255.252.0	0.0.3.255	1022
/23	255.255.254.0	0.0.1.255	510
/24	255.255.255.0	0.0.0.255	254
/25	255.255.255.128	0.0.0.127	126
/26	255.255.255.192	0.0.0.63	62
/27	255.255.255.224	0.0.0.31	30
/28	255.255.255.240	0.0.0.15	14
/29	255.255.255.248	0.0.0.7	6
/30	255.255.255.252	0.0.0.3	2
/31	255.255.255.254	0.0.0.1	2*
/32	255.255.255.255	0.0.0.0	1*

Примітка: * – для адресації вузлів із такими префіксами зроблено виняток щодо загальних правил адресації.

Приклад 1. Для заданої IP-адреси мережного адаптера/інтерфейсу вузла **175.12.187.92** та префікса **/21** мережі із застосуванням безкласового підходу визначити такі параметри IP-адресації мережі: маску (пряму маску) мережі; інверсну маску мережі; IP-адресу (номер) мережі; IP-адресу (номер) вузла; мінімальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; максимальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; широкомовну IP-адресу мережі; кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу.

Розв'язання. Для розв'язання даної задачі переводимо IP-адресу **175.12.187.92** з десяткової у двійкову систему числення:

10101111.00001100.10111011.01011100

Для визначення маски мережі скористаємося такими твердженнями: довжина маски мережі становить 32 біти; маска мережі у двійковій системі числення подається як дві взаємопродовжувані послідовності: перша послідовність (ліворуч) – неперервна послідовність одиниць та друга послідовність (праворуч) – неперервна послідовність нулів.

Записуємо маску мережі як послідовність одиниць (їх кількість – префікс показує кількість бітів, які використовуються для адресації (номера) мережі) та нулів (решта бітів, які використовуються для адресації (номера) вузла):

11111111.11111111.11111000.00000000

Результат у десятковій системі числення має вигляд:

255.255.248.0

Інверсна маска визначається шляхом виконання логічної операції інверсії (логічне NOT) над кожним із бітів прямої маски.

Результат виконання інверсії над попередньо визначеною прямою маскою у двійковій системі числення має вигляд:

00000000.00000000.00000**111.11111111**

Результат у десятковій системі числення має вигляд:

0.0.7.255

IP-адреса мережі визначається шляхом накладання прямої маски на вихідну IP-адресу, тобто виконання логічної операції кон'юнкції (логічне AND) між відповідними бітами вихідної IP-адреси та прямої маски

10101111.00001100.10111011.01011100

11111111.11111111.11111000.00000000

10101111.00001100.10111000.00000000

Результат виконання кон'юнкції між відповідними бітами вихідної IP-адреси та прямої маски у двійковій системі числення має вигляд:

10101111.00001100.10111000.00000000

Результат у десятковій системі числення має вигляд:

IP-адреса вузла визначається шляхом накладання інверсної маски на вихідну IP-адресу175.12.184.0

тобто виконання логічної операції кон'юнкції (логічне AND) між відповідними бітами вихідної IP-адреси та інверсної маски:

10101111.00001100.10111011.01011100

00000000.00000000.00000**111.11111111**

00000000.00000000.00000**011.01011100**

Результат виконання кон'юнкції між відповідними бітами вихідної IP-адреси та інверсної маски у двійковій системі числення має вигляд:

00000000.00000000.00000**011.01011100**

Результат у десятковій системі числення має вигляд:

0.0.3.92

Як і в разі використання класового підходу, IP-адреса мережі і широкомовна IP-адреса (нульова й остання IP-адреси відповідно) не можуть призначатися вузлам. Тому мінімальною IP-адресою для діапазону, який може використовуватися для адресації вузлів мережі, є IP-адреса, наступна за IP-адресою мережі, а максимальною IP-адресою – IP-адреса, яка передує широкомовній IP-адресі.

У нашому випадку мінімальна IP-адреса для нумерації вузлів у двійковій та десятковій системах числення має вигляд:

10101111.00001100.10111**000.00000001**

175.12.184.1

Максимальна IP-адреса для нумерації вузлів відповідно має вигляд:

10101111.00001100.10111**111.11111110**

175.12.191.254

Широкомовна IP-адреса відповідно має вигляд:

10101111.00001100.10111**111.11111111**

175.12.191.255

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів) розраховується за формулою:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-P)} - 2 .$$

У нашому випадку з умови задачі префікс дорівнює 21, відповідно кількість вузлів (IP-адрес вузлів) дорівнює:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-21)} - 2 = 2^{11} - 2 = 2048 - 2 = 2046 .$$

Приклад 2. Для мережі, у якій функціонує задана кількість вузлів 62 із застосуванням безкласового підходу: визначити оптимальні (щодо економії адрес) маску і префікс мережі; обрати відповідну IP-адресу мережі; визначити параметри IP-адресації обраної мережі.

Розв'язання. Для розв'язання даного виду задач слід скористатися такими залежностями, що описують довжини IP-адреси та префікса у загальному вигляді:

$N + H = 32$ біти,

$P = N$,

де N – кількість бітів, які виділені для адресації мережі (номер мережі);

H – кількість бітів, які виділені для адресації вузлів мережі;

P – кількість бітів, які виділені для формування префікса мережі.

Кожному вузлу мережі відповідає одна IP-адреса. Слід пам'ятати, що, окрім IP-адрес вузлів, у мережі наявні і розраховуються IP-адреса мережі та широкомовна IP-адреса. Тому до заданої кількості IP-адрес вузлів необхідно додати ще дві адреси. Оскільки адресація починається з нуля, то необхідно одну IP-адресу відняти.

Для визначення значення H формується число X вигляду:

$$X = K_{вузлів} + 2 - 1 .$$

Для умов задачі число X дорівнює:

$$X = 62 + 2 - 1 = 63 .$$

Отримане число X переводиться із десяткової у двійкову систему числення: $X_{10} \to X_2$.

Тобто,

$$63_{10} = 111111_2$$

Кількість бітів у даному числі H = 6, і саме вони використовуються для нумерації вузлів.

Префікс мережі визначається як:

$P = 32 - H$.

Для нашого випадку $H = 6$ бітів.

Отже, $P = 32 - 6 = 26$ бітів.

Префікс відповідно має вигляд – /26.

У двійковій системі числення маска мережі записується як послідовність бітів, що зазначають номер мережі (одиниці) та послідовність бітів, що зазначають номер вузла (нулі).

Для нашого випадку маска мережі у двійковій системі числення має вигляд:

11111111.11111111.11111111.11000000

У десятковій формі маска мережі має вигляд:

255.255.255.192

Як IP-адресу мережі обираємо довільну IP-адресу, наприклад адресу 195.10.1.0.

Узагальнена IP-адреса мережі має вигляд:

195.10.1.0
255.255.255.192 або 195.10.1.0/26

Мінімальною IP-адресою вузла цієї мережі є адреса:

195.10.1.1

Максимальною IP-адресою вузла цієї мережі є адреса:

195.10.1.62

Широкомовною IP-адресою мережі є адреса:

195.10.1.63

Кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу, становить:

$$K_{вузлів} = 2^{(32-26)} - 2 = 2^6 - 2 = 64 - 2 = 62 \text{ вузли.}$$

Для даного прикладу всі IP-адреси, що наявні у мережі (окрім IP-адреси мережі та широкомовної IP-адреси), призначаються вузлам мережі.

Завдання на лабораторну роботу

1. Для заданих IP-адрес мережних адаптерів/інтерфейсів та префіксів мереж двох вузлів А-1 та В-1 (табл. 2) із застосуванням безкласового підходу визначити такі параметри IP-адресації мереж: маску (пряму маску) мережі; інверсну маску мережі; IP-адресу (номер) мережі; IP-адресу (номер) вузла; мінімальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; максимальну IP-адресу діапазону, що може використовуватися для адресації вузлів мережі; широкомовну IP-адресу мережі; кількість вузлів (IP-адрес вузлів), які можуть входити в мережу.

Таблиця 2

Параметри для розрахунку п. 1

№ варіанта	IP-адреса мережного адаптера вузла А-1	Префікс мережного адаптера вузла А-1	IP-адреса мережного адаптера вузла В-1	Префікс мережного адаптера вузла В-1
1	192.255.1.1	/25	45.12.17.199	/12
2	195.145.13.240	/13	136.88.226.25	/26
3	30.255.255.1	/27	208.74.183.175	/14
4	145.1.25.14	/15	75.164.52.13	/28
5	195.0.0.1	/29	142.98.241.2	/16
6	60.60.20.215	/17	211.71.208.43	/30
7	160.169.240.232	/25	105.84.222.29	/18
8	198.162.0.1	/19	150.96.237.6	/26
9	90.255.255.1	/27	214.90.55.7	/20
10	180.255.1.254	/21	5.97.239.4	/28
11	201.54.254.4	/29	180.77.98.174	/22
12	120.25.4.254	/23	217.222.25.187	/30
13	128.1.1.255	/25	20.66.202.49	/13
14	204.254.0.254	/14	175.1.1.255	/26
15	35.10.19.147	/27	220.92.231.10	/15
16	206.157.15.1	/16	130.12.5.134	/28
17	55.17.18.19	/29	20.255.255.1	/17
18	138.68.177.181	/18	140.0.0.51	/30
19	209.86.224.27	/26	194.255.1.254	/19
20	85.73.182.176	/20	50.1.1.254	/28
21	144.73.210.41	/30	155.0.5.7	/21
22	212.78.216.35	/22	197.1.0.143	/27

Продовження таблиці 2

23	115.75.212.39	/9	80.10.0.155	/23
24	160.255.1.1	/24	175.19.0.7	/30
25	215.76.214.37	/25	200.82.220.31	/18
26	10.255.255.254	/20	110.255.255.0	/29
27	190.255.255.15	/26	190.0.0.252	/21
28	218.0.255.254	/22	203.75.184.174	/28
29	25.94.235.12	/30	25.0.255.254	/23
30	165.93.233.8	/16	130.67.204.47	/30
31	205.13.160.155	/26	140.185.12.125	/18
32	176.12.18.120	/22	221.180.15.180	/28
33	195.180.14.180	/27	75.180.13.189	/20

2. Для мереж А та В, у яких функціонує задана кількість вузлів (табл. 3), із застосуванням безкласового підходу: визначити оптимальні (щодо економії адрес) маску і префікс мережі; обрати відповідну IP-адресу мережі; визначити параметри IP-адресації обраної мережі; розрахувати відсоток використання адресного простору та відсоток вільних адрес для кожної із мереж.

Таблиця 3

Параметри для розрахунку п. 2

№ варіанта	Кількість вузлів мережі А	Кількість вузлів мережі В	№ варіанта	Кількість вузлів мережі А	Кількість вузлів мережі В
1	15	51100	18	1011	31
2	143	10230	19	65535	7
3	126	20471	20	16382	12
4	255	40956	21	131071	143
5	738	63	22	32737	1512
6	51101	3	23	986	872
7	10230	10	24	125	652
8	20475	986	25	252	7841
9	4095	125	26	3	15
10	63	252	27	10	143
11	1011	1011	28	986	126
12	65535	65	29	125	2550
13	16382	182	30	252	738
14	131071	188	31	120	8792

15	32737	25	32	2750	50
16	125	8191	33	124	78945
17	252	16542	34	758	10

Контрольні питання

1. Поняття безкласової адресації.
2. Що таке CIDR?
3. Відмінності класової та безкласової IP-адресації.
4. Якими залежностями користуються для аналізу та розрахунку параметрів IP-мережі за умови застосування безкласової IP-адресації?
5. За якою формулою розраховується кількість IP-адрес однієї IP-мережі, що можуть призначатися вузлам?
6. Які значення префікса не застосовуються при розрахунку кількості IP-адрес однієї IP-мережі, що можуть призначатися вузлам?
7. Як впливає збільшення/зменшення значення префікса на кількість IP-адрес вузлів мережі?
8. Яка пряма маска відповідає префіксу /6?
9. Яка пряма маска відповідає префіксу /13?
10. Яка пряма маска відповідає префіксу /27?
11. Яка інверсна маска відповідає прямій масці 224.0.0.0?
12. Яка інверсна маска відповідає прямій масці 255.252.0.0?
13. Яка інверсна маска відповідає прямій масці 255.255.128.0?
14. Яка інверсна маска відповідає прямій масці 255.255.255.248?
15. Яка кількість вузлів в мережі з префіксом /4?
16. Яка кількість вузлів в мережі з префіксом /12?
17. Яка кількість вузлів в мережі з префіксом /25?

Лабораторна робота 3
НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АДРЕСАЦІЇ РОБОЧИХ СТАНЦІЙ ОС WINDOWS

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 Windows; отримати практичні навички побудови локальної мережі на базі комутатора Ethernet та навички налагодження, керування, моніторингу та діагностування роботи мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій ОС Windows; дослідити процеси функціонування мережних адаптерів/інтерфейсів робочих станцій та процеси передачі даних у побудованій мережі.

Теоретичні відомості

Загальні відомості про адресацію в IP-мережах

Для здійснення інформаційного обміну між вузлами будь-якої IP-мережі достатньо застосовувати фізичні (апаратні) та логічні (мережні) адреси. Для зручності роботи користувача також уведені мережні текстові адреси. Для найбільш поширених нині мережних технологій Ethernet, Wi-Fi, BlueTooth як фізичні адреси мережних адаптерів/інтерфейсів застосовуються MAC-адреси, а як логічні адреси – IP-адреси версій 4 та 6. Прикладами тестових адрес можуть бути текстові імена Windows-вузлів та доменні імена вузлів мережі Internet.

MAC-адреса мережного адаптера/інтерфейсу Ethernet (чи Wi-Fi) призначається виробником на етапі виробництва і постійно зберігається у відповідній мікросхемі пам’яті адаптера/інтерфейсу. Змінити цю адресу можна двома способами: якщо існує можливість перезапису, то із застосуванням спеціального програмного забезпечення, як правило, розробленого виробником; якщо ж такої можливості немає, то за рахунок налагодження параметрів функціонування мережного адаптера/інтерфейсу засобами ОС. Зміна MAC-адреси адаптера/інтерфейсу типово здійснюється адміністратором у ручному режимі. Якщо зміна MAC-адреси здійснювалася засобами ОС, то для ОС Windows зміни зберігаються у реєстрі системи, а для ОС Linux – у відповідних конфігураційних файлах.

Налагодження логічної адреси мережного адаптера/інтерфейсу вузла IP-мережі – це налагодження певного набору параметрів IP-адресації. До цього набору параметрів належать:

– IP-адреса мережного адаптера/інтерфейсу (Network Adapter/ Interface IP-Address);

– маска/префікс мережі/підмережі (Network/Subnet Mask/Prefix);

– IP-адреса основного шлюзу/шлюзу за замовчуванням (Default Gateway IP-Address);

– IP-адреса DNS-сервера (DNS-Server IP-Address);

– IP-адреса WINS-сервера (WINS-Server IP-Address).

Для функціонування вузла у локальній мережі, яка не має підключення до іншої мережі, достатньо зазначати лише перші два параметри. Коли ж виникає потреба забезпечити міжмережний обмін між локальними мережами або підключення до глобальної мережі, необхідно встановлювати IP-адресу шлюзу за замовчуванням. У більшості сучасних мереж безпосередньо функцію шлюзу за замовчуванням виконує маршрутизатор. Існує можливість встановлення двох і більше IP-адрес шлюзів за замовчуванням.

Для забезпечення доступу поточного вузла до ресурсів внутрішніх і зовнішніх серверів із використанням символьних доменних імен вузлів необхідно встановити IP-адресу DNS-сервера. У більшості ОС передбачено можливість використання двох IP-адрес DNS-серверів, перший із яких є основним DNS-сервером (Primary, Preferred DNS-Server), а другий – альтернативним/резервним DNS-сервером (Secondary, Alternate DNS-Server). За необхідності може бути налагоджено і більшу кількість IP-адрес альтернативних DNS-серверів. IP-адреса WINS-сервера необхідна ОС Windows для зіставлення NetBIOS-імен комп'ютерів із IP-адресами. Нині служба WINS використовується досить рідко.

Більшість провайдерів послуг підключення до мережі Інтернет забезпечують функціонування окремих власних DNS-серверів (або груп DNS-серверів). Як правило, DNS-сервер провайдера обслуговує його базову мережу та підключені мережі і пристрої клієнтів.

Існує велика кількість організацій, які підтримують функціонування загальнодоступних, публічних DNS-серверів. Перелік найпо-

пулярніших із них наведено у табл. 1. Повний перелік публічних DNS-серверів можна отримати на сайті http://public-dns.info/.

Таблиця 1

Основні публічні DNS-сервери

№ з/п	Провайдер	IP-адреса основного (первинного) DNS-сервера	IP-адреса альтернативного (вторинного) DNS-сервера
1	Level3 Communications	209.244.0.3	209.244.0.4
2	Verisign	4.2.2.1	4.2.2.2
3	Google	8.8.8.8	8.8.4.4
4	DNS.WATCH	84.200.69.80	84.200.70.40
5	Comodo Secure DNS	8.26.56.26	8.20.247.20
6	OpenDNS Home	208.67.222.222	208.67.220.220
7	DNS Advantage	156.154.70.1	156.154.71.1
8	Norton ConnectSafe	198.153.192.40	198.153.194.40
9	SafeDNS	195.46.39.39	195.46.39.40
10	OpenNIC	74.207.247.4	64.0.55.201
11	Securly	184.169.143.224	184.169.161.155
12	SmartViper	208.76.50.50	208.76.51.51
13	Dyn	216.146.35.35	216.146.36.36
14	FreeDNS	45.33.97.5	37.235.1.177
15	Public-Root	199.5.157.131	208.71.35.137
16	Alternate DNS	198.101.242.72	23.253.163.53
17	UncensoredDNS	91.239.100.100	89.233.43.71
18	censurfridns.dk	89.233.43.71	89.104.194.142
19	ScrubIt	67.138.54.100	207.225.209.66
20	Quad9	9.9.9.9	149.112.112.112
21	Neustar	64.6.64.6	64.6.65.6
22	Claudflare DNS	1.1.1.1	1.0.0.1
23	CleanBrowsing	185.228.168.9	185.228.169.9
24	Alternate DNS	76.76.19.19	76.223.122.150
25	AdGuard DNS	94.140.14.14	94.140.15.15
26	Fourth Estate	45.77.165.194	45.32.36.36
27	CenturyLink (Level3)	205.171.3.66	205.171.202.166

Для налагодження параметрів IP-адресації вузла рекомендується встановлювати IP-адреси найближчих DNS-серверів. Як правило, їх перелік надає провайдер. Часто IP-адреса шлюзу за замовчуванням

та IP-адреса DNS-сервера збігаються. Це пов'язано з тим, що у багатьох випадках функції шлюзу, DNS-сервера, DHCP-сервера тощо покладаються на один фізичний пристрій – маршрутизатор.

Призначення параметрів IP-адресації може здійснюватися як статично адміністратором, так динамічно з використанням спеціальних технологій та протоколів. Статично параметри призначаються вузлам, які постійно знаходяться у мережі. Це можуть бути як кінцеві вузли (сервери, стаціонарні робочі станції, мережні принтери тощо), так і комунікаційні пристрої (комутатори, маршрутизатори, точки доступу, міжмережні екрани тощо). Динамічно параметри призначаються мобільним вузлам – вузлам, які мігрують між мережами. Як правило, це переносні робочі станції, ноутбуки, планшети, смартфони, IP-телефони тощо. Налагоджені параметри логічної адресації для Windows-системи зберігаються у реєстрі, для Linux-системи – у відповідних конфігураційних файлах.

Зазначення мережних текстових імен вузлів та назв робочих груп/доменів для вузлів ОС Windows є обов'язковим і необхідним етапом налагодження, оскільки надалі текстові імена та назви груп застосовуються для службових цілей певними мережними додатками. Зокрема, текстові імена застосовуються для відображення переліків робочих груп мережі, переліку вузлів певної групи і переліку доступних ресурсів певного вузла у Windows-додатку „Сетевое окружение".

Для зазначення мережного текстового імені Windows-комп'ютера у загальному випадку розробником ОС рекомендується використовувати до 15 символів (рекомендуються цифри 0–9, літери a-z, A-Z, символ дефіса, хоча можуть застосовуватися й інші символи). Це обмеження пов'язане з особливостями функціонування мережного протоколу NetBIOS, який був основним протоколом для перших мереж на базі ОС Windows. У разі застосування стеку протоколів TCP/IP довжина текстового імені може становити до 63 символів (допускаються й інші символи, окрім крапки). Інші протокольні стеки накладають обмеження – 15 символів. Рекомендації стосовно формування текстових назв робочих груп Windows є аналогічними рекомендаціям стосовно мережних текстових імен.

В ОС Linux текстове ім'я вузла у першу чергу відіграє роль індикатора системи під час використання інтерфейсу командного рядка. Також можливе його застосування для відображення переліку вузлів та переліку доступних ресурсів вузла подібно до ОС Windows. У такому випадку необхідно встановити додатковий програмний засіб мережних комунікацій – пакет SAMBA та застосовувати додаткові програмні засоби для відображення вузлів та їх ресурсів.

Призначення текстового імені вузла може здійснюватися як статично, так і динамічно. Типово ця операція виконується статично. Для налагодження параметри текстової адресації Windows-системи зберігаються у реєстрі, для Linux-системи – у відповідних конфігураційних файлах.

Налагодження параметрів IP-адресації та текстових імен вузлів ОС Windows

Розробниками ОС Windows для спрощення налагодження функціонування вузла в мережі введено узагальнене поняття „Мережне підключення", яке об'єднує у собі всі компоненти, що необхідні для забезпечення передавання та приймання трафіка. Мережне підключення містить обов'язкові (базові) та додаткові (сервісні) компоненти. Базові компоненти забезпечують функціонування вузла в одній із ролей – клієнта, однорангового вузла чи сервера. Сервісні компоненти забезпечують обмін службовими повідомленнями.

Базовими компонентами мережного підключення вузла ОС Windows за замовчуванням є:

– драйвер мережного адаптера (Network Adapter Driver);

– міжмережний протокол IP (Internet Protocol);

– служба доступу до файлів і принтерів мереж Microsoft (File and Printer Sharing for Microsoft Networks);

– клієнт для мереж Microsoft (Client for Microsoft Networks).

Додатковими компонентами мережного підключення вузла ОС Windows за замовчуванням є:

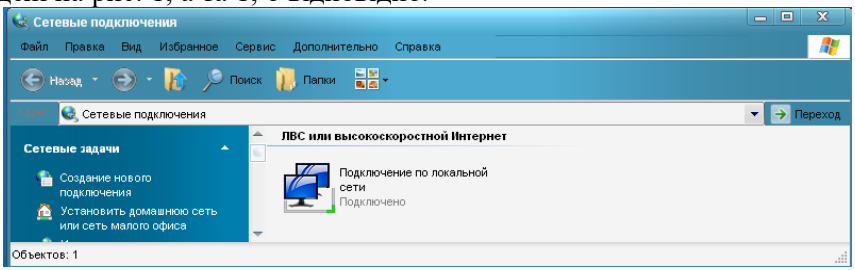
– планувальник пакетів QoS (QoS Packet Sheduler);

– драйвер в/в „картографа" топології канального рівня (Link-Layer Topology Discovery Mapper I/O Driver);

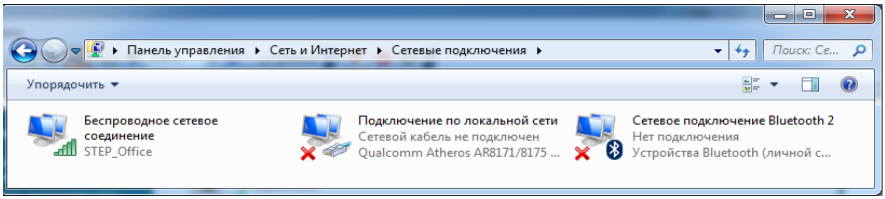
– ,,відповідач” виявлення топології канального рівня (Link-Layer Topology Discovery Responder).

За необхідності до мережного підключення можуть входити додаткові служби, клієнти, протоколи та інші сервісні компоненти.

Мережне підключення створюється автоматично після встановлення драйвера відповідного мережного адаптера/інтерфейсу. Можливе створення і видалення підключень у ручному режимі. Відмінності підключень різних мережних технологій є незначними. Перелік та стан створених підключень для вузлів ОС Windows XP та Windows 7/8/10 можна побачити за допомогою додатків ,,Сетевые подключения” та ,,Центр управления сетями и общим доступом”. Приклади створених мережних підключень для вузла ОС Windows XP (на базі мережного адаптера Ethernet) та вузла ОС Windows 7/8/10 (на базі мережних адаптерів Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth) наведені на рис. 1, а та 1, б відповідно.



а

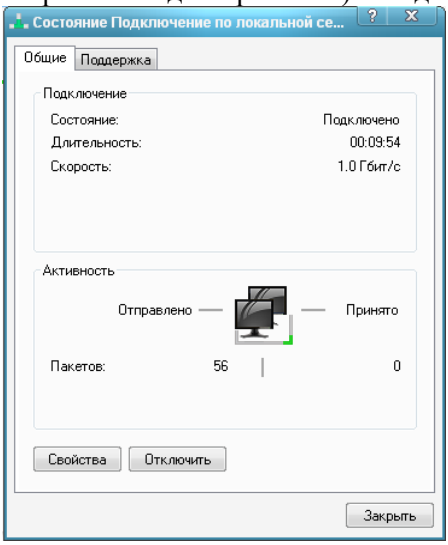


б

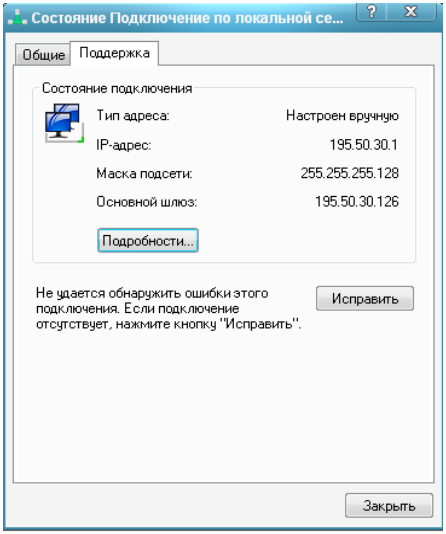
Рис. 1. Мережні підключення ОС Windows: а – Windows XP; б – Windows 7

Після вибору мережного підключення можна отримати інформацію про його стан, зокрема, швидкість, період активності, кількість прийнятих і відправлених повідомлень, параметри адресації підключення. Приклад стану мережного підключення для вузла ОС Windows XP (на базі мережного адаптера Ethernet) наведено на

рис. 2. Приклад стану мережного підключення для вузла ОС Windows 7 (на базі мережного адаптера Wi-Fi) наведено на рис. 3.



а



б

Рис. 2. Стан мережного підключення для вузла ОС Windows XP (на базі мережного адаптера Ethernet): а – загальні параметри; б – додаткові параметри

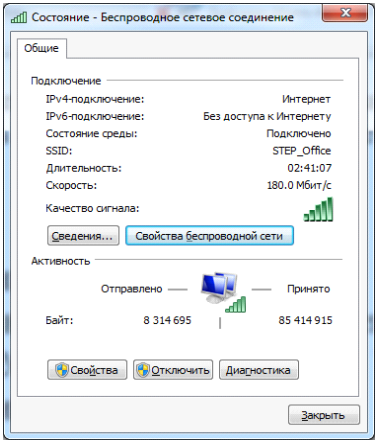
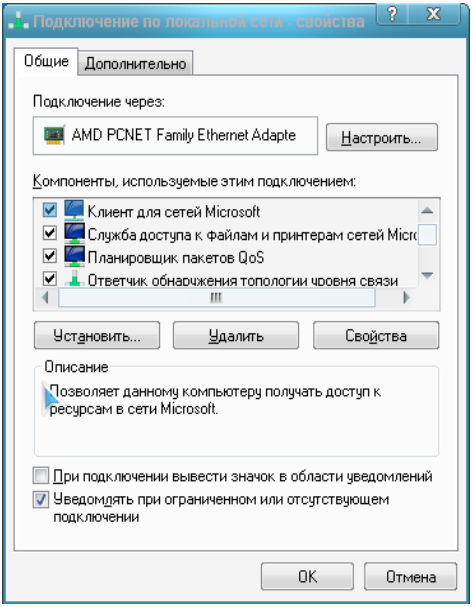


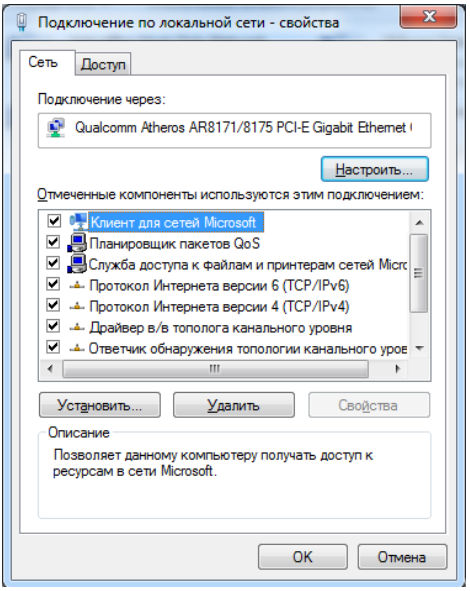
Рис. 2.3. Стан мережного підключення для вузла ОС Windows 7 (на базі мережного адаптера Wi-FI)

Складові мережних підключень для ОС Windows XP та Windows 7 (на базі мережних адаптерів Ethernet) за умови встановлення компонентів за замовчуванням наведені на рис. 4, а та 4, б відповідно.

Для налагодження або зміни параметрів IP-адресації мережного підключення необхідно обрати компонент – міжмережний протокол IP. Приклад статично встановлених основних параметрів IP-адресації версії 4 (IP-адреса вузла, маска, IP-адреса основного шлюзу, дві IP-адреси DNS-серверів) для мережного підключення вузла ОС Windows XP наведено на рис. 5, а. На рис. 5, б, в, г наведено засоби для встановлення додаткових параметрів IP-адресації. Для вузла ОС Windows 7 зазначені параметри встановлюються аналогічно.



а



б

Рис. 4. Мережні підключення вузлів ОС Windows: а – Windows XP; б – Windows 7

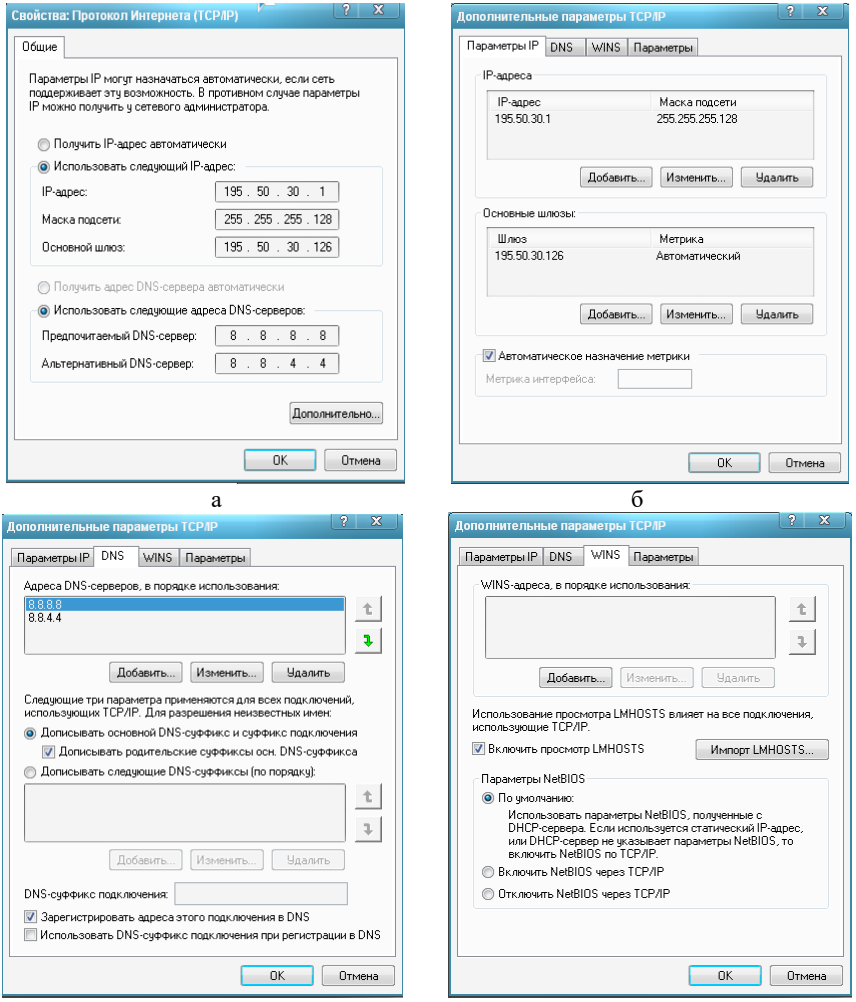


Рис. 5. Встановлені параметри IP-адресації вузла ОС Windows XP:
а – основні параметри IP-адресації; б – параметри IP-адресації додаткових IP-адрес та шлюзів;
в – параметри IP-адресації додаткових DNS-серверів; г – параметри IP-адресації WINS-серверів

Параметри іменування Windows-вузла (текстове ім'я та назву робочої групи/домену) можна вивести або змінити за допомогою вбудованого додатка ,,Система". Приклад такого додатка для вузла ОС Windows XP наведено на рис. 6. Для ОС Windows 7 він виглядає аналогічно.

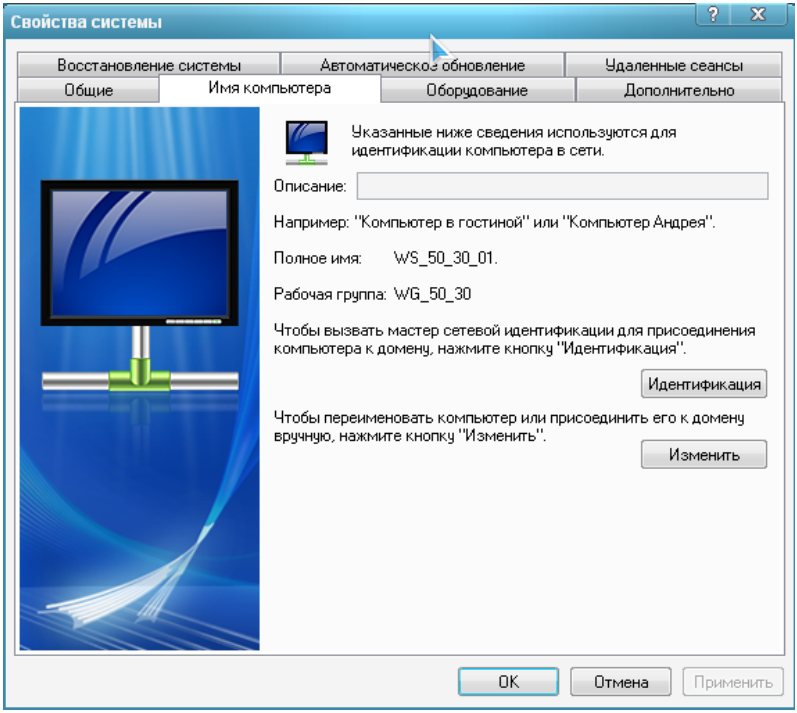


Рис. 6. Встановлені параметри іменування вузла ОС Windows XP

В ОС Windows існує можливість діагностики параметрів іменування вузла та параметрів адресації мережних адаптерів/інтерфейсів за допомогою відповідних мережних команд. Основними командами є команди **hostname**, **ipconfig**. Як додаткові команди можна застосовувати команди **getmac** та **systeminfo**. Для перевірки зв'язку між вузлами IP-мережі застосовується команда **ping**.

Команда **hostname** призначена лише для виведення текстового імені вузла. Основним призначенням команди **ipconfig** є діагностика стану мережних адаптерів та діагностика налагоджених параметрів IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів вузла. За рахунок застосування різних ключів (параметрів) ця команда може застосовуватися і для керування процесом отримання, оновлення та вивільнення IP-адрес за умови динамічного їх призначення. Також команда **ipconfig** застосовується з метою перегляду та керування DNS-кешем пристрою. Команда **getmac** дає змогу визначити MAC-

адреси та список мережних протоколів, пов'язаних із кожною адресою мережних адаптерів як локального вузла, так і інших вузлів локальної мережі. Команда **systeminfo** виводить повну інформацію про поточний вузол, зокрема і параметри IP-адресації мережних адаптерів/інтерфейсів. Детальну інформацію стосовно ключів зазначених вище команд можна отримати через довідку командного рядка або у загальній довідковій системі ОС Windows.

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

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

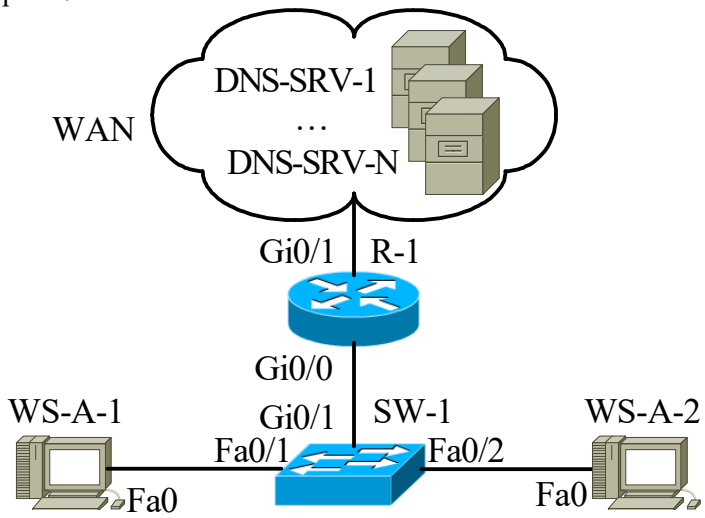


Рис. 7. Приклад мережі

Під час побудови даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 2. Для налагодження параметрів адресації вузлів та комунікаційних пристроїв мережі використано дані табл. 3.

Таблиця 2

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 3

Параметри адресації мережі для прикладу

Мережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Пре-фікс
Мережа A	–	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрути-затор 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-E4-0D-9B	195.10.1.252	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуван-ням	–	195.10.1.254	–	–
Робоча станція WS-A-1 (Windows XP)	Мережний адаптер	00-60-5C-16-8B-30	195.10.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуван-ням	–	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	–	–
Робоча станція WS-A-2 (Windows 7)	Мережний адаптер	00-10-43-2C-BD-BB	195.10.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуван-ням	–	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	–	–

Сценарій налагодження MAC-адреси робочої станції WS-A-1 (ОС Windows XP) наведений нижче.

1. Через „Панель управления" запустити на виконання додаток „Система".
2. На вкладці ,,Оборудование" натиснути кнопку ,,Диспетчер устройств".
3. У групі пристроїв ,,Сетевые платы" обрати відповідний мережний адаптер (наприклад, AMD PCNET Family Ethernet Adapter (PCI)).
4. Для обраного адаптера перейти на вкладку ,,Дополнительно".
5. Серед переліку властивостей адаптера обрати властивість ,,Сетевой адрес" та ввести MAC-адресу у відповідне поле (байти MAC-адреси зазначаються підряд, без відокремлювальних знаків).
6. Активувати налагоджені параметри.

Сценарій налагодження параметрів IP-адресації (IP-адреси, маски, IP-адреси основного шлюзу, IP-адрес DNS-серверів) робочої станції WS-A-1 (ОС Windows XP) наведено нижче.

1. Через ,,Панель управления" запустити на виконання додаток ,,Сетевые подключения".
2. Серед переліку наявних мережних підключень обрати необхідне підключення.
3. Для обраного мережного підключення натиснути кнопку ,,Свойства" для виведення переліку його компонентів.
4. Обрати компонент ,,Протокол Интернета (TCP/IP)" та натиснути кнопку ,,Свойства".
5. Ввести у відповідні поля параметри IP-адресації (IP-адресу, маску, IP-адресу основного шлюзу, IP-адреси основного та додаткового DNS-серверів).
6. Натиснути кнопку ,,Дополнительно" та за допомогою відповідних засобів увести додаткові параметри IP-адресації.
7. Активувати налагоджені параметри.

Сценарій налагодження MAC-адреси робочої станції WS-A-2 (ОС Windows 7) аналогічний сценарію для робочої станції WS-A-1 (ОС Windows XP).

Сценарій налагодження параметрів IP-адресації (IP-адреси, маски, IP-адреси основного шлюзу, IP-адрес DNS-серверів) робочої станції WS-A-2 (ОС Windows 7) наведено нижче.

1. Через ,,Панель управления" запустити на виконання додаток ,,Центр управления сетями и общим доступом".
2. Для виведення переліку наявних мережних підключень обрати вкладку ,,Изменение параметров адаптера".
3. Серед переліку наявних мережних підключень обрати необхідне підключення.
4. Для обраного мережного підключення натиснути кнопку ,,Свойства" для виведення переліку його компонентів.
5. Обрати компонент „Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)" та натиснути кнопку ,,Свойства".
6. Ввести у відповідні поля параметри IP-адресації (IP-адресу, маску, IP-адресу основного шлюзу, IP-адреси основного та додаткового DNS-серверів).
7. Натиснути кнопку ,,Дополнительно" та за допомогою відповідних засобів увести додаткові параметри IP-адресації.
8. Активувати налагоджені параметри.

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 Windows **hostname**, **ipconfig**. 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 – 14.

```
C:\>hostname
WS-A-1

C:\>
```

Рис. 8. Результат виконання команди **hostname** на робочій станції WS-A-1

```
C:\>ipconfig

Настройка протокола IP для Windows

Подключение по локальной сети – Ethernet адаптер:

        DNS-суффикс этого подключения . . :
        IP- адрес . . . . . . . . . . . . : 195.10.1.1
        Маска подсети . . . . . . . . . . : 255.255.255.0
        Основной шлюз . . . . . . . . . . : 195.10.1.254

C:\>
```

Рис. 9. Результат виконання команди **ipconfig** на робочій станції WS-A-1

```
C:\>ipconfig /all

Настройка протокола IP для Windows

        Имя компьтера . . . . . . . . . . : WS-A-1
        Основной DNS-суффикс  . . . . . . :
        Тип узла. . . . . . . . . . . . . : неизвестный
        IP-маршрутизация включена . . . . : нет
        WINS-прокси включен . . . . . . . : нет

Подключение по локальной сети – Ethernet адаптер:

        DNS-суффикс этого подключения . . :
```

```
            Описание  . . . . . . . . . . . . : AMD PCNET Family Ethernet Adapter
(PCI)
            Физический адрес. . . . . . . . . : 00-60-5C-16-8B-30
            DHCP включен. . . . . . . . . . . : да
            Автонастройка включена  . . . . . : да
            IP- адрес . . . . . . . . . . . . : 195.10.1.1
            Маска подсети . . . . . . . . . . : 255.255.255.0
            Основной шлюз . . . . . . . . . . : 195.10.1.254
            DNS-серверы . . . . . . . . . . . : 195.10.1.254
                                                8.8.8.8
                                                8.8.4.4

    C:\>
```

Рис. 10. Результат виконання команди **ipconfig /all** на робочій станції WS-A-1

```
    C:\>hostname
    WS-A-2

    C:\>
```

Рис. 11. Результат виконання команди **hostname** на робочій станції WS-A-2

```
    C:\>ipconfig /all

    Настройка протокола IP для Windows

           Имя компьтера . . . . . . . . . . : WS-A-2
           Основной DNS-суффикс  . . . . . . :
           Тип узла. . . . . . . . . . . . . : Гибридный
           IP-маршрутизация включена . . . . : Нет
           WINS-прокси включен . . . . . . . : Нет

    Ethernet адаптер Подключение по локальной сети:

           DNS-суффикс подключения . . . . . :
           Описание  . . . . . . . . . . . . : AMD PCNET Family Ethernet Adapter
(PCI)
           Физический адрес. . . . . . . . . : 00-10-43-2C-BD-BB
           DHCP включен. . . . . . . . . . . : Нет
           Автонастройка включена  . . . . . : Да
           IPv4-адрес. . . . . . . . . . . . : 195.10.1.2<Основной>
           Маска подсети . . . . . . . . . . : 255.255.255.0
           Основной шлюз . . . . . . . . . . : 195.10.1.254
           DNS-серверы . . . . . . . . . . . : 195.10.1.254
                                               8.8.8.8
                                               8.8.4.4
           NetBIOS через TCP/IP              : включен
    ...

    C:\>
```

Рис. 12. Результат виконання команди **ipconfig /all** на робочій станції WS-A-2

```
    C:\>ping 195.10.1.2

    Обмен пакетами с 195.10.1.2 по 32 байт:

    Ответ от 195.10.1.2: число байт=32 время 1мс TTL=125
    Ответ от 195.10.1.2: число байт=32 время 1мс TTL=125
    Ответ от 195.10.1.2: число байт=32 время 1мс TTL=125
    Ответ от 195.10.1.2: число байт=32 время 1мс TTL=125
```

```
Статистика Ping для 195.10.1.2:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 <0% потерь>,
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 1 мсек, Максимальное 1 мсек, Среднее = 1 мсек

C:\>
```

Рис. 13. Результат успішної перевірки зв'язку між робочою станцією WS-A-1 (ОС Windows XP) та робочою станцією WS-A-2 (ОС Windows 7)

```
C:\>ping 195.10.1.254

Обмен пакетами с 195.10.1.254 по 32 байт:

Превышен интервал ожидания для запроса
Превышен интервал ожидания для запроса
Превышен интервал ожидания для запроса
Превышен интервал ожидания для запроса

Статистика Ping для 195.10.1.254:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 0, потеряно = 4 <110% потерь>,

C:\>
```

Рис. 14. Результат неуспішної перевірки зв'язку між робочою станцією WS-A-1 (ОС Windows XP) та шлюзом за замовчуванням (відімкненим інтерфейсом GigabitEthernet 0/0 маршрутизатора R-1)

В ОС Windows після запуску команда **ping** здійснює чотири спроби перевірки зв'язку і завершує процес автоматично.

Завдання на лабораторну роботу

1. У середовищі програмного емулятора створити проект локальної комп'ютерної мережі (рис. 15), яка складається не менше ніж із чотирьох вузлів (робочих станцій) ОС Windows. Для вибору ОС вузла скористатися даними табл. 4. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 2.

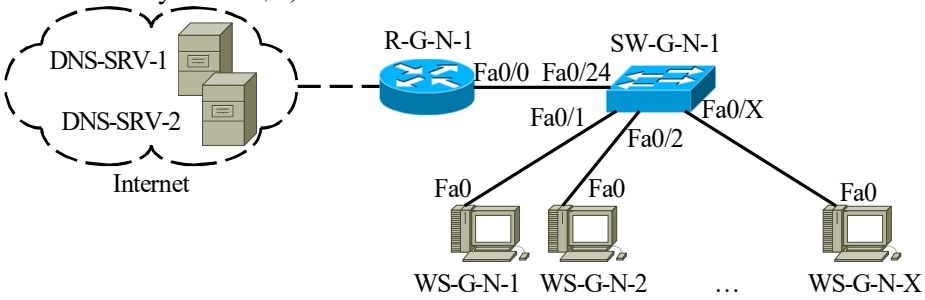


Рис. 15. Проект мережі

Таблиця 4

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

№ варіанта	WS-G-N-01	WS-G-N-02	WS-G-N-03	WS-G-N-04	№ варіанта	WS-G-N-01	WS-G-N-02	WS-G-N-03	WS-G-N-04
1	WXP	WXP	W7	W10	16	W10	WXP	WXP	W7
2	WXP	WXP	W10	W7	17	W7	W10	WXP	WXP
3	W7	WXP	WXP	W10	18	W10	W7	WXP	WXP
4	W10	WXP	WXP	W7	19	WXP	W7	WXP	W10
5	W7	W10	WXP	WXP	20	WXP	W10	WXP	W7
6	W10	W7	WXP	WXP	21	W7	WXP	W10	WXP
7	WXP	W7	WXP	W10	22	W10	WXP	W7	WXP
8	WXP	W10	WXP	W7	23	WXP	W7	W10	WXP
9	W7	WXP	W10	WXP	24	WXP	W10	W7	WXP
10	W10	WXP	W7	WXP	25	WXP	WXP	W7	W10
11	WXP	W7	W10	WXP	26	WXP	WXP	W10	W7
12	WXP	W10	W7	WXP	27	W7	WXP	WXP	W10
13	WXP	WXP	W7	W10	28	W10	WXP	WXP	W7
14	WXP	WXP	W10	W7	29	W7	W10	WXP	WXP
15	W7	WXP	WXP	W10	30	W10	W7	WXP	WXP

Примітка: WXP – ОС Windows XP; W7 – ОС Windows 7; W10 – Windows 10

2. Розробити схему адресації пристроїв (як кінцевих, так і проміжних вузлів) мережі. Для цього скористатися даними табл. 5, 6. 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. 3.

Таблиця 5

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	16	206.G.N.0	10
2	192.G.N.0	8	17	207.G.N.0	35
3	193.G.N.0	12	18	208.G.N.0	11
4	194.G.N.0	16	19	209.G.N.0	15
5	195.G.N.0	20	20	210.G.N.0	19
6	196.G.N.0	24	21	211.G.N.0	23
7	197.G.N.0	28	22	212.G.N.0	27
8	198.G.N.0	32	23	213.G.N.0	31
9	199.G.N.0	36	24	214.G.N.0	39
10	200.G.N.0	40	25	215.G.N.0	47
11	201.G.N.0	48	26	216.G.N.0	55
12	202.G.N.0	56	27	217.G.N.0	63
13	203.G.N.0	64	28	218.G.N.0	71
14	204.G.N.0	72	29	219.G.N.0	78
15	205.G.N.0	80	30	220.G.N.0	87

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

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

Таблиця 6

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

Контрольні питання

1. Які адреси достатньо застосовувати для здійснення інформаційного обміну між вузлами будь-якої IP-мережі?
2. Які адреси було введено для зручності роботи користувача?
3. Наведіть приклади текстових адрес.
4. Наведіть перелік основних публічних DNS-серверів.
5. Особливості призначення IP-адрес DNS-серверів.
6. Наведіть перелік параметрів IP-адресації вузла.
7. Поняття „мережне підключення" ОС Windows.
8. Яким чином створюється мережне підключення в ОС Windows?
9. Основні складові „мережного підключення" ОС Windows та їх призначення.
10. Додаткові компоненти мережного підключення вузла ОС Windows за замовчуванням.
11. Особливості налагодження MAC-адрес мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Windows.
12. Особливості налагодження текстових імен вузлів ОС Windows.
13. Наведіть перелік та поясніть призначення графічних засобів діагностики роботи мережних адаптерів/інтерфейсів ОС Windows.
14. Призначення команд **hostname** та **ipconfig** в ОС Windows?
15. Призначення команд **getmac** та **systeminfo** в ОС Windows?

Лабораторна робота 4
НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АДРЕСАЦІЇ РОБОЧИХ СТАНЦІЙ ОС 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. Па-

раметр **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 решти 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**.

Активація 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 назву 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 тектового 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 ін-

ших 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.

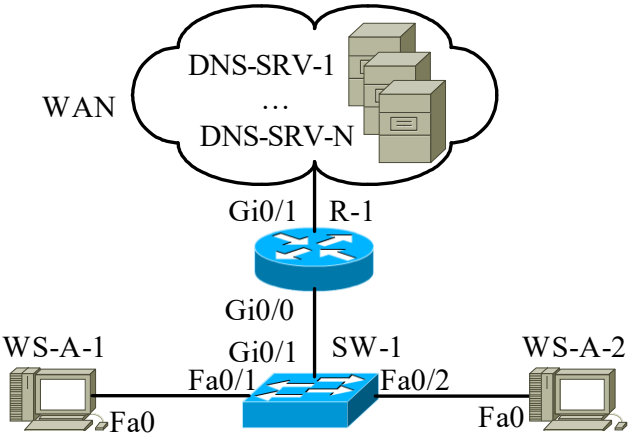


Рис. 7. Приклад мережі

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	Інтер-фейс/Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Пре-фікс
Мережа A	–	–	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-E4-0D-9B	195.10.1.252	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	–	195.10.1.254	–	–
Робоча станція WSA-1 (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		–
	Альтернат. DNS-сервер 2	–	8.8.4.4	–	–
Робоча станція WSA2 (Linux CentOS)	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 (ОС 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
Destanation     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 firever prefferes_lft forever
      Inet6 fe80::200:27ff:fe32:f9e7/64 scope link
         valid_lft firever prefferes_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 (ОС 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 GigabitEthernet 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.

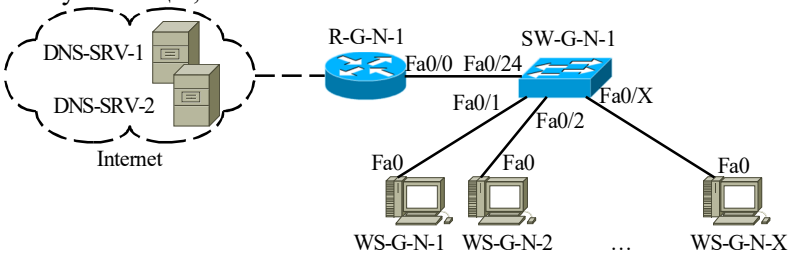


Рис. 14. Проект мережі

Таблиця 3

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

№ варіанта	WS-G-N-01	WS-G-N-02	WS-G-N-03	№ варіанта	WS-G-N-01	WS-G-N-02	WS-G-N-03
1	LD/U	LC/R	LM/T	16	LM/T	LD/U	LC/R
2	LD/U	LM/T	LC/R	17	LC/R	LM/T	LD/U
3	LC/R	LD/U	LM/T	18	LM/T	LC/R	LD/U
4	LM/T	LD/U	LC/R	19	LD/U	LC/R	LM/T
5	LC/R	LM/T	LD/U	20	LD/U	LM/T	LC/R
6	LM/T	LC/R	LD/U	21	LC/R	LD/U	LM/T
7	LD/U	LC/R	LM/T	22	LM/T	LD/U	LC/R
8	LD/U	LM/T	LC/R	23	LC/R	LM/T	LD/U
9	LC/R	LD/U	LM/T	24	LM/T	LC/R	LD/U
10	LM/T	LD/U	LC/R	25	LD/U	LC/R	LM/T
11	LC/R	LM/T	LD/U	26	LD/U	LM/T	LC/R
12	LM/T	LC/R	LD/U	27	LC/R	LD/U	LM/T
13	LD/U	LC/R	LM/T	28	LM/T	LD/U	LC/R
14	LD/U	LM/T	LC/R	29	LC/R	LM/T	LD/U
15	LC/R	LD/U	LM/T	30	LM/T	LC/R	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	16	206.G.N.0	10
2	192.G.N.0	8	17	207.G.N.0	35
3	193.G.N.0	12	18	208.G.N.0	11
4	194.G.N.0	16	19	209.G.N.0	15
5	195.G.N.0	20	20	210.G.N.0	19
6	196.G.N.0	24	21	211.G.N.0	23
7	197.G.N.0	28	22	212.G.N.0	27
8	198.G.N.0	32	23	213.G.N.0	31
9	199.G.N.0	36	24	214.G.N.0	39
10	200.G.N.0	40	25	215.G.N.0	47
11	201.G.N.0	48	26	216.G.N.0	55
12	202.G.N.0	56	27	217.G.N.0	63
13	203.G.N.0	64	28	218.G.N.0	71
14	204.G.N.0	72	29	219.G.N.0	78
15	205.G.N.0	80	30	220.G.N.0	87

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

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.

Лабораторна робота № 5
НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОДНОРАНГОВОЇ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ ОС WINDOWS

Мета заняття: ознайомитися з основними відомостями про мережні ОС та моделі адміністрування комп'ютерних мереж; ознайомитися з основними особливостями функціонування та налагодження однорангової локальної комп'ютерної мережі на базі ОС Windows; отримати практичні навички з налагодження вузлів для роботи в одноранговій локальній комп'ютерній мережі Windows; отримати практичні навички з адміністрування доступу до мережних ресурсів однорангових вузлів – робочих станцій Windows; дослідити процеси передачі даних у побудованій мережі.

Теоретичні відомості

Основні відомості про мережні операційні системи та моделі адміністрування комп'ютерних мереж

Поняття мережної операційної системи (NOS, Network Operating System) стосується як проміжних, так і кінцевих вузлів комп'ютерної мережі. У першому випаду мережна ОС – це спеціалізована ОС, що забезпечує функціонування комунікаційних пристроїв (комутаторів, маршрутизаторів, точок доступу тощо) мережі. У другову випадку – це операційна система, що забезпечує функціонування кінцевих вузлів мережі (робочих станцій, серверів, мобільних пристроїв тощо), і є орієнтованою на вирішення завдань надання доступу та адміністрування спільних мережних ресурсів. Спільними (загальними) ресурсами (Shared Resources) можуть диски, каталоги, файли, принтери, бази даних, програми тощо.

Кінцеві вузли комп'ютерної мережі, залежно від їх можливостей щодо використання та адміністрування спільних мережних ресурсів, поділяють на три типи:

– Сервери (Servers);

– Клієнти (Clients);

– Однорангові вузли (Peer-to-Peer Hosts).

Сервер – це комп'ютер мережі, який надає свої ресурси у спільне користування іншим комп'ютерам мережі. Клієнт – це комп'ютер мережі, який використовує спільні ресурси інших комп'ютерів ме-

режі. Одноранговий вузол – це комп'ютер мережі, який як надає свої ресурси у спільне користування іншим комп'ютерам мережі, так і використовує спільні ресурси інших комп'ютерів мережі, тобто виконує як роль сервера, так і роль клієнта. Для позначення комп'ютерів-клієнтів та комп'ютерів-однорангових вузлів часто застосовується узагальнюючий термін «робоча станція» (Workstation).

Необхідно зазначити, що поняття сервера і клієнта розглядається як з фізичної, так і з програмної точок зору. Фізично сервер – це потужний комп'ютер, у якого наявний великий об'єм апаратних ресурсів (потужний процесор або кілька процесорів, великий об'єм оперативної пам'яті та дискового простору тощо), відповідно клієнт – звичайний комп'ютер з стандартним набором апаратних ресурсів. Програмно сервер – це програмний компонент, який надає доступ до певного виду ресурсів (файлів, бази даних тощо), а клієнт – програмний компонент який звертається з запитами до сервера. На одному фізичному сервері може функціонувати кілька програмних серверів, відповідно і на одному фізичному клієнтові може функціонувати кілька програмних клієнтів.

Залежно від ролей кінцевих вузлів, що наявні у мережі, виділяють такі типи мереж:

– Мережі типу «клієнт-сервер» (Client-Server Networks);

– Однорангові мережі (Peer-to-Peer Networks);

– Гібридні мережі (Hybrid Networks).

До мережі типу «клієнт-сервер» входять виключно вузли-клієнти та вузли-сервери. Вузлів-клієнтів у такій мережі зазвичай набагато більше, ніж вузлів-серверів. Однорангова мережа складається, як правило, із однорангових вузлів. У деяких випадках до такої мережі входять вузли-клієнти. Гібридною вважається мережа, у якій наявні вузли всіх типів.

У мережах різних типів застосовуються різні підходи та моделі адміністрування інформаційних процесів і ресурсів. Для мереж типу «клієнт-сервер» характерною є централізована модель адміністрування. Для однорангових мереж – децентралізована модель адміністрування. Іноді застосовується змішана (гібридна) модель.

Роль кінцевого вузла (сервер, клієнт чи одноранговий вузол) визначається мережною ОС та моделлю її адміністрування. Залежно

від призначення мережні ОС кінцевих вузлів умовно можна розбити на дві групи:

– Користувацькі (настільні) мережні ОС (Desktop OS);

– Серверні мережні ОС (Server OS).

Користувацькі мережні ОС орієнтовані на забезпечення потреб кінцевого користувача. Такі ОС застосовуються як на комп'ютерах клієнтах, так і на однорангових вузлах. До користувацьких мережних ОС також належать ОС мобільних пристроїв (Mobile OS). Серверні мережні ОС орієнтовані на обслуговування великої кількості запитів від клієнтів і повинні мати необхідні для цього ресурси.

У практиці побудови мереж застосовуються як клієнтські, так і серверні мережні ОС різних виробників. Деякі виробники орієнтовані на випуск лише клієнтських ОС, деякі – лише серверних ОС, окремі виробники розробляють і клієнтські, і серверні системи. Наприклад, компанією Apple розроблено клієнтські Unix/Linux-подібні мережні ОС mac OS X, OSX, Mac OS X, компанією Red Hat розроблені різні варіанти ОС на базі Linux, зокрема серверну платформу Red Hat Enterprise Linux AS та клієнтську ОС Red Hat Desktop. Корпорацією Microsoft розроблено дві окремі лінійки клієнтських і серверних ОС Windows. До клієнтських ОС Windows належать Windows XP, Windows Vista, Windows 7/8.x/10/11. До серверних ОС Windows належать Windows 2000 Server, Windows Server 2003, Windows Server 2008, Windows Server 2012, Windows Server 2016, Windows Server 2019.

Для побудови комп'ютерних мереж, кінцевими вузлами яких є вузли ОС Windows фахівцями Microsoft розроблено дві базові організаційні концепції:

– домен Windows (Windows Domain);

– робоча група Windows (Windows Workgroup).

Концепція «домен Windows» відповідає клієнт-серверній організації мережі і є орієнтованою на побудову великих складних мереж, концепція «робоча група Windows» приблизно відповідає одноранговій організації мережі і є орієнтованою на побудову мереж невеликого розміру.

Домен Windows – це сукупність серверів, клієнтів, користувачів, (та інших фізичних пристроїв і логічних об'єктів), які мають єдині

базу даних та політику безпеки. База даних безпеки домена носить назву «Активний каталог» (AD, Active Directory). Служба активного каталога встановлюється як мінімум на одному із серверів Windows-домена. Сервер, на якому ця служба встановлюється початково, відіграє роль основного контролера домена (PDC, Primary Domain Controller). З метою підвищення рівня надійності та продуктивності мережі до домену вводять додаткові (резервні) контролери домена (BDC, Backup Domain Controller). Сервери домена, які не є контролерами, відіграють роль виокремлених серверів (Standalone Servers). Перевагами використання домена Windows є вищий рівень керованості та безпеки мережі, недоліками – складність у реалізації, необхідність високого рівня підготовки адміністратора мережі.

Робоча група Windows – це сукупність вузлів локальної мережі, призначена для забезпечення зв'язку та обміну даними між цими вузлами. Типово до робочої групи входять однорангові вузли, також до неї можуть входити окремі сервери та/або клієнти. Ресурси кожного з вузлів однорангової мережі адмініструються окремо. Перевагами використання робочих груп Windows при побудові мережі є: легкість створення та налагодження, зручність використання для вирішення простих завдань, легкість адміністрування. Недоліками використання робочих груп Windows при побудові мережі є: відсутність централізованого керування та адміністрування, невисокий рівень безпеки, неможливість масштабування, зменшення швидкодії через одночасне виконання вузлом ролей сервера та клієнта.

Основні відомості про можливості мережних ОС Windows

Розглядаючи мережеві аспекти ОС Windows XP (власне як і наступних версій – Windows /7/8/10), слід відмітити, що вона належить до однорангових мережевих операційних систем, тобто комп'ютер, на якому встановлена дана ОС може виступати як у ролі клієнта, так і у ролі сервера. Windows XP зручна для побудови ЛКМ невеликого розміру (до 20 комп'ютерів). У такому випадку використовується концепція робочих груп, згідно з якою кожен власник комп'ютера сам вирішує, які ресурси виділити у загальне користування.

Окрім того, ОС Windows XP може також використовуватися для управління комп'ютерами – клієнтами в мережі, побудовані на основі технології клієнт-сервер. Серверними ОС у даному випадку можуть виступати Windows 2000 Server, Windows Server 2003, Windows Server 2008, Windows Server 2012, Windows Server 2016, Novell Netware різних версій, ОС сімейства Unix.

Для зручності налагодження ОС та структурування мережевих функцій у ОС Windows XP виділені наступні типи мережевих компонент:

Мережевий адаптер (насправді його драйвер).

Протокол.

Клієнт.

Служба.

Компонент "мережевий адаптер" містить параметри реального мережевого адаптера.

Мережевий протокол "прикріплюється" до адаптера та мережевого клієнта. Основними протоколами, які застосовуються є: NetBEUI, TCP/IP, IPX/SPX. Існує принципова можливість використання кількох протоколів.

Порівняльні характеристики основних протоколів локальних комп'ютерних мереж наведені у табл. 1.

Мережевий клієнт дає змогу сполучатися з серверами відповідних мереж. Допускається встановлення клієнтів Banyan, FTP Software, Sunsoft та ін. Клієнти мереж Microsoft та Novell не потребують додаткового програмного забезпечення.

Мережева служба – це сукупність засобів, які надають доступ до конкретного типу ресурсу комп'ютера через мережу. Наприклад, в ОС Windows XP вбудовані окремі служби доступу до файлів та принтерів для мереж Microsoft та Novell. Встановлення мережевої служби не є обов'язковим. Якщо вона не встановлення, то доступ до ресурсів на комп'ютері через мережу не буде можливим.

Реєстрація користувача у системі може бути проведена по одному з варіантів.

1. *Клієнт для мереж Microsoft* (встановлюється За замовчуванням).
2. *Клієнт для мереж Novell.*

3. *Звичайний вхід* (у даному випадку не діє механізм захисту щодо користувачів).

При використанні перших двох варіантів, при вході в мережу проводиться процедура аутентифікації користувача на відповідному сервері. Якщо ім'я користувача та пароль співпадають з зареєстрованим на сервері, то дозволяється доступ до ресурсів мережі, якщо ж ні – то користувач не має доступу до мережі. Останній варіант використовується при побудові однорангової мережі.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики основних протоколів ЛКМ

Характеристики	NetBEUI	IPX/SPX	TCP/IP
Здатність здійснювати передачу через маршрутизатори	Ні	Так	Так
Кращий для корпоративної внутрішньої мережі	Ні	Ні	Так
Кращий для великих мереж	Ні	Ні	Так
Кращий для мереж Microsoft (без маршрутизації)	Так	Ні	Ні
Кращий для мереж Microsoft (з маршрутизацією)	Ні	Ні	Так
Кращий для невеликих LAN	Так	Так	Ні
Кращий для WAN	Ні	Ні	Так
Легкість конфігурування клієнта	Висока	Висока	Низька
Легкість мережевого адміністрування	Висока	Висока	Низька
Сумісність з NetWare	Ні	Так	Ні
Сумісність з Internet	Ні	Ні	Так
Сумісність з UNIX	Ні	Ні	Та
Рівень галузевої стандартизації/взаємозамінності	Низький (Microsoft та IBM)	Низький (Novell та Mcrosoft)	Високий
Швидкодія при використанні з сервером додатків (у середовищі клієнт/сервер)	Низька	Середня	Висока
Швидкодія при сумісному використанні файлів та принтерів	Середня	Висока	Середня
Швидкодія у невеликих мережах	Висока	Середня	Середня

При роботі з ресурсами у мережах Windows широкого поширення набула так звана ***UNC***(***Universal Naming Convention***)-нотація: \\ім'я комп'ютера\ресурс. Зокрема, вона дає змогу уникнути обмежень щодо кількості мережних ресурсів.

Наприклад, якщо на комп'ютері є три логічні диски (C:, D:, E:), то для призначення ресурсу мережевого диску можна скористатися набором букв F: – Z:.

При роботі з мережевими принтерами використовується так зване "перехоплення". Тобто, локальному порту (LPT або USB), призначається один або кілька мережевих принтерів. При друкуванні проводиться вибір принтера і ОС своїми засобами пересилає дані на друк.

Налагодження одноранговоі локальної комп'ютерної мережі засобами ОС Windows XP

В ОС Windows XP для забезпечення інформаційного обміну між двома і більше вузлами одноранговоі мережі необхідно встановити та налагодити на цих вузлах певні мережні компоненти.

Якщо передбачається, що комп'ютер виступатиме у ролі одноранговоі вузла (тобто, і використовуватиме чужі мережні ресурси, і надаватиме власні), то обов'язковим є встановлення:

1. Драйвера мережного адаптера.
2. Мережного протоколу.
3. Клієнта для мереж Microsoft.
4. Служби доступу до файлів і принтерів мереж Microsoft.

При налагодженні комп'ютера як клієнтського вузла (будуть використовуватися лише чужі ресурси, власні не надаватимуться) встановлювати службу доступу не потрібно.

Окрім того, передбачається, що комп'ютер в мережі необхідно однозначно ідентифікувати, тобто задати його назву та назву робочої групи, до якої він буде входити.

При необхідності потрібно провести налагодження мережного протоколу. Зокрема, цього вимагає протокол TCP/IP (необхідно зазначити IP-адресу та маску підмережі). Протоколи NetBEUI та IPX/SPX детального налагодження не вимагають.

Налагодження драйвера мережного адаптера проводиться, як правило, на етапі встановлення ОС. Більшість сучасних мережних

адаптерів підтримують стандарт Plug-and-Play і містять драйвери у складі дистрибутивного пакету ОС.

У випадку, якщо драйвер не встановлений, потрібно попередньо визначитися з маркою мережного адаптера та підготувати носій з драйвером (наприклад, завантаживши драйвер з Інтернет-сайту виробника). Встановлення драйвера проводиться за допомогою елемента «Панели управления» «Система». Обирається вкладка «Оборудование» → «Диспетчер устройств». У переліку пристроїв вибирається мережний адаптер (як правило, без драйвера він записується як «PCI Ethernet Adapter») і відкриваються його властивості. На вкладці «Драйвер» обирається «Обновить драйвер» і далі дії проводяться за вказівками майстра.

Налагодження мережних компонентів при встановленому драйвері проводиться за допомогою елемента «Панели управления» «Сеть и удаленный доступ к сети». Для елемента «Подключение по локальной сети», який створюється при встановленні мережного адаптера, додаються відповідні мережні компоненти і проводиться їх налагодження.

Налагодження імені комп'ютера та зазначення групи, до якої він входить, проводиться за допомогою елемента «Панели управления» «Система». Обирається вкладка «Сетевая идентификация» і за допомогою відповідних елементів заповнюються необхідні поля. Для зазначення імені рекомендується використовувати до 15 символів. Довгі імена можуть викликати некоректну роботу системи, хоча в деяких протоколах їх застосування при певних умовах допускається (наприклад, в TCP/IP допустима довжина до 63 символів).

Надання доступу до відповідного об'єкта комп'ютера (диска, папки, принтера і т.п.) проводиться шляхом зміни властивостей цього об'єкта. Для цього необхідно вибрати об'єкт, викликати його властивості і на вкладці „Доступ" відкрити загальний доступ до нього. Передбачається встановлення 3-х видів доступу:

1. Повний доступ.
2. Зміни.
3. Тільки для читання.

Різні види доступу до одного і того ж об'єкта можна надавати як окремим користувачам, так і групам користувачів. Доступ до одного

і того ж об’єкта також може бути організований з використанням різних мережних імен. Наприклад, під одними іменем для певної групи користувачів доступ може бути наданий тільки для читання, для іншої – повний.

Надання доступу до папки на вузлах ОС Windows

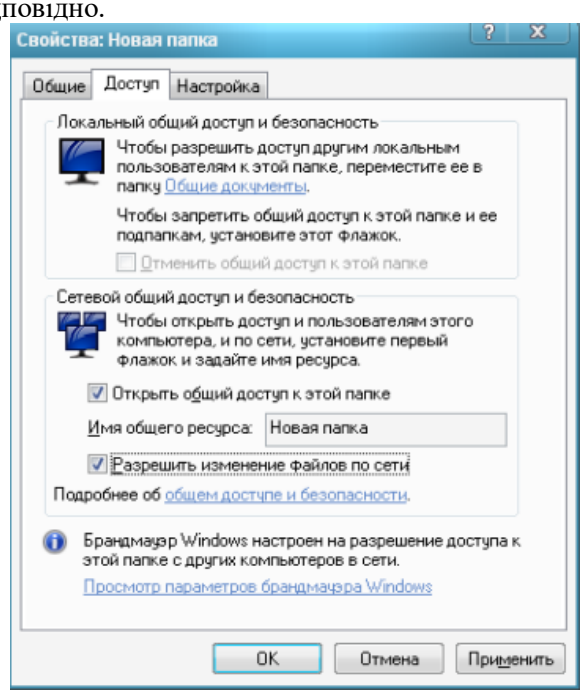
Розробниками ОС Windows для спрощення передачі файлів в локальній мережі передбачена можливість надання спільного доступу до папки вузла.

Для папки налаштовуються права доступу:

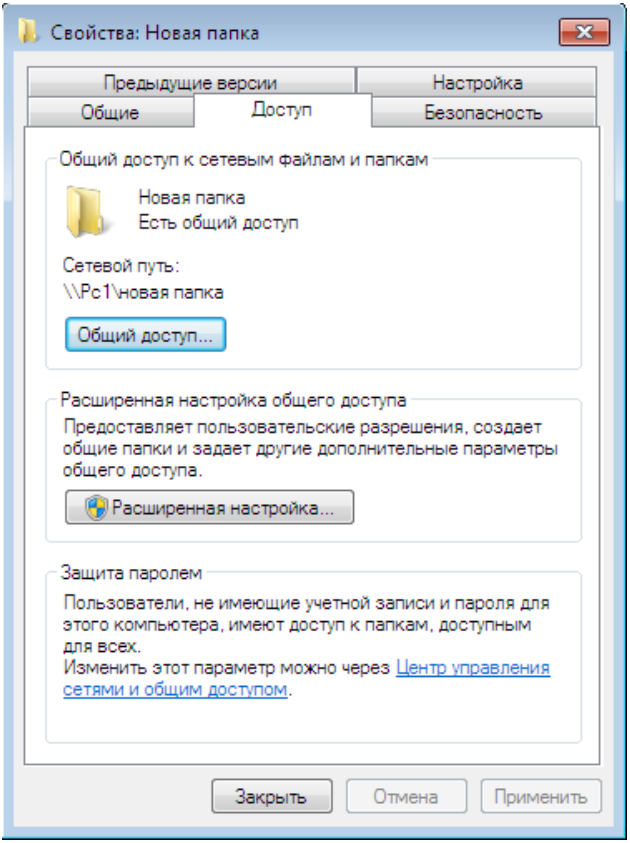
- читання;
- читання та запис.

Права можна призначити користувачу чи групі користувачів. В залежності від прав доступу, кожен користувач має право перегляду файлів в поширеній папці чи їх зміну.

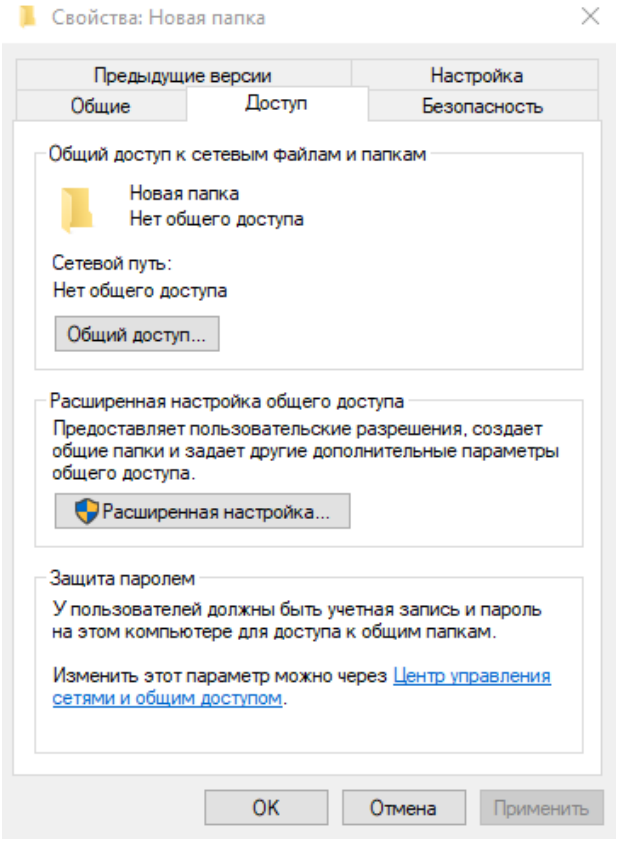
Відмінності в поширенні папок різних ОС Windows є незначними. Приклади надання доступу до папки для вузла ОС Windows XP, вузла ОС Windows 7 та вузла ОС Windows 10 наведені на рис. 1 а, 1 б та 1 в відповідно.



а


Свойства: Новая папка
Предыдущие версии
Настройка
Общие
Доступ
Безопасность
Общий доступ к сетевым файлам и папкам
Новая папка
Есть общий доступ
Сетевой путь:
\\Pc1\новая папка
Общий доступ...
Расширенная настройка общего доступа
Предоставляет пользовательские разрешения, создает общие папки и задает другие дополнительные параметры общего доступа.
Расширенная настройка...
Защита паролем
Пользователи, не имеющие учетной записи и пароля для этого компьютера, имеют доступ к папкам, доступным для всех.
Изменить этот параметр можно через Центр управления сетями и общим доступом.
Закрыть
Отмена
Применить

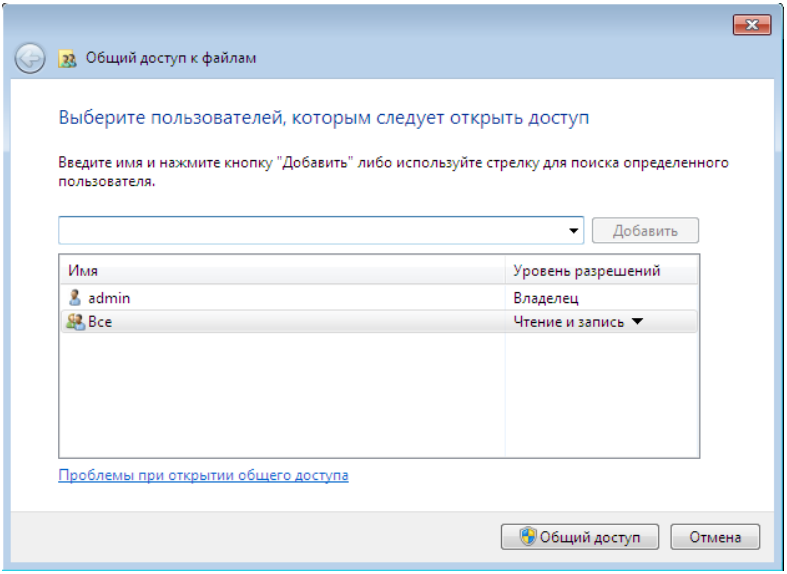
б



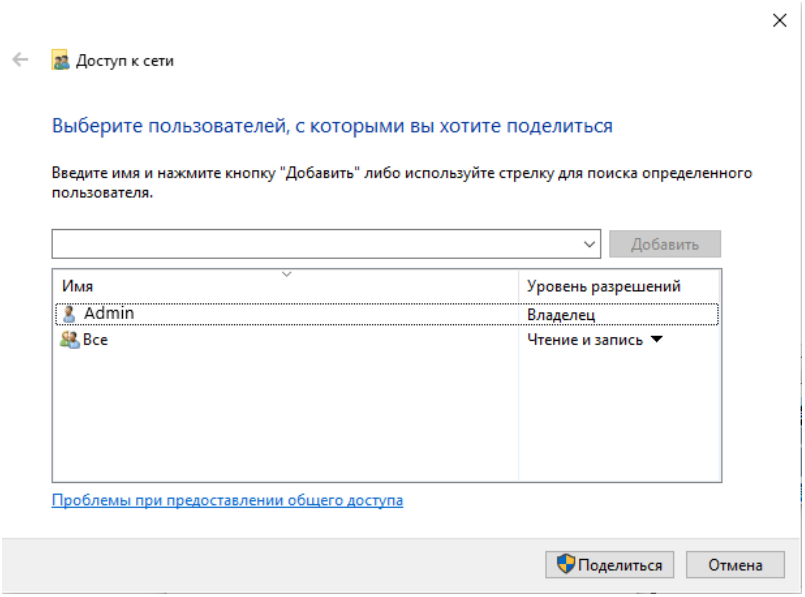
в

Рис. 1. Загальний доступ до папок: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

Для вузлів ОС Windows 7 та ОС Windows 10 наявні окремі вікна налаштувань доступу, які наведені рис. 2 а та 2 б відповідно. Вони з'явились в результаті нових вимог до безпеки. В даних ОС можливо встановлювати окремий доступ для різних користувачів, а також захищати поширені папки паролем на вхід.



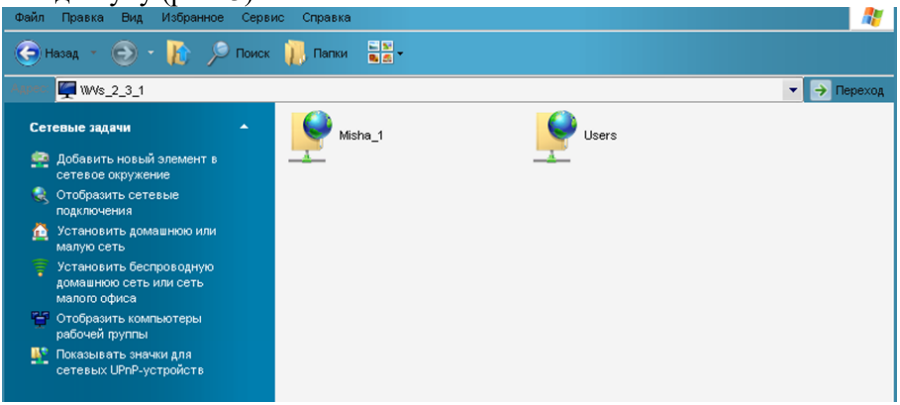
а



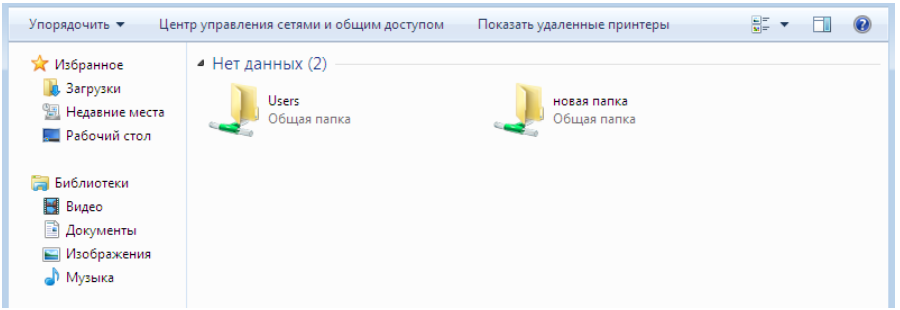
б

Рис. 2. Загальний доступ до папок: а – Windows 7; б – Windows 10

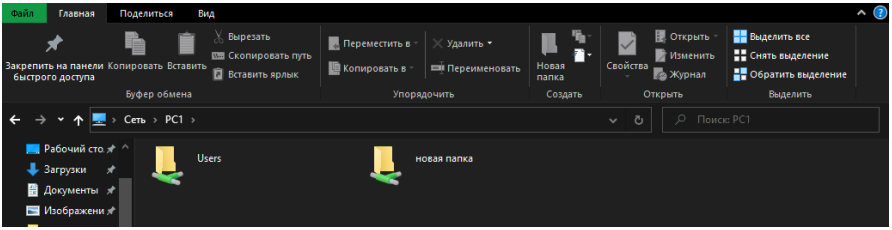
В разі коректного налаштування спільного доступу поширені папки будуть доступними в межах локальної мережі в межах правил доступу (рис. 3).



а



б

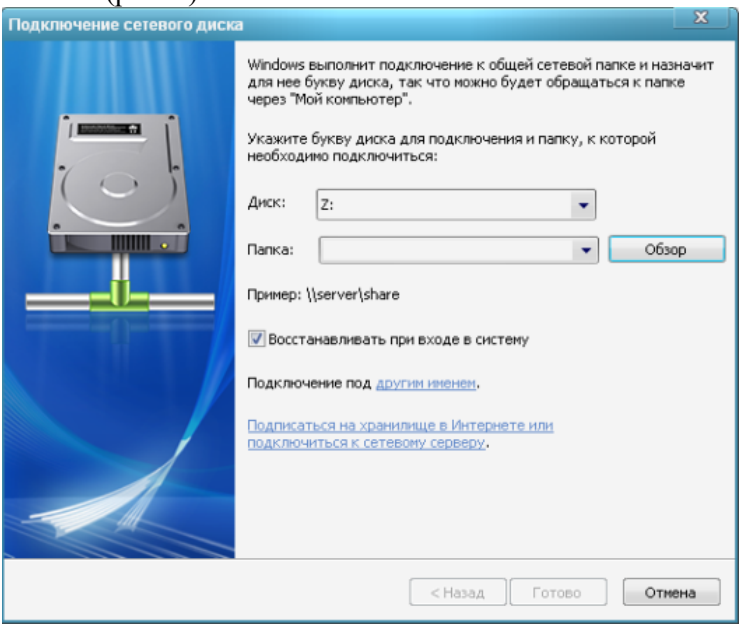


в

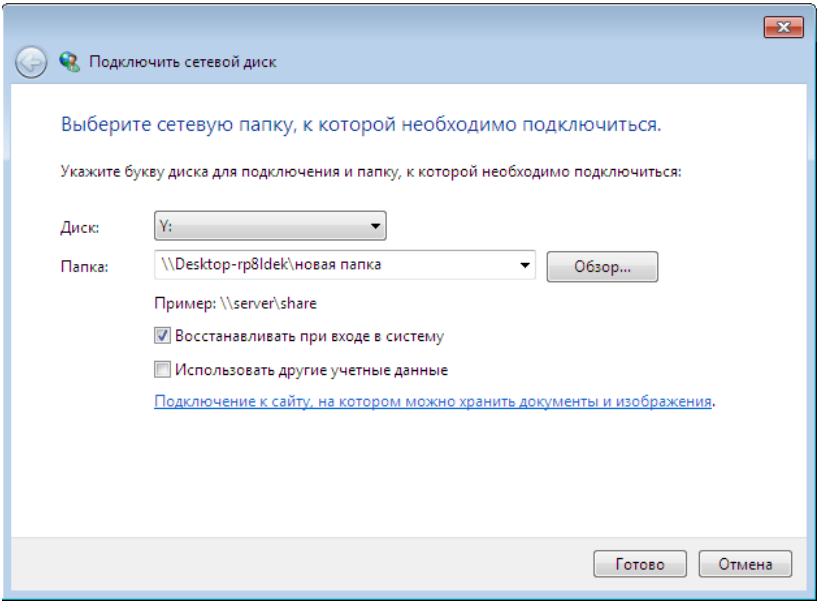
Рис. 3. Поширені папки в локальній мережі на вузлі: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

Підключення мережного диска на вузлах ОС Windows

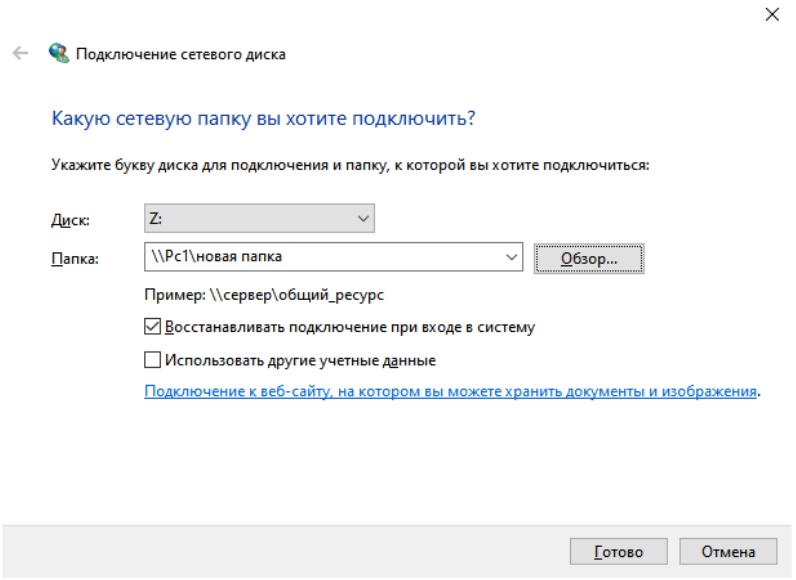
Окрім папок в ОС Windows є можливість підключати мережні диски. Мета цієї операції подібна до поширення папок – надати доступ до файлів віддаленим користувачам. В якості мережного диска виступає папка на віддаленому комп'ютері в локальній мережі. Для назви такого диску обирається будь-яка незадіяна літера латинського алфавіту та обирається шлях до нього. Відповідним перемикачем вказується чи підключення є односеансовим, чи слід під'єднувати даний диск кожного разу при запуску ОС (за доступності). Ще одною функцією є використання іншого облікового запису для доступу до диску. Для підключення використовують стандартні засоби ОС Windows (рис. 4).



а


Подключить сетевой диск
Выберите сетевую папку, к которой необходимо подключиться.
Укажите букву диска для подключения и папку, к которой необходимо подключиться:
Диск:
Y:
Папка:
\\Desktop-rp8ldek\новая папка
Обзор...
Пример: \\server\share
Восстанавливать при входе в систему
Использовать другие учетные данные
Подключение к сайту, на котором можно хранить документы и изображения.
Готово
Отмена

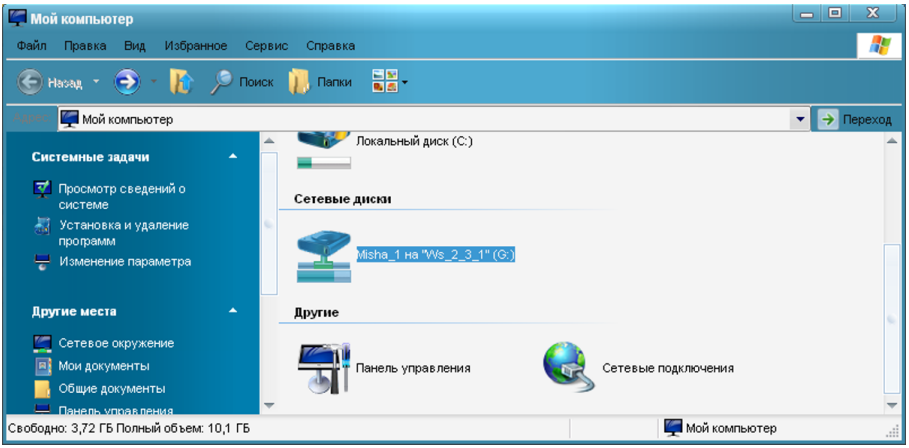
б


Подключение сетевого диска
Какую сетевую папку вы хотите подключить?
Укажите букву диска для подключения и папку, к которой вы хотите подключиться:
Диск:
Z:
Папка:
\\Pc1\новая папка
Обзор...
Пример: \\сервер\общий_ресурс
Восстанавливать подключение при входе в систему
Использовать другие учетные данные
Подключение к веб-сайту, на котором вы можете хранить документы и изображения.
Готово
Отмена

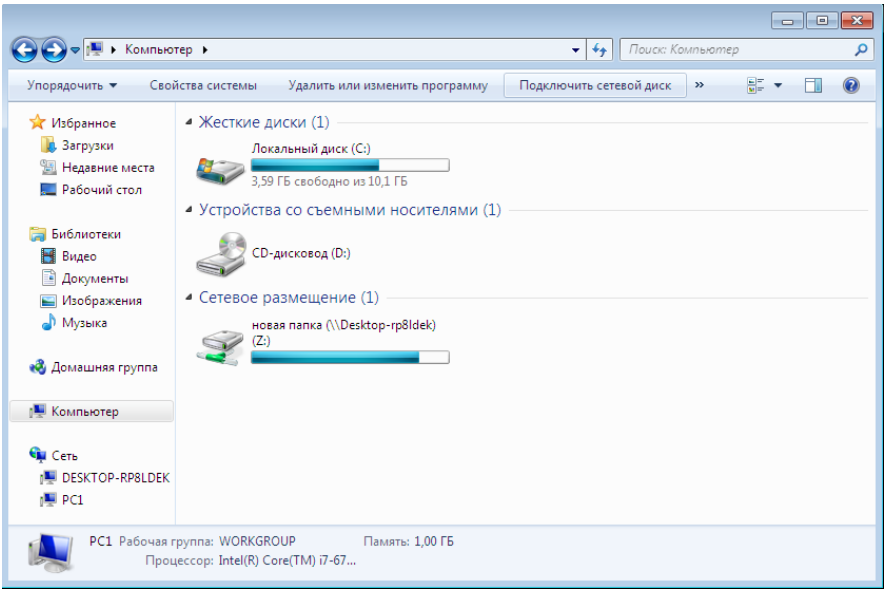
в

Рис. 4. Загальний доступ до диску на вузлі: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

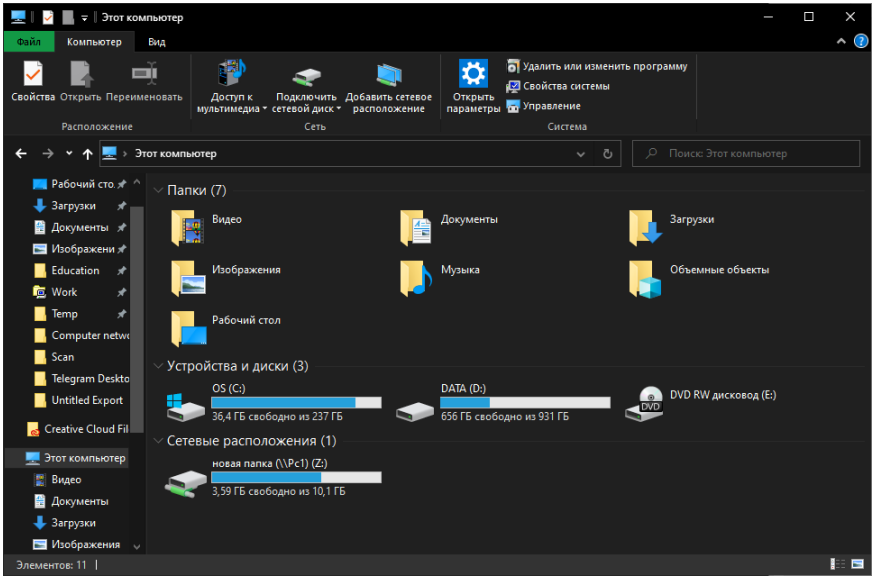
Результатом підключення є додавання відповідної іконки на вкладці «Мережеві диски» в Провіднику (рис. 5).



а



б

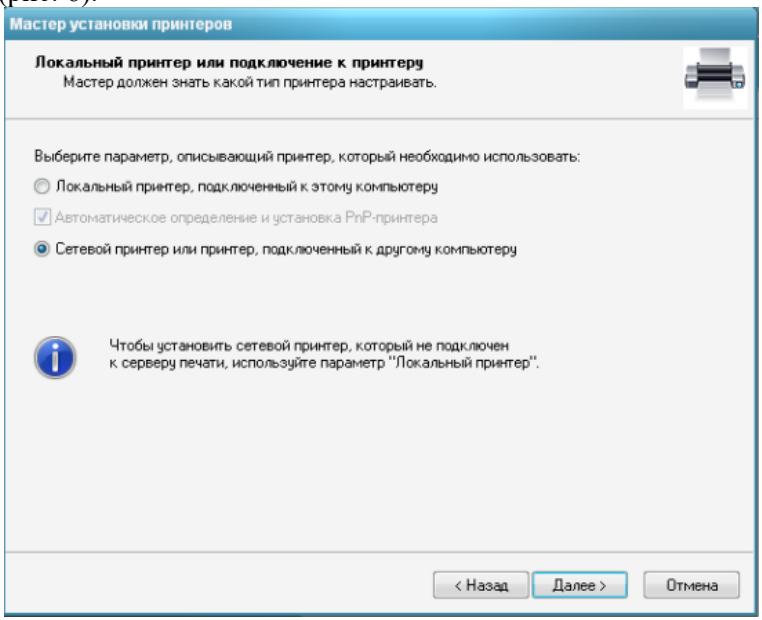


в

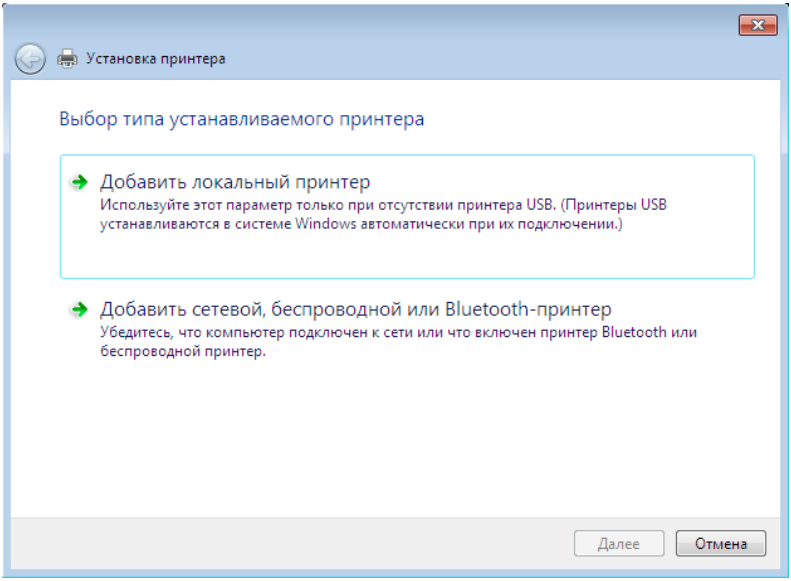
Рис. 5. Підключені мережні диски на вузлі: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

Надання доступу та спільне використання мережного принтера на вузлах ОС Windows

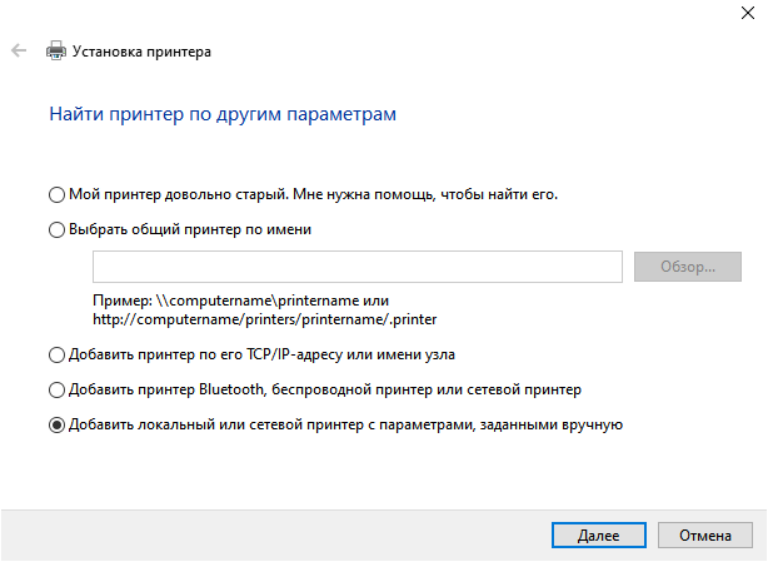
ОС Windows мають змогу надавати доступ до спільного використання мережного принтера. Для підключення використовують стандартний засіб ОС Windows – «Майстер встановлення принтерів». Даний засіб надає змогу встановити локальний чи мережний принтер (рис. 6).



а



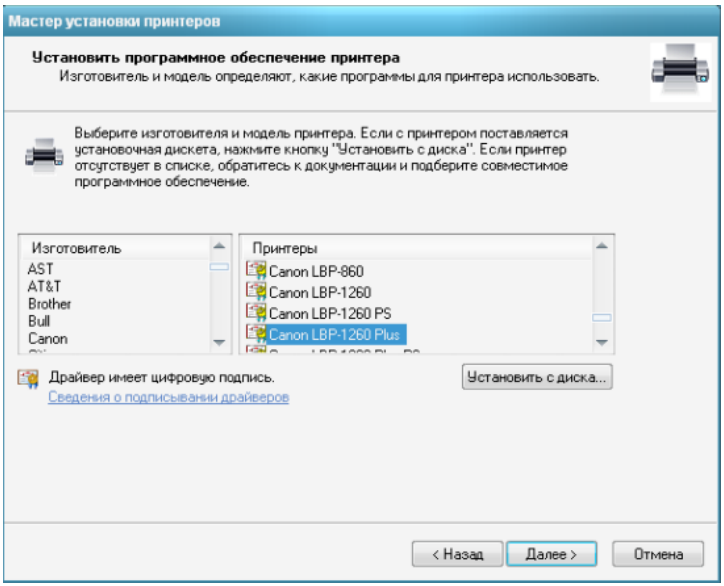
б



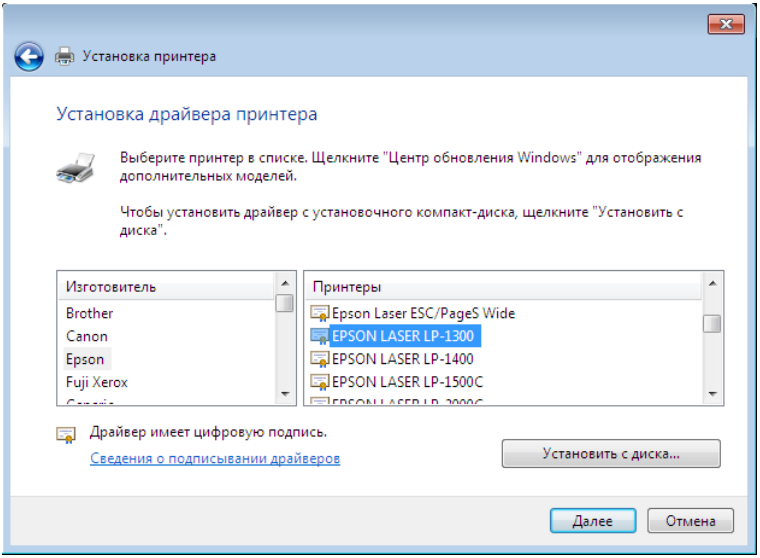
в

Рис. 6. Майстер встановлення принтерів: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

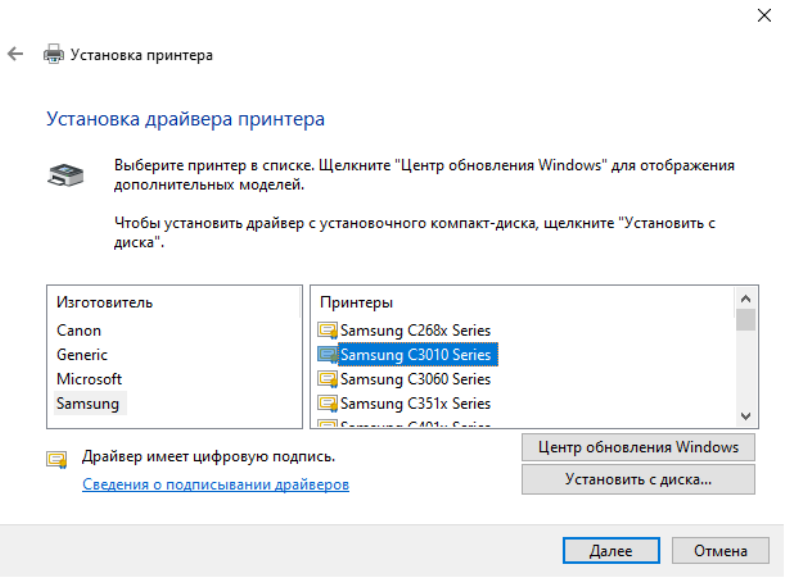
В «Майстрі встановлення принтерів» можна обрати порт для встановлення (порт принтера, послідовний порт чи друк в файл). Перелік виробників та принтерів, які за замовчуванням можна встановити є досить великим. Він оновлюється в залежності від новизни ОС (рис. 7). Крім цього є можливість встановити драйвери принтера з диску, якщо він наявний. У ОС Windows 10 є також можливість оновлення списку доступних принтерів за допомогою «Центру оновлення Windows».



а



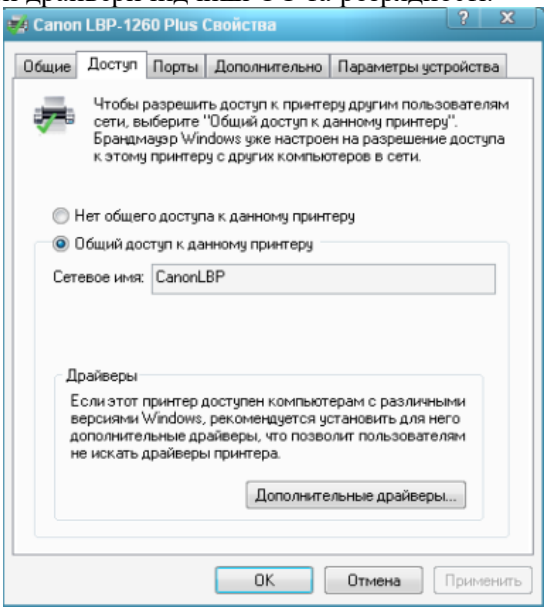
б



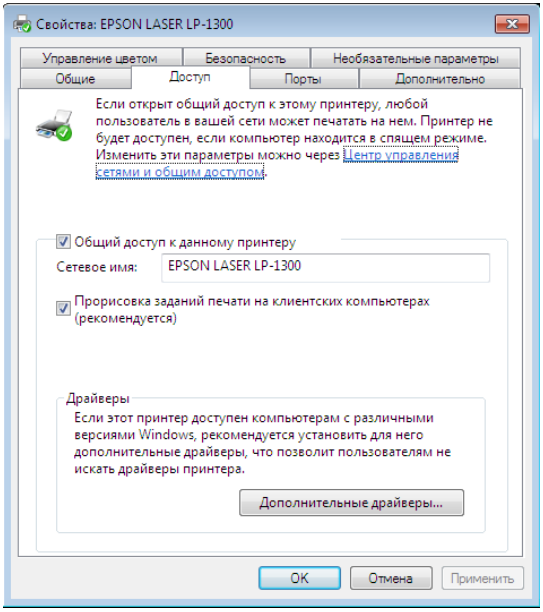
в

Рис. 7. Вибір виробника та принтерів: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

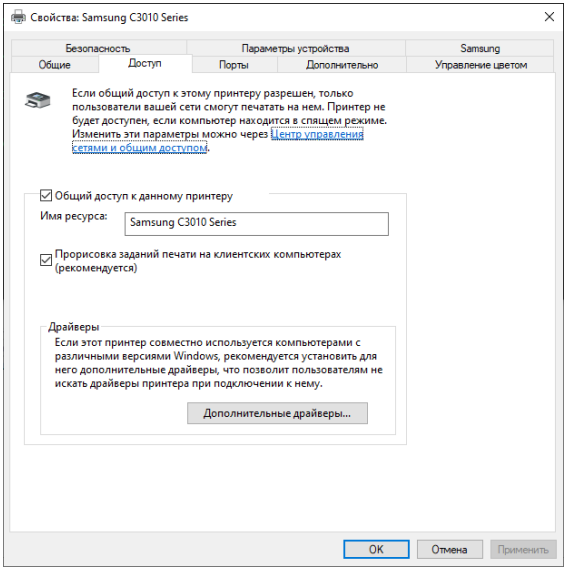
Далі принтеру можна задати іншу назву для кращої ідентифікації, після чого робота «Майстра встановлення принтерів» буде завершеною. Після цього у меню «Властивості» принтера можна встановити спільний доступ до нього (рис. 8). Також у «Властивостях» можна додати драйвери під інші ОС та розрядності.



а



б



в

Рис. 7. Налаштування спільного доступу до принтера: а – Windows XP; б – Windows 7; в – Windows 10

Модельний приклад надання доступу до папки на вузлах ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі

Розглянемо специфіку налагодження вузлів (робочих станцій) ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі, схему якої наведено на рис. 8.

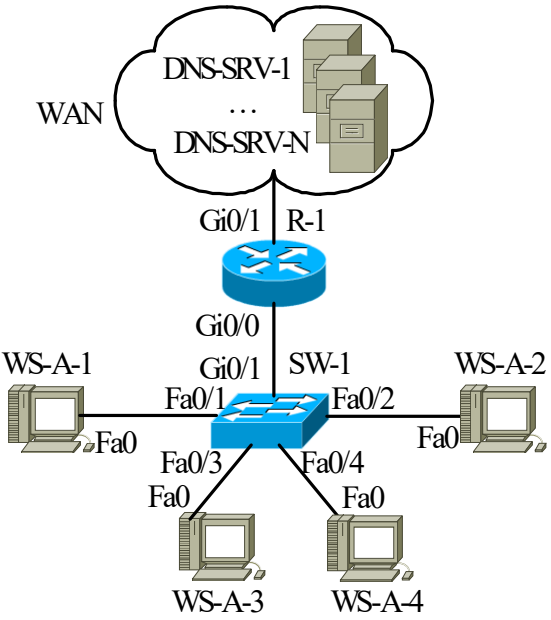


Рис. 8. Приклад мережі

Під час побудови даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 2. Для налагодження параметрів адресації вузлів та комунікаційних пристроїв мережі використано дані табл. 3.

Таблиця 2

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
	Fa0/3	Робоча станція WS-A-3	Fa0
	Fa0/4	Робоча станція WS-A-4	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
Робоча станція WS-A-3	Fa0		Fa0/3
Робоча станція WS-A-4	Fa0		Fa0/4

Таблиця 3

Параметри адресації мережі для прикладу

Мережа/ Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Префікс
Мережа A	–	–	195.10.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-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-E4-0D-9B	195.10.1.252	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	–	195.10.1.254	–	–
Робоча станція WS-A-1 (Windows XP)	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		–
	Альтернат. DNS-сервер 2	–	8.8.4.4	–	–
Робоча станція WS-A-2 (Windows 7)	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	–	–
Робоча станція WS-A-3 (Windows	Мережний адаптер	00-10-11-49-ED-09	195.10.1.3	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	–	195.10.1.254	–	–
	Основний DNS-сервер	–	195.10.1.254	–	–

10)	Альтернат. DNS-сервер 1	–	8.8.8.8		–
	Альтернат. DNS-сервер 2	–	8.8.4.4	–	–

Продовження таблиці 3

Робоча станція WS-A-4	Мережний адаптер	00-00-27-32-F9-E7	195.10.1.4	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	–	–

Сценарій надання доступу до папки робочої станції WS-A-1 (ОС Windows XP) наведений нижче.

1. Обрати папку, до якої буде надаватись доступ.
2. Натиснути по ній правою клавішею миші та обрати меню «Властивості».
3. Обрати вкладку «Доступ».
4. На панелі «Мережний спільний доступ та безпека» поставити галочку «Відкрити спільний доступ до цієї папки».
5. Задати ім'я спільного ресурсу (необов'язково).
6. Поставити галочку «Дозволити зміну файлів по мережі» (за потреби).
7. Почергово натиснути кнопки «Застосувати» та «ОК».

Сценарій надання доступу до папки робочої станції WS-A-2/3 (ОС Windows 7/10) наведений нижче.

1. Обрати папку, до якої буде надаватись доступ.
2. Натиснути по ній правою клавішею миші та обрати меню «Властивості».
3. Обрати вкладку «Доступ».
4. На панелі «Спільний доступ до мережних файлів та папок» натиснути кнопку «Спільний доступ…».
5. У вікні, що відкрилось, ввести або обрати з випадаючого списку потрібного користувача (групу користувачів) та натиснути кнопку «Додати».
6. Скорегувати «Рівень дозволу» (за потреби).
7. Натиснути кнопку «Спільний доступ» («Поширити» для Windows 10).
8. Натиснути «Готово».

Модельний приклад підключення мережного диска на вузлах ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі

Розглянемо специфіку налагодження вузлів (робочих станцій) ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі, схему якої наведено на рис. 8.

Під час побудови даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 2. Для налагодження параметрів адресації вузлів та комунікаційних пристроїв мережі використано дані табл. 3.

Сценарій підключення мережного диска до робочої станції WS-A-1 (ОС Windows XP) наведений нижче.

1. Відкрити «Провідник».

2. Відкрити меню «Сервіс» та обрати команду «Підключити мережний диск…».

3. Обрати з випадаючого списку літеру латинського алфавіту для іменування диску та обрати шлях розміщення папки.

4. Поставити галочку «Відновлювати при вході в систему» (за потреби).

5. Відкрити посилання «Підключення під іншим ім'ям», ввести логін та пароль користувача та натиснути кнопку «ОК» (необов'язково).

6. Натиснути кнопку «Готово».

Сценарій підключення мережного диска до робочої станції WS-A-2/3 (ОС Windows 7/10) наведений нижче.

1. Відкрити «Провідник».

2. Обрати на панелі інструментів команду «Підключити мережний диск».

3. Обрати з випадаючого списку літеру латинського алфавіту для іменування диску та обрати шлях розміщення папки.

4. Поставити галочку «Відновлювати при вході в систему» (за потреби).

5. Поставити галочку «Підключення під іншим ім'ям» (необов'язково).

6. Натиснути кнопку «Готово».

7. Ввести логін та пароль користувача та натиснути кнопку «ОК» (за потреби).

Модельний приклад надання доступу та спільного використання мережного принтера на вузлах ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі

Розглянемо специфіку налагодження вузлів (робочих станцій) ОС Windows для локальної комп'ютерної мережі, схему якої наведено на рис. 8.

Під час побудови даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 2. Для налагодження параметрів адресації вузлів та комунікаційних пристроїв мережі використано дані табл. 3.

Сценарій підключення принтера та вибору його мережним на робочій станції WS-A-1 (ОС Windows XP) наведений нижче.

1. Відкрити вікно «Принтери і факси».

2. У вкладці «Задачі друку» обрати пункт «Встановлення принтера».

3. Натиснути кнопку «Далі».

4. Обрати параметр «Локальний принтер, підключений до цього комп'ютеру».

5. Встановити галочку «Автоматичне визначення та встановлення PnP-принтера» (необов'язково).

6. Натиснути кнопку «Далі».

7. Обрати з випадаючого списку або створити порт принтера і натиснути кнопку «Далі».

8. Обрати виробника та принтер (або натиснути кнопку «Встановити з диску…» та обрати відповідний файл драйверів принтера) та натиснути кнопку «Далі».

9. Задати ім'я принтера та натиснути «Далі».

10. Обрати параметр «Ім'я спільного ресурса», задати ім'я принтера для мережі та натиснути кнопку «Далі».

11. Заповнити поля «Розміщення» та «Коментар» (необов'язково) і натиснути кнопку «Далі».

12. Обрати чи потрібно друкувати пробну сторінку і натиснути кнопку «Далі».

13. Натиснути кнопку «Готово» для завершення роботи «Майстра встановлення принтерів».

Сценарій підключення принтера та вибору його мережним на робочій станції WS-A-2 (ОС Windows 7) наведений нижче.

1. Відкрити вікно «Пристрої та принтери».

2. У панелі інструментів обрати пункт «Встановлення принтера».

3. Обрати параметр «Додати локальний принтер».

4. Обрати з випадаючого списку або створити порт принтера і натиснути кнопку «Далі».

5. Обрати виробника та принтер (або натиснути кнопку «Встановити з диску…» та обрати відповідний файл драйверів принтера) та натиснути кнопку «Далі».

6. Задати ім'я принтера та натиснути «Далі».

7. Обрати параметр «Дозволити спільний доступ до принтера, щоб його могли використовувати інші», задати ім'я принтера для мережі.

8. Заповнити поля «Розміщення» та «Коментар» (необов'язково) і натиснути кнопку «Далі».

9. Натиснути кнопку «Друк пробної сторінки» (необов'язково) і натиснути кнопку «Готово.

Сценарій підключення принтера та вибору його мережним на робочій станції WS-A-3 (ОС Windows 10) наведений нижче.

1. Відкрити вікно «Принтери та сканери».

2. Натиснути кнопку «Додати принтер чи сканер».

3. Натиснути на посилання «Необхідний принтер відсутній в списку».

4. Обрати параметр «Додати локальний чи мережний принтер з параметрами, що задані вручну» і натиснути кнопку «Далі».

5. Обрати з випадаючого списку або створити порт принтера і натиснути кнопку «Далі».

6. Обрати виробника та принтер (або натиснути кнопку «Встановити з диску…» та обрати відповідний файл драйверів принтера) та натиснути кнопку «Далі».

7. Задати ім'я принтера та натиснути «Далі».

8. Обрати параметр «Дозволити спільний доступ до принтера, щоб його могли використовувати інші», задати ім'я принтера для мережі.

11. Заповнити поля «Розміщення» та «Коментар» (необов'язково) і натиснути кнопку «Далі».

12. Натиснути кнопку «Друк пробної сторінки» (необов'язково) і натиснути кнопку «Готово.

Завдання на лабораторну роботу

1. У середовищі програмного емулятора створити проект однорангової локальної комп'ютерної мережі (рис. 1), яка складається не менше ніж трьох робочих станцій ОС Windows XP/7/8/10. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, аналогічну табл. 2.

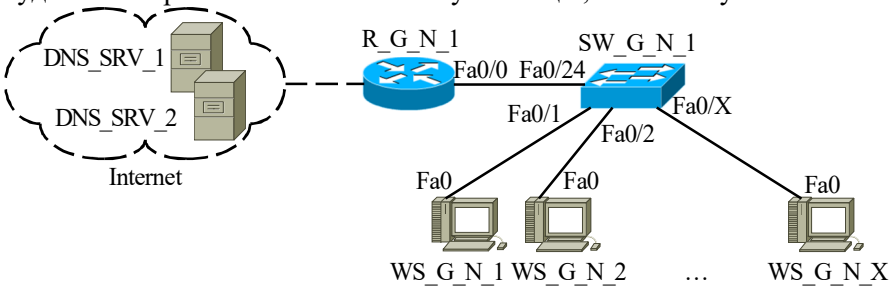


Рис. 1. Проект мережі

Таблиця 2

Параметри з'єднань пристроїв та каналів

Пристрій	Інтерфейс/ Мережний адаптер	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсу/ мережного адаптера

2. Розробити узагальнену схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними табл. 3. При розрахунку враховувати, що комутатору і інтерфейсу маршрутизатора мережі також виділяється по одній IP-адресі. Маску мережі визначити з врахуванням необхідності економії адрес. Результати розрахунку показати у вигляді таблиці.

Таблиця 3

Дані для визначення параметрів адресації мережі

№ з/п	IP-адреса мережі	Кількість робочих станцій у мережі	IP-адреса шлюзу за замовчуванням	IP-адреса основного DNS-сервера	IP-адреса альтернативного DNS-сервера
1	191.G.N.0	4	Перша IP-адреса діапазону	8.8.8.8	8.8.4.4
2	192.G.N.0	8	Остання IP-адреса діапазону	208.67.220.220	208.67.222.222
3	193.G.N.0	12	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.1	198.153.194.1
4	194.G.N.0	16	Остання IP-адреса діапазону	8.26.56.26	8.20.247.20
5	195.G.N.0	20	Перша IP-адреса діапазону	209.244.0.3	209.244.0.4
6	196.G.N.0	24	Остання IP-адреса діапазону	195.46.39.39	195.46.39.40
7	197.G.N.0	28	Перша IP-адреса діапазону	184.169.143.224	184.169.161.155
8	198.G.N.0	32	Остання IP-адреса діапазону	156.154.70.1	156.154.71.1
9	199.G.N.0	36	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.40	198.153.194.40
10	200.G.N.0	40	Остання IP-адреса діапазону	216.146.35.35	216.146.36.36
11	201.G.N.0	48	Перша IP-адреса діапазону	8.8.8.8	8.8.4.4
12	202.G.N.0	56	Остання IP-адреса діапазону	208.67.220.220	208.67.222.222
13	203.G.N.0	64	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.1	198.153.194.1
14	204.G.N.0	72	Остання IP-адреса діапазону	8.26.56.26	8.20.247.20
15	205.G.N.0	80	Перша IP-адреса діапазону	209.244.0.3	209.244.0.4
16	206.G.N.0	3	Остання IP-адреса діапазону	195.46.39.39	195.46.39.40
17	207.G.N.0	7	Перша IP-адреса діапазону	184.169.143.224	184.169.161.155
18	208.G.N.0	11	Остання IP-адреса діапазону	156.154.70.1	156.154.71.1
19	209.G.N.0	15	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.40	198.153.194.40
20	210.G.N.0	19	Остання IP-адреса діапазону	216.146.35.35	216.146.36.36
21	211.G.N.0	23	Перша IP-адреса діапазону	8.8.8.8	8.8.4.4
22	212.G.N.0	27	Остання IP-адреса діапазону	208.67.220.220	208.67.222.222
23	213.G.N.0	31	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.1	198.153.194.1
24	214.G.N.0	39	Остання IP-адреса діапазону	8.26.56.26	8.20.247.20
25	215.G.N.0	47	Перша IP-адреса діапазону	209.244.0.3	209.244.0.4
26	216.G.N.0	55	Остання IP-адреса діапазону	195.46.39.39	195.46.39.40
27	217.G.N.0	63	Перша IP-адреса діапазону	184.169.143.224	184.169.161.155
28	218.G.N.0	71	Остання IP-адреса діапазону	156.154.70.1	156.154.71.1
29	219.G.N.0	78	Перша IP-адреса діапазону	198.153.192.40	198.153.194.40

30	220.G.N.0	87	Остання IP-адреса діапазону	216.146.35.35	216.146.36.36
31	221.G.N.0	95	Перша IP-адреса діапазону	94.140.14.14	94.140.15.15
32	222.G.N.0	85	Остання IP-адреса діапазону	45.77.165.194	45.32.36.36
33	223.G.N.0	13	Остання IP-адреса діапазону	205.171.3.66	205.171.202.166

3. З врахуванням даних п. 2. провести розподіл IP-адрес між пристроями мережі. Дані розподілу навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 4.

Таблиця 4

Параметри IP-адресації мережі

Мережа / Пристрій	Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз/DNS-сервер	MAC-адреса	IP-адреса	Маска	Префікс
Мережа A	–	–			
Маршрутизатор R-G-N-1	Інтерфейс Fa0/0	–			
Комутатор SW-G-N-1	Інтерфейс Vlan 1	–			
	Шлюз за замовчуванням	–			
Робоча станція WS-G-N-1	Мережний адаптер				
	Шлюз за замовчуванням	–		–	–
	Адреса основного DNS-сервера	–		–	–
	Адреса альтернативного DNS-сервера	–		–	–
…	…	…	…		…
	…	…	…		…

4. Налагодити функціонування робочих станцій однорангової мережі з використанням стеку протоколів TCP/IP при умові використання IP версії 4. При налагодженні параметрів IP-адресації використовувати дані, що отримані у п. 3. Текстові назви робочих станцій зазначити у вигляді WS-G-N-X, текстову назву робочої групи зазначити у вигляді WG-G-N. Перевірити доступність робочих станцій засобами ОС.

5. Дослідити можливості ОС Windows з адміністрування доступу до мережних ресурсів та з організації інформаційного обміну між робочими станціями мережі. Для дослідження доступу до дискових ресурсів необхідно створити 3 папки, у назвах яких фігурує ім'я користувача-виконавця і надати до них доступ (повний або тільки для читання). Провести мережні операції з файлами або папками. Змінити вид доступу і провести аналогічні операції. Проаналізувати відмінності у роботі при різних типах доступу.

6. Дослідити можливості ОС щодо роботи з мережними дисками на прикладі підключення створених у п. 5 папок. Для зазначення імен дисків використати дані табл. 5

Таблиця 5

Дані для налагодження мережних ресурсів

№ з/п	Мережний диск 1	Мережний диск 2	Мережний диск 3	Модель принтера
1	E	G	I	Epson LX-300
2	F	H	J	HP LaserJet 6L PCL
3	G	I	K	Sharp JX-9500
4	H	J	L	Star NX-1000
5	I	K	M	Samsung QL-85
6	J	L	N	Canon LBP-1260
7	K	M	O	Brother HL-1260
8	L	N	P	IBM Proprinter III
9	M	O	Q	Kyosera F-5000
10	N	P	R	Lexmark Optra N
11	O	Q	S	Brother HL-4
12	P	R	T	Canon LBP-2460
13	Q	S	U	HP LaserJet 4L
14	R	T	V	IBM Proprinter XL II
15	S	U	W	Epson FX-1000
16	T	V	X	Star FR-10
17	U	W	Y	Lexmark Optra C
18	V	X	Z	Samsung ML-85
19	W	Y	U	HP LaserJet 4P
20	X	Z	V	Epson LQ-1050+
21	Y	W	U	Star FR-15
22	Z	X	V	Lexmark Optra E
23	G	J	M	Samsung ML-84
24	H	K	N	IBM Proprinter XL III

25	I	L	O	Epson LQ-200
26	J	M	P	Kyosera F-1000
27	K	N	Q	Epson LQ-300
28	L	O	R	HP LaserJet 5L
29	M	P	S	Canon LBP-860
30	N	Q	T	Kyosera F-1010
31	R	S	T	Epson FX-1000
32	Q	W	E	Star FR-10
33	R	Y	S	Lexmark Optra C

7. На одній із робочих станцій мережі встановити драйвер локального принтера і надати мережний доступ до нього. Модель принтера обирається за даними табл. 5.

8. На решті робочих станцій мережі встановити драйвер мережного принтера, що встановлено у п.7. Дослідити особливості управління друком залежно від наданих прав доступу для налагодженого мережного принтера.

Контрольні питання

1. Визначення клієнта, сервера, однорангового вузла.
2. Класифікація мереж за способом адміністрування.
3. Поняття клієнтської мережної ОС. Приклади клієнтських мережних ОС.
4. Поняття серверної мережної ОС. Приклади серверних мережних ОС.
5. Поняття робочої групи ОС Windows.
6. Поняття домену ОС Windows.
7. Поняття аутентифікація та авторизація.
8. Поняття мережного протоколу та стеку мережних протоколів.
9. Загальна характеристика стеку мережних протоколів TCP/IP.
10. Загальна характеристика протоколу NetBEUI.
11. Загальна характеристика стеку мережних протоколів IPX/SPX.
12. Призначення мережного клієнта ОС Windows.
13. Призначення мережної служби ОС Windows.
14. Правила іменування вузлів та ресурсів в ОС Windows.
15. Права мережного доступу до ресурсів ОС Windows.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖНИХ КОМАНД ТА КОМАНДНИХ ФАЙЛІВ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙ СИСТЕМНОГО ТА МЕРЕЖНОГО АДМІНІСТРУВАННЯ В ОС WINDOWS

Мета заняття: Ознайомитися з основними мережними командами (утилітами) і дослідити особливості їх застосування для діагностики роботи вузлів комп'ютерної мережі та параметрів зв'язку; ознайомитися з призначенням та можливостями командних (пакетних) файлів ОС Windows; отримати практичні навички використання командних (пакетних) файлів для автоматизації операцій системного та мережного адміністрування в ОС Windows; дослідити особливості процесів системного та мережного адміністрування робочих станцій Windows-мережі з використанням командних (пакетних) файлів.

Теоретичні відомості

Загальні відомості про мережні утиліти

Мережні утиліти (команди) у будь-якій ОС відіграють значну роль, оскільки за їх допомогою може бути проведена діагностика роботи як окремо взятого вузла мережі, так і мережі в цілому. Використання мережних команд розширює можливості по виявленню неполадок у роботі вузлів, можливості по налагодженню оптимальних параметрів роботи мережі. Вони є також засобами адміністрування ресурсів мережі. У багатьох випадках мережні команди набагато ефективніші ніж засоби графічних інтерфейсів сучасних ОС.

Синтаксис команд не є уніфікованим, оскільки одні утиліти розроблялися для ОС UNIX і були адаптовані для ОС Windows, інші існують лише в ОС Windows і мають синтаксис подібний до команд MS-DOS. У будь-якому випадку більшість команд при застосування без ключів (параметрів) виводять інформації про особливості їх застосування та повний перелік додаткових можливостей. Також передбачені стандартизовані ключі для виведення довідникової інформації: /?, /h, /help чи подібні. Інтерактивні довідникові системи ОС також мають інформацію по їх застосуванню.

Роботу з мережними командами в ОС Windows рекомендується проводити у вікні командного інтерпретатора, який запускається

через „Пуск → Программы → Стандартне → Командная строка", або за допомогою пункту „Пуск → Выполнить → cmd.exe". Запуск командного інтерпретатора можливий з використанням певних параметрів, список яких можна отримати в інтерактивній довідниковій системі.

Команди діагностики параметрів вузла

Hostname – команда призначена для виведення локальної назви вузла в ОС Windows 2000/XP. Доступна лише при встановленому протоколі TCP/IP.

Для зазначення назви комп'ютера у мережі Windows у загальному випадку рекомендується використовувати до 15 символів (це можуть бути цифри 0–9, літери a-z, A-Z, символ дефіса). При застосуванні протоколу TCP/IP її довжина може становити до 63 символів (допускаються і інші символів, окрім крапки). Інші протоколи накладають обмеження 15 символів.

Ipconfig – команда призначена для виведення діагностичної інформації про конфігурацію мережного інтерфейсу (мережної плати, мережного адаптера) вузла. Використовується для визначення неправильних IP-адрес, масок підмереж та адрес широкомовної розсилки. Підтримується усіма ОС Windows (у Windows 9x існує аналог з графічним інтерфейсом **Winipcfg**). В ОС UNIX використовується аналог – **Ifconfig**.

Запущена без параметрів команда виводить тільки IP-адресу, маску підмережі та адресу основного шлюзу для кожного мережного інтерфейсу. Для отримання повної інформації використовується параметр **/all**. Решта параметрів актуальні при використанні у мережі протоколу DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), який дозволяє автоматично присвоювати IP-адреси вузлами мережі.

Синтаксис команди:

ipconfig [/? /all | /renew [адаптер] | /release [адаптер] | /displaydns | /flushdns | /registerdns | /showclassid адаптер | /setclassid адаптер [встановлюваний_код_класу_dhcp]]

Параметри:

/? – виведення довідки по команді.

/all – виводить повні відомості.

/release [адаптер] – звільнити IP-адресу для зазначеного адаптера.

/renew [адаптер] – оновити IP-адресу для зазначеного адаптера.

/flushdns – очистити кеш дозволів DNS.

/registerdns – обновити всі DHCP-структури і перереєструвати DNS-імена.

/displaydns – відобразити вміст кеша дозволів DNS.

/showclassid адаптер – відобразити всі допустимі для вказаного адаптера коди <IDs> класів DHCP.

/setclassid адаптер [встановлюваний_код_класу_dhcp] – змінити код класу DHCP <ID>.

Команди діагностики зв'язку

Ping – команда служить для перевірки зв'язку з віддаленим вузлом. Також виводить статистику про втрати пакетів та про час їх доставки. Наявна у всіх ОС. При роботі використовує протокол ICMP (Internet Control Message Protocol, протокол міжмережевих управляючих повідомлень).

Синтаксис команди для ОС Windows:

ping [-t] [-a] [-n лічильник] [-l довжина] [-f] [-i TTL] [-v тип] [-r лічильник] [-s кількість] [[-j список комп'ютерів] | [-k список комп'ютерів]] [-w інтервал] список розсилки

Параметри:

-t – повторює запити до віддаленого вузла до команди переривання;

-a – визначення адрес по назвах вузлів;

-n лічильник – зазначає кількість запитів, що посилаються. За замовчуванням – 4;

-l довжина – зазначає розмір пакету, що посилається. За замовчуванням – 32 байти, максимум — 65527;

-f – пересилаються пакети з ознакою заборони фрагментації (Do not Fragment). Пакети не будуть розриватися при проходженні шлюзів;

-i ttl – встановлює поле часу існування пакетів TTL (Time To Live);

-v тип – встановлює поле типу служби (Type Of Service) пакетів;

-r лічильник – записує маршрут посланих і повернутих пакетів в поле запису маршруту Record Route. Параметр лічильник задає кількість комп'ютерів в інтервалі от 1 до 9;

-s число – зазначає кількість ретрансляцій на маршруті, де буде робитися відмітка часу;

-j список комп'ютерів – направляє пакети по маршруту, що задається параметром **список комп'ютерів.** Комп'ютери у списку можуть бути розділені проміжними шлюзами (вільна маршрутизація). Максимальна кількість, яка дозволяється протоколом IP, дорівнює 9;

-k список комп'ютерів – направляє пакети по маршруту, що задається параметром **список комп'ютерів.** Комп'ютери у списку не можуть бути розділені проміжними шлюзами (вільна маршрутизація). Максимальна кількість, яка дозволяється протоколом IP, дорівнює 9;

-w інтервал – вказує проміжок часу очікування (мс).

список розсилки – зазначає список комп'ютерів, яким направляються запити.

В ОС Windows починаючи з Windows XP використовується подібна внутрішня команда **pathping**. Сторонні виробники також розробляють подібні команди. Наприклад, **arping (**має реалізації як в ОС Windows, так і в ОС UNIX/Linux), **fping** (ОС UNIX/Linux).

В багатьох ОС для трасування маршруту передачі пакетів використовується команда **traceroute** та її різновиди. В ОС Windows це команда **tracert**, в ОС UNIX/Linux, CiscoIOS – **traceroute**. Сторонніми виробниками розроблено багато команд-модифікацій цієї команди. Зокрема **tracepath, tracemap**, **tcptraceroute** (**tracetcp**), **mtr** (**my traceroute), WinMTR.** Деякі з них мають графічний інтерфейсу (наприклад, **WinMTR**), деякі дають змогу виводити результати в графічному вигляді (**tracemap**).

Arp – команда служить для виведення і редагування таблиці перетворення адрес із IP-адрес у фізичні адреси Ethernet або Token Ring з використанням протоколу дозволу адрес (ARP, Address Resolve Protocol). Існує як в Windows, так і в UNIX.

Синтаксис команди для ОС Windows:

arp -a [інет_адреса] [-N [іф_адреса]]

arp -d інет_адреса [іф_адреса]

arp -s інет_адреса е_адреса [іф_адреса]

Параметри:

-a – виводить поточні записи протоколу ARP за допомогою запита TCP/IP. Якщо задана інет-адреса, буде виведено тільки IP-адреса і фізична адреса для вказаного вузла;

-g – співпадає з **–a;**

інет_адреса – задає IP-адресу в десятковому форматі з крапками;

-N – виводить записи протоколу ARP для мережного інтерфейсу **іф_адреса**;

іф_адреса – задає, якщо вона існує, IP-адресу інтерфейсу, таблиця трансляції адрес якого повинна бути змінена. Якщо адреса не існує, буде використаний перший інтерфейс, що підходить;

-d – видаляє запис, заданий параметром **інет_адреса**;

-s – додає запис у кеш протоколу ARP для зазначення зв'язку між IP-адресою (**інет_адреса**) і фізичною Ethernet адресою (**е_адреса**). Фізична адреса задається як 6 байт у шістнадцятковій формі, розділених дефісом. IP-адреса задається в десятковій формі, її частини відділяються крапками. Запис стає постійним, тобто буде видалений з кешу лише після закінчення встановленого в системі періоду часу;

е_адреса – задає фізичну Ethernet-адресу (MAC-адресу).

Команди виведення статистичної та діагностичної інформації про роботу вузла

Netstat – команда призначена для виведення статистичної інформації протоколу та поточних підключень мережі. Доступна лише при встановленому протоколі TCP/IP.

Синтаксис команди:

netstat [-a] [-e] [-n] [-s] [-p протокол] [-r] [інтервал]

Параметри:

-a – виведення інформації про всі підключення та мережні порти. Підключення сервера, як правило, не виводяться;

-e – виведення статистики інтерфейсів Ethernet. Може застосовуватися у поєднанні з параметром **-s**;

-n – виведення адрес і номерів портів у шістнадцятковій формі;

-s – виведення статистики для кожного протоколу. За замовчуванням виводиться статистика для протоколів TCP, UDP, ICMP та IP. Параметр **-p** застосовується для зазначення конкретних протоколів;

-p протокол – виводить з'єднання для протоколу, заданого параметром **протокол**, який може приймати значення tcp або udp. Якщо

команда використовується з параметром **-s** для виведення інформації по окремих протоколах, то парметр **протокол** може приймати значення **tcp**, **udp**, **icmp** або **ip**;

-r – виведення таблиці маршрутизації;

інтервал – оновлення виведеної статистики певним інтервалом, значення якого задається в секундах. Для закінчення виводу необхідно натиснути комбінаціюю клавіш CTRL+B. Якщо цей параметр не зазначений, то команда netstat виводить інформацію про поточну конфігурацію один раз.

Nbtstat – команда служить для виведення діагностичної інформації та поточних з'єднань по протоколу NBT (NetBIOS через TCP/IP). Доступна лише при встановленому протоколі TCP/IP.

Синтаксис команди:

nbtstat [-a віддалена_назва] [-A IP-адреса] [-c] [-n] [-R] [-r] [-S] [-s] [інтервал]

Параметри:

-a віддалена_назва – виведення таблиці імен віддалених комп'ютерів по назвах;

-A IP-адрес – виведення таблиці імен віддалених комп'ютерів по IP-адресах;

-c – виведення вмісту кешу назв (імен) протоколу NetBIOS з IP-адресами;

-n – виведення списку локальних імен протоколу NetBIOS;

-R – перезавантаження файлу Lmhosts після обнулення всіх імен з кешу імен протколу NetBIOS;

-r – виведення статистики визначення назв для мережі Windows;

-S – виведення інформації про роботу сервера та клієнта, віддалені комп'ютери виводяться тільки за IP-адресами;

-s – виведення інформації про роботу сервера та клієнта. Буде зроблена спроба перетворення IP-адрес у назви з використанням файлу Hosts;

інтервал – оновлення виведеної статистики певним інтервалом, значення якого задається в секундах. Для закінчення виводу оновлень необхідно натиснути комбінацію клавіш CTRL+C. Якщо цей параметр не зазначений, то команда nbtstat виводить інформацію про поточну конфігурацію один раз.

Команди групи NET адміністрування мережних ресурсів

Отримання довідки по командах NET

NET HELP – виведення списку доступних мережних команд та розділів, з яких можна отримати інформацію. Список команд та їх опис, а також приклади застосування можна також отримати і в інтерактивній довідниковій системі ОС Windows (Розділ „Главная страница справочника по командам Windows").

Синтаксис:

net help [команда]

net команда {/help | /?}

Параметри:

без параметрів – виведення списку мережних команд та розділів, з яких можна отримати інформацію;

команда – зазначення назви команди для отримання довідки;

{/help | /?} – виведення синтаксису для зазначеної команди.

Для поекранного виведення інформації можна використовувати запис:

net help [команда] | more

NET HELPMSG – виведення довідки щодо повідомлення про помилки системи Windows.

Синтаксис:

net helpmsg номер_повідомлення

Параметр:

номер_повідомлення – зазначення номера повідомлення (до 4 цифр) про помилку Windows.

Команди NET діагностування та налагодження роботи вузла

NET CONFIG – виведення інформації про служби, які можна налагоджувати на даному вузлі або зміна параметрів служб.

Синтаксис:

net config [служба [параметри]]

Параметри:

без параметрів – виведення інформації про служби;

служба – зазначення служби (**server** для служби сервера або **workstation** для служби робочої станції), яка може бути налагоджена даною командою;

параметри – залежать від конкретної служби (див. наступні команди).

NET CONFIG SERVER – виведення або зміна параметрів певної служби сервера (при умові, що служба запущена).

Синтаксис:

net config server [/autodisconnect:час] [/srvcomment:"текст "] [/hidden:{yes | no}]

Параметри:

без параметрів – виведення поточної конфігурації служби сервера;

/autodisconnect:час – зазначення максимального інтервалу часу (хв.), протягом якого сеанс може бути неактивним, перед тим, як користувач буде відключений. Для знятя відключень вказується значення –1. Допустимий діапазон значень: 0–65535 хв. За замовчуванням встановлюється значення 15;

/srvcomment:"текст " – зазначення коментаря (до 48 символів), що буде виводитися на екран системи Windows та при виклику команди **net view**;

/hidden:{yes | no} – приховування (**yes**) та виведення (**no**) назви комп'ютера сервера при виведенні списку серверів. Приховування імені сервера не впливає на права доступу до нього. За замовчуванням встановлене значення **no**.

NET CONFIG WORKSTATION – виведення або зміна параметрів певної служби робочої станції (при умові, що служба запущена).

Синтаксис:

net config workstation [/charcount:байти] [/chartime:мс] [/charwait:с]

Параметри:

без параметрів – виведення на екран інформації про поточну конфігурацію служби робочої станції;

/charcount:байти – зазначення кількості байт, отримання яких система буде очікувати перед відправкою на комунікаційний пристрій. Якщо також встановлений параметр **/chartime:мсек**, то система буде діяти в залежності від того, яка умова буде виконана першою. Допустимий діапазон значень: 0–65535 байт. За замовчуванням встановлюється значення 16;

/chartime:мсек – зазначення інтервалу часу в мілісекундах, за який система збирає дані перед відправленням на комунікаційний пристрій. Якщо

параметр **/charcount:байты** також встановлений, то система буде діяти в залежності від того, яка умова буде виконана першою. Допустимий діапазон значень: 0–65535000 мс. За замовчуванням встановлюється значення 250;

/charwait:c – зазначення інтервалу часу в секундах, протягом якого система очікує доступності комунікаційного пристрою. Допустимий діапазон значень: 0–65535 с. За замовчуванням встановлюється значення 3600.

NET TIME – синхронізація годинника комп'ютера з годинником іншого комп'ютера або домена. Без ключа /set команда виводить час, встановлений на іншому комп'ютері або в іншому домені.

Синтаксис:

net time [\\комп'ютер | /domain[:домен] | /rtsdomain[:домен]] [/set]

net time [\\комп'ютер] [/querysntp] | [/setsntp[:список_серверів_NTP]]

Параметри:

без параметрів – виведення поточної дати та часу на комп'ютері, який є сервером часу для домену, в який включений локальний комп'ютер;

\\комп'ютер – зазначення назви сервера, на якому необхідно перевірити час або з яким необхідно синхронізувати таймер;

/domain[:домен] – зазначення назви домену, з яким синхронізується час;

/rtsdomain[:домен] – зазначення домену сервера надійного часу (RTS), з яким буде проведена процедура синхронізації.

/set – синхронізація годинника з часом зазначеного комп'ютера або домену;

/querysntp – виведення назви сервера NTP (Network Time Protocol), який зконфігуровано для локального комп'ютера, або комп'ютера, назва якого зазначена у параметрі **\\комп'ютер**;

/setsntp[:список_серверів_NTP] – зазначення списку серверів часу NTP для використання на локальному комп'ютері. Список може містити IP-адреси або імена DNS, розділені пропусками. Якщо використовується кілька серверів часу, то список береться в лапки.

NET NAME – додавання або вилучення імені для повідомлень (псевдоніму) або виведення списку імен, для яких комп'ютер приймає повідомлення. Для роботи даної команди необхідно, щоб була запущена служба повідомлень.

Синтаксис:

net name [ім'я [/add | /delete]]

Параметри:

без параметрів – виведення списку імен, які використовуються у даний час;

ім'я – зазначення імені (до 15 символів включно) для передачі та отримання повідомлень;

/add – додавання імені. Даний параметр не є обов'язковим. Команда **net name ім'я** діє аналогічно команді **net name ім'я /add**;

/delete – видалення зазначеного імені.

Список імен, що зареєстровані на даному комп'ютері, може мати три джерела:

1. Імена для повідомлень, які додаються за допомогою команди net name**.**

2. Ім'я комп'ютера, яке додається у момент запуску служби робочої станції. Це ім'я не може бути видалене.

3. Ім'я користувача, яке додається у той момент, коли користувач входить у системи. Додавання такого імені проводиться у тому випадку, коли це ім'я не використовується на іншому комп'ютері. Це ім'я може бути видалене.

NET SEND – відправлення повідомлень користувачам, комп'ютерам або псевдонімам в мережі. Для отримання повідомлень необхідно, щоб на комп'ютері була запущена служба повідомлень.

Синтаксис:

net send {ім'я | * | /domain[:назва] | /users} повідомлення

Параметри:

ім'я – зазначення імені користувача, назви комп'ютера або псевдонім, якому буде відправлено повідомлення. Якщо в ньому наявні пропуски, то необхідно брати в лапки;

***** – відправлення повідомлення усім члена групи (домену);

/domain[:назва] – відправлення повідомлення всім іменам в домені комп'ютера. Якщо параметр **назва** зазначений, то повідомлення буде відправлене всім в заданому домені або робочій групі;

/users – відправлення повідомлення всім користувачам, які підключені до сервера;

повідомлення – текст повідомлення.

NET STATISTICS – виведення журналу статистики для служб локальної робочої станції, сервера або запущених служб, для яких можливе виведення статистичних даних.

Синтаксис:

net statistics [workstation | server]

Параметри:

без параметрів – виведення спису запущених служб, для яких можливе виведення статистичних даних;

workstation – виведення інформації для локальної служби робочої станції;

server – виведення інформації для локальної служби сервера.

Команди групи NET адміністрування мережних ресурсів

NET VIEW – команда призначена для виведення списку доменів, комп'ютерів мережі або загальних мережних ресурсів на певному комп'ютері.

Синтаксис:

net view [\\комп'ютер | /domain[:домен]]

net view /network:nw [\\комп'ютер]

Параметри:

без параметрів – виведення списку комп'ютерів у поточному домені;

\\комп'ютер – зазначення назви комп'ютера, на якому будуть переглядатися загальні ресурси;

/domain[:домен] – зазначення домену, для якого буде виведено список комп'ютерів. Якщо параметр **домен** не зазначений, то виводиться інформації про всі домени мережі;

/network:nw – виведення списку доступних серверів в мережі NetWare. Якщо зазначено назва комп'ютера, то виводиться список його ресурсів. За домомогою цього параметру також можна переглядати ресурси в інших мережах NetWare.

NET USE – підключення до загальних мережних ресурсів або виведення інформації про підключення комп'ютера. Команда також управляє мережними з'єднаннями.

Синтаксис:

net use [пристрій | *] [\\комп'ютер\ресурс[\том]] [пароль | *]] [/user:[домен\]ім'я_користувача] [[/delete] | [/persistent:{yes | no}]]

net use пристрій [/home[пароль | *]] [/delete:{yes | no}]
net use [/persistent:{yes | no}]

Параметри:

без параметрів – виведення списку мережних підключень;

пристрій – зазначення назви ресурсу при підключення або назви пристрою при відключенні. Існує два типи назв пристроїв: диски (від D: до Z:) та принтери (від LPT1: до LPT3:). Використання символу * забезпечує підключення до наступної доступної назви пристрою;

\\комп'ютер\ресурс – зазначення назви сервера (до 15 символів) та загального ресурсу. Якщо використовуються пропуски, то параметр записується в лапках (" ").

\том – зазначення назви тому системи NetWare. Для підключення до серверів NetWare необхідно, щоб була запущена служба клієнта мережі NetWare (для клієнтських версій ОС Windows) або служба шлюзу мережі NetWare (для серверних версій ОС Windows);

пароль – зазначення паролю, який необхідний для підключення до загального ресурсу;

***** – виведення запиту на введення паролю. При вводі з клавіатури символи паролю на екран не виводяться;

/user – зазначення іншого імені користувача для підключення до загального ресурсу;

домен – зазначення назви іншого домену. Якщо назва домену не зазначена, то використовується поточний домен.

ім'я_користувача – зазначення імені користувача для підключення;

/delete – видалення зазначеного мережевого з'єднання. Якщо використовується символ *****, то будуть відключені всі мережеві з'єднання;

/home – підключення користувача до його основного каталогу.

/persistent – управління постійними мережевими з'єднаннями. За замовчуванням береться останнє використане значення. Підключення без пристроїв не є постійними;

yes – зберігає всі існуючі з'єднання і відновлює їх при наступному підключенні;

no – не зберігає виконувані і наступні підключення. Існуючі підключення відновлюються при наступному вході в системи. Для видалення постійних підключень використовується параметр**/delete**.

NET SHARE – команда призначена для створення і видалення сумісно використовуваних мережних ресурсів або виведення інформації щодоо них.

Синтаксис:

net share ресурс

net share ресурс=диск:шлях [/users:кількість | /unlimited] [/remark:"текст"]

net share ресурс [/users:кількість | unlimited] [/remark:"текст"]

net share {ресурс | диск:шлях } /delete

Параметри:

без параметрів – виведення інформації щодо ресурсів, які сумісно використовуються на локальному комп'ютері;

ресурс – зазначення мережної назви загального ресурсу;

диск:шлях – зазначення абсолютного шляху загального каталогу;

/users:кількість – зазначення максимальної кількості користувачів, яким дозволений одночасний доступ до загального ресурсу;

/unlimited – зняття обмеження на кількість користувачів яким дозволений одночасний доступ до загального ресурсу;

/remark:"текст" – додавання коментарів до ресурсу;

/delete – зняття дозволу на сумісне використання мереженого ресурсу.

NET FILE – виведення назв відкритих файлів на сервері та кількості блокувань для кожного файла (якщо встановлені). Команда також дозволяє закрити загальний файл та видалити блокування.

Синтаксис:

net file [id [/close]]

Параметри:

без параметрів – виведення списку відкритих файлів;

id – зазначення ідентифікаційного номеру файлу;

/close – закриття файлу і зняття блокування.

NET PRINT – управління завданнями і чергами друку принтерів та виведення відомостей про них.

Синтаксис:

net print \\комп'ютер\ресурс

net print [\\комп'ютер] завдання [/hold | /release | /delete]

Параметри:

комп'ютер – зазначення назви комп'ютера, на якому встановлена черга друку принтера;

ресурс – зазначення назви черги принтера. Коли параметр **ресурс** задається з параметром **комп'ютер**, то для розділу їх назв використовується знак \ ;

завдання – зазначення ідентифікаційного номеру, який присвоюється завданню при постановці його в чергу. Комп'ютери з однією або кількома чергами друку присвоюють кожному завданню унікальний номер. Номери не можуть бути однаковими навіть у різних чергах;

/hold – переведення завдання до стану очікування. Завдання залишається у черзі до того моменту, поки воно не буде вивільнене;

/release – вивільнення завдання, що знаходиться у стані очікування;

/delete – видалення завдання з черги на принтері.

NET SESSION – виведення списку користувачів, які підключені до комп'ютера або відключення таких користувачів.

Синтаксис:

net session [\\комп'ютер] [/delete]

Параметри:

без параметрів – виведення інформації щодо всіх сеансів певного комп'ютера;

\\комп'ютер – зазначення назви комп'ютера;

/delete – закінчення сеансу з зазначеним комп'ютером і закриття файлів даного сеансу. Якщо параметр **\\комп'ютер** не зазначений, то закриваються всі сеанси на локальному комп'ютері.

Командні файли

Термін "командний файл" є загальновживаним і може мати на увазі, як більш ранній термін "пакетний файл», так і більш пізній термін "командний файл". Поняття "пакетний файл" (Bat-файл) введено ще у перших версіях ОС MS-DOS. По своїй структурі пакетний файл є звичайним текстовим файлом, який містить кілька команд, які ідуть одна за одною. ОС за розширенням розпізнає, що пакетний файл належить до виконуваних файлів, і запускає його на виконання за допомогою командного інтерпретатора command.com. Поняття "командний файл" (cmd-файл) введено у ОС Windows NT. Командні файли є удосконаленою технологією пакетних файлів і запускаються на виконання за за допомогою командного інтерпретатора cmd.exe. У Unix-подібних ОС використовуються аналоги командних файлів – скриптові файли (shell script).

Як пакетні файли, так і командні файли є основними засобами автоматизації процедур системного та мережного адміністрування в ОС Windows. Зокрема, процедур пов'язаних з файловими операціями (копіювання, переміщення, видалення, архівація файлів та ката-

логів), запуском програм по таймеру, перевіркою доступності ресурсів та їх підключенням і т.п. Хоча процедури створення і застосування пакетних і командних файлів схожі, проте ці файли мають досить багато відмінностей. Зокрема, пакетні файли мають обмежений набір команд у порівнянні з командними і виконуються повільніше. У реальних системах рекомендується використовувати командні файли або подальші технологій їх удосконалення – скриптові засоби, такі як Windows Windows Script Host (WSH) або Windows PowerShell.

У командних файлах можна використовувати як прості послідовності команд системи, так і організовувати досить складні конструкції, які мають розгалуження, переходи, цикли. Можна сказати, що для командних файлів розроблена певна високорівнева мова програмування, у якій наявні такі базові поняття як змінні, оператори, функції. Змінні можуть бути внутрішніми (свого роду константи) і зовнішні (створювані користувачем). Роль функцій виконують внутрішні і зовнішні команди ОС Windows.

Перелік основних внутрішніх змінних ОС Windows наведено у табл. 1. У залежності від версії ОС цей перелік може бути і ширшим.

Таблиця 1

Основні внутрішні змінні ОС Windows

Змінна	Опис
CD	Поточний диск та каталог
CMDCMDLINE	Точний командний рядок, який використаний для запуску поточної сесії CMD
CMDEXTVERSION	Номер версії поточних командних розширень
DATE	Поточна дата
TIME	Поточний час
RANDOM	Випадкове число у діапазоні від 0 до 32767
ERRORLEVEL	Код завершення останньої виконуваної команди
SYSTEMROOT	Системний каталог
WINDIR	Системний каталог

USERNAME	Поточний користувач
USERDOMAIN	Поточний домен (робоча група)
COMPUTERNAME	Мережева назва комп'ютера
OS	Тип операційної системи
TEMP	Встановлений каталог для тимчасових файлів
PATH	Рядок, який містить шляхи пошуку файлів для запуску
SYSTEMDRIVE	Системний диск
PATHEXT	Розширення для виконуваних файлів
PROGRAMFILES	Шлях до папки Program Files
NUMBER_OF_PROCESSORS	Кількість процесорів системи
PROCESSOR_ARCHITECTURE	Архітектура процесора
PROCESSOR_IDENTIFIER	Ідентифікатор процесора
PROCESSOR_LEVEL	Рівень (номер модели) процесора
PROCESSOR_REVISION	Версія процессора

Основними командами, які дають змогу забезпечити інтерфейсну взаємодію у командних файлах є команди **cls**, **echo**, **title**, **color**, **rem**, **pause**.

Приклад пакетного файлу.

```
@echo off
cls
color F0
SET FileServer=SRV_1
SET LabFolder=\\SRV_1\OKM-PI-2017\OKM_PI-LRs-2017
SET TestFolder=\\SRV_1\OKM-PI-2017\OKM_PI-Tests-2017
echo ============================
echo WS UserName: %username%
echo WS CompName: %computername%
echo ============================
echo Checking file server %FileServer%
ping %FileServer%
if errorlevel 1 goto error
```

```
echo Sync time with %FileServer%
net time \\%FileServer% /set /yes
echo clear all network drives.
net use * /delete /yes
echo Adding Labs folder as L (%LabFolder%)
net use L: %LabFolder%
echo Adding Tests folder as T (%TestFolder%)
net use T: %TestFolder%
net use
echo Done.

goto end
:error
net use * /delete /yes
echo Can not access to %FileServer%
:end
```

Завдання на лабораторну роботу

1. Визначити параметри мережних налаштувань робочої станції. Результати навести у вигляді табл. 2.

Таблиця 2

Мережні настройки робочої станції

№ з/п	Параметр	Значення
1	Мережна назва	
2	Домен (робоча група)	
3	Марка мережного адаптера	
4	MAC-адреса	
5	IP-адреса	
6	Маска підмережі	
7	IP-адреса(и) DNS-сервера(ів)	
8	IP-Адреса шлюзу	

2. Провести перевірку роботи протоколу TCP/IP вузла за допомогою посилки запиту за адресою замкнення на себе 127.0.0.1 (адреси, яка часто фігурує як loopback, localhost). Якщо команда не виконана успішно, то наявні проблеми в роботі протоколу TCP/IP.

3. Визначити основні мережні параметри наступних вузлів мережі: основний та допоміжний сервери (контролери домена), шлюз, інтернет-сервер, дві сусідні робочі станції комп'ютерного класу тощо. Результати навести у вигляді табл. 3.

Таблиця 3

Основні параметри вузлів мережі

№ з/п	Мережева назва вузла	IP-адреса	MAC-адреса

4. Провести дослідження параметрів зв'язку між поточною робочою станцією і наступними вузлами мережі: основний та допоміжний сервери (контролери домена), шлюз, інтернет-сервер, маршрутизатор (керований комутатор). Кількість запитів зазначати як (4+№ варіанту), розмір буферу відправки як (1024 х № варіанту) байт. Результати навести у вигляді табл. 4.

Таблиця 4

Основні мережні параметри вузлів мережі

№ з/п	Мережева назва вузла	IP-адреса	Кількість спроб	Розмір буфера відправки, байт	Приблизний час передачі і прийому, мс		
					Мін.	Макс.	Сер.

5. Вивести статистичну інформацію про роботу мереженого адаптера Ethernet поточної робочої станції.

6. Вивести статистичну інформацію по окремих протоколах TCP, UDP, ICMP та IP за час роботи.

7. Вивести інформацію про дату та час, які на даний момент встановлені на сервері мережі.

8. Вивести та занотувати перелік комп'ютерів, які на даний момент наявні у мережі.

9. Визначити перелік мережних ресурсів доступних на файловому сервері мережі.

10. Вивести перелік мережних ресурсів, які використовує даний комп'ютер.

11. Вивести перелік мережних ресурсів, які надає даний комп'ютер та детальну інформацію про кожен з них.

12. Вивести інформацію при чергу друку будь-якого з комп'ютерів до якого підключений принтер з правом доступу з мережі.

13. Створити пакетний файл, який дозволить автоматизувати процес системного та мережного адміністрування вузла Windows-мережі за сценарієм, який наведено нижче. Передбачити у створеному файлі максимальну інформативність процесу, перевірку доступності вузлів, які містять ресурси, можливості використання ресурсів у залежності від доступності відповідних вузлів.

Проект мережі наведена на рис. 1.

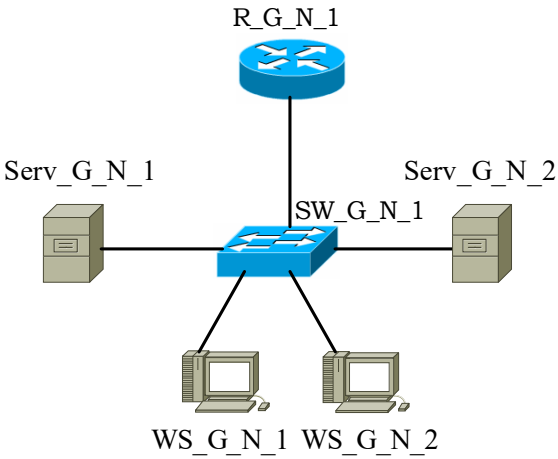


Рис. 1. Проект мережі

Основні блоки сценарію:

– Виведення загальної інформації про поточну робочу станцію та користувача (ім'я користувача, мережна назва, назва групи (домену), версія ОС, параметри адресації та ін.).

– Перевірка зв'язку поточної робочої станції з основним та допоміжним серверами мережі. Перевірка зв'язку з основним шлюзом мережі.

– Внесення в ARP-таблицю постійних записів для вузлів, з якими була здійснена успішна перевірка зв'язку у попередньому пункті.

– Синхронізація часу поточної робочої станції з часом основного або допоміжного сервера мережі.

– Відключення всіх підключених мережних ресурсів (папок, дисків і т.д.) та підключення необхідних ресурсів (папок, дисків, принтерів і т.д.) з основного чи допоміжного сервера мережі (у залежності від їх доступності).

– Створення на одному з локальних дисків поточної робочої станції особистої папки студента, надання повного доступу до цієї папки, копіювання у цю папку інформації з основного чи допоміжного сервера мережі.

– Пересилка повідомлення на основний та допоміжний вузли (сервери мережі), у випадку успішного виконання сценарію.

Контрольні питання

1. Адресація вузлів комп'ютерної мережі. Види та типи адрес, які використовуються в сучасних мережах.
2. Призначення команди hostname.
3. Призначення та особливості застосування команди ipconfig.
4. Призначення команди ping. Приклади застосування.
5. Призначення та особливості застосування команди arp.
6. Призначення та особливості застосування команди netstat.
7. Команди групи net.
8. Структура командного (пакетного) файлу.
9. Призначення WSH та PowerShell.
10. Основні внутрішні змінні ОС Windows та їх призначення.
11. Оператори роботи зі змінними ОС Windows та їх застосування.
12. Оператори організації виведення інформації на екран та у файл у командних файлах.
13. Оператори організації розгалужень у командних файлах. Оператори організації циклів у командних файлах.
14. Основні оператори роботи з файлами і папками.
15. Застосування мережевих команд у пакетних файлах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі. Підручник. Том 1. / Є.В. Буров, М.М. Митник. – Львів: «Магнолія 2006», 2021. – 334 с.

2. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі. Підручник. Том 2. / Є.В. Буров, М.М. Митник. – Львів: «Магнолія 2006», 2021. – 204 с.

3. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Навчальний посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.

4. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. Книга 2. Навчальний посібник. / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник. – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 328 с.

5. Odom Wendell. CCNA 200-301 Official Cert Guide. Volume 1. / Wendell Odom. Cisco Press, 2020. – 1095 p.

6. Odom Wendell. CCNA 200-301 Official Cert Guide. Volume 2. / Wendell Odom. Cisco Press, 2020. – 1444 p.

7. Навчальний курс CCNAv7: Introduction to Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

8. Навчальний курс CCNAv7: Switching, Routing, and Wireless Essentials [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

9. Навчальний курс CCNAv7: Enterprise Networking, Security, and Automation [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

10. Навчальний курс CCNA Routing and Switching: Introduction to Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

11. Навчальний курс CCNA Routing and Switching: Routing and Switching Essentials [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

12. Навчальний курс CCNA Routing and Switching: Scaling Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

13. Навчальний курс CCNA Routing and Switching: Connecting Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.netacad.com.

Н а в ч а л ь н о - м е т о д и ч н е в и д а н н я

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Частина 1

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Підготували
Воротніков Володимир Володимирович
Єфіменко Андрій Анатолійович
Дячук Ольга Юріївна
Колощук Марія Сергіївна

Редактор
Комп'ютерне верстання – **А. А. Єфіменко**

Свідоцтво про реєстрацію № __ від _____ 20__ року
Підписано до друку __.__.16. Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. ____. Зам. __ офс.

Безкоштовно

Друкарня Державного університету «Житомирська політехніка»