Міністерство освіти й науки України
Запорізький національний університет

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ ТА WEB-ПРОГРАМУВАННЯ

Методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Середня освіта (Інформатика)» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика)»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол №
від

Запоріжжя
2021

УДК 004.32:004.007(075.8)
І-741

К.С. Решевська Комп'ютерні мережі та Web-програмування: методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 0.14.19 «Середня освіта (Інформатика)» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Інформатика)». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. с.78.

Методичні рекомендації спрямовані на засвоєння студентами теоретичних знань з дисципліни «Комп'ютерні мережі та Web-програмування» та набуття ними практичних умінь і навичок роботи з моделювання та налагодження комп’ютерних мереж та з web-інтерфейсів з використанням HTML та CCS.

Навчально-методичне видання складається зі вступу, основної частини й списку рекомендованої літератури. В основній частині представлені 8 змістових модулів. Кожен модуль складається з теоретичних відомостей, завданнь лабораторних робіт та контрольних запитань. Видання призначено для здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня всіх освітньо-професійних програм спеціальності «Середня освіта», а також може бути корисне студентам різних спеціальностей для оволодіння основними уміннями із роботи з комп’ютерними мережами та розробки web-сайтів.

Рецензент
С. В. Чопоров, доктор технічних наук, доцент, виконувач обов’язків завідувача кафедри комп’ютерних наук

Відповідальний за випуск
С. В. Чопоров, доктор технічних наук, доцент, виконувач обов’язків завідувача кафедри комп’ютерних наук

ВСТУП

Дисципліна «Комп'ютерні мережі та Web-програмування» належить до циклу професійної підготовки та має статус обов’язкової.

Метою викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі та Web-програмування» є формування у студентів та слухачів знань з теорії та технологій побудови мереж ЕОМ, навичок з їх використання, створення та експлуатування, а також здобуття відомостей з основних направлень сучасного Web-програмування та вмінь з розробки стилізованої HTML-структури Web-сторінок.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Комп'ютерні мережі та Web-програмування» є: вивчення основних визначень з дисципліни, рівнів моделі OSI та відповідних їм протоколів; засвоєння принципів побудови сучасних інформаційних мереж та їх моделювання за допомогою емуляторів мереж; отримання навичок зі створення структури гіпертекстових сторінок засобами HTML, CSS.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- основні поняття мережних технологій;
- модель OSI;
- принципи опису функціонування і структури мережевих технологій у границях моделі OSI;
- топології мереж;
- принципи архітектурної побудови (апаратне та програмне забезпечення) сучасних локальних та глобальних мереж;
- базові технології мереж та їх можливості;
- основні поняття з web-програмування;
- правила побудови документів HTML;
- основні властивості каскадних таблиць стилів;
- основні елементи об’єктної моделі браузера;

вміти:

- проектувати архітектуру середньої (за розміром) локальної мережі;
- використовувати мережні можливості сучасних ОС;
- тлумачити за допомогою сніферів повідомлення сучасних протоколів,
- проектувати та моделювати роботу сучасних локальних та глобальних мереж на сучасному мереженому обладнанні за допомогою емуляторів мереж (Boson NetSim або Packet Tracer);
- розробляти структуру гіпертекстового документу на основі HTML розмітки, при використанні таблиць стилів CSS, таким чином, щоб елементи дизайну виглядали аналогічно макету.

Структура та вміст методичних рекомендацій відповідають змісту робочої програми дисципліни ««Комп'ютерні мережі та Web-програмування».

Для формування вмінь і навичок на лабораторних заняттях до методичних рекомендацій включені такі змістові модулі:

1. Основні поняття та класифікація комп'ютерних мереж. Топологія комп'ютерних мереж
2. Еталонна мережна модель OSI
3. Комунікаційні пристрої у комп'ютерних мережах
4. Технологія Ethernet
5. Мережний, транспортний, та прикладний рівні моделі OSI
6. Основи World Wide Web. Вступ до HTML
7. Розробка HTML-розмітки web-сторінок
8. Каскадні таблиці стилів. Мова CSS

Методичні рекомендації містять 8 лабораторних робіт, при виконанні яких студенти опановують навички й набувають уміння з моделювання та налагодження комп'ютерних мереж та з web-інтерфейсів з використанням HTML та CCS. До кожної роботи наведені контрольні запитання.

Змістовий модуль 1 Основні поняття та класифікація комп’ютерних мереж. Топологія комп’ютерних мереж

Теоретичні відомості:

Комп’ютерна мережа – сукупність об’єктів, що створена пристроями для передачі та обробки даних.

Для фізичного підключення до мережі необхідним є **мережний адаптер –** частина апаратного забезпечення, яка дозволяє комп'ютеру підключатися до мережі. Кожен мережевий адаптер має **MAC-адресу –** 6 дворозрядних шістнадцяткових чисел, розділених тире або двокрапкою які є обов’язковими для будь якого порту або пристрою, що під’єднаний до локальної комп’ютерної мережі (наприклад: 15-EF-A3-45-9B-57).

На додаток до фізичного підключенню для ідентифікації кожного комп'ютера в мережі використовується мережева IP-адреса. Щоб комп'ютер зміг обмінюватися даними через IP-мережу, необхідно правильно налаштувати наступні параметри:

– **ім'я комп'ютера** – зручна назва, яка полегшує користувачам доступ до загальних ресурсів;

– **IP-адресу** – унікальний ідентифікатор комп'ютера в мережі;

– **маску підмережі** – параметр, що дозволяє визначити адресу локальної підмережі;

– **шлюз за замовченням** – IP-адреса пристрою в локальній підмережі, через який локальна підмережа і комп'ютер підключаються до Інтернету або до іншої IP-мережі.

Зазвичай ці параметри налаштовують власноруч, але деякі з них можна привласнити автоматично. При ручному конфігуруванні мережний адміністратор (як правило) вводить в комп'ютер необхідні значення з клавіатури. При автоматичному – параметри отримуються за спеціальним запитом від сервера динамічної роздачі мережних адресів(DHCP).

Перевірка мережного зв’язку, отримання та встановлення мережних параметрів, визначення проблем у роботі є поширеними завданнями при роботі у локальній комп’ютерній мережі. Сучасні мережні операційні системи мають вбудовані інструменти, які дозволяють вирішувати подібні завдання з використання командного рядка або графічного інтерфейсу.

Основні утиліти для роботи у командному рядку сімейства операційних систем Windows представлено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні утиліти ОС Windows

Команда	Опис команди
ping	перевіряє коректність конфігурації протоколу TCP/IP і доступність іншого хоста

Продовження таблиці 1.1

ipconfig	відображає конфігурацію протоколу TCP/IP включаючи адреси серверів DHCP, DNS і WINS.
hostname	повертає ім'я локального комп'ютера для аутентифікації
nslookup	дозволяє переглядати записи в базі даних сервера DNS, що відносяться до того чи іншого вузла або домену
route	переглядає або змінює локальну таблицю маршрутизації
tracert	простежує маршрут від локального до віддаленого вузла
net view	використовується для перегляду списку ресурсів комп'ютера або мережі; виводить список доменів, комп'ютерів або загальних ресурсів, доступних на певному комп'ютері.
arp	відображає локальний кеш відповідностей IP-адрес адресам мережевих адаптерів

Лабораторна робота №1
Мережні інструменти операційних систем

Мета: навчитися використовувати основні мережні інструменти операційної системи сімейства Windows .

Завдання

1. Визначити ім'я локального комп'ютера, використовуючи команду *hostname*.
2. За допомогою утиліти *ipconfig* для вашого комп'ютера знайти:
   MAC-адресу;
   IP-адресу;
   IP-адресу шлюзу;
   IP-адреси сервера DNS;
   IP-адресу сервера DHCP;
3. Використовуючи команду *net view*, визначити:
   перелік доступних доменів мережі;
   доступні мережні ресурси (комп'ютери та інші доступні пристрої мережі);
   доступні ресурси вашого комп'ютера (мережні папки, принтери та інше);
   доступні ресурси п'яти хостів локальної мережі.
4. Використовуючи команди утиліти nslookup, отримати всі записи DNS серверу.
5. Виконати команду ping для перевірки з'єднання з п'ятьма сусідніми вузлами мережі.

6. Для п'яти хостів (з попереднього пункту) у комп'ютерному залі знайти MAC-адреси. Для перегляду інформації в локальному кеші використати команду *arp –a*.

7. Отримати таблицю мережевих маршрутів використовуючи команду *route* та команди утиліти *nbtstat*.

8. Простежити маршрут від локального до віддалених вузлів (п’ять довільних пошукових систем), використовуючи команду *tracert*.

9. За результатами виконаної роботи оформити звіт.

? Контрольні питання

1. Як визначити ім’я комп’ютера в мережі?
2. Як протестувати з’єднання хоста з довільним вузлом комп’ютерної
3. мережі?
4. Як отримати фізичну (MAC) адресу будь-якого доступного вузла
5. мережі?
6. Чи можливо використовувати вивчені мережні команди та утиліти у глобальній мережі Інтернет?
7. Скільки MAC-адресів може мати хост?
8. Наведіть приклад IP-адреса.
9. Які параметри має команда *ipconfig*?

Змістовий модуль 2 Еталонна мережна модель OSI

Теоретичні відомості

Взаємодія комп'ютерів у мережі подібна до спілкування людей за допомогою листів. Щоб передати лист з одного міста до іншого, яке може бути розташоване і в іншій країні, і, навіть, на іншому континенті. Для цього необхідно виконати цілий ряд певних дій: потрібно написати текст на аркуші паперу, підписати його, вкласти в конверт, указати на ньому адреси відправника й отримувача, наклеїти марку й віддати листоноші (або кинути в поштову скриньку). Подальша доля листа залежить вже від поштової служби. Яким-небудь засобом – на поїзді, кораблі, літаку або якось інакше, але лист доходить до адресата. Адресат отримує можливість відкрити конверт і прочитати повідомлення. Якщо яка-небудь зі стадій доставки не виконається, то інформація до адресата так і не дійде.

Так само і для спілкування вузлів у мережі, доводиться застосовувати цілий ряд послідовно виконуваних процедур – мережних протоколів. Для надійної та узгодженої роботи протоколів кожна операція в них повинна підпорядковуватись певним правилам. А для взаємодії програм й устаткування різних виробників одного з одним протоколи повинні відповідати певним промисловим стандартам.

Протокол [1] **–** набір правил і процедур, що регулюють порядок взаємодії комп'ютерів у мережі.

За роки існування комп'ютерних мереж було створено безліч різних протоколів – як відкритих (опублікованих для безкоштовного застосування), так і закритих (розроблених комерційними компаніями з необхідністю придбання ліцензії для використання). Однак всі ці протоколи прийнято зіставляти) з еталонною моделлю взаємодії відкритих систем (Open Systems Interconnection Reference Model), або просто моделлю OSI. Її опис був опублікований у 1984 р. Міжнародною організацією зі стандартизації (International Standards Organization, ISO), тому для неї часто використовується інша назва – модель ISO/OSI. Ця модель поєднує набір специфікацій, що описують мережі з неоднорідними обладнаннями, вимоги до них, а також способи їх взаємодії.

2.1 Структура моделі OSI

Модель OSI має вертикальну структуру, у якій усі мережні функції розподілені між сімома рівнями (рис. 2.1). Кожному такому рівню відповідають строго певні операції, устаткування й протоколи.

Реальна взаємодія рівнів при передачі інформації можлива тільки за вертикаллю й тільки із сусідніми рівнями.

Логічна взаємодія (відповідно до правил того чи іншого протоколу) здійснюється за горизонталлю – з аналогічним рівнем іншого комп'ютера на протилежному стороні лінії зв'язку. Кожний більш високий рівень

користується послугами рівня, що знаходиться нижче, знаючи, у якому виді і яким способом (тобто через який інтерфейс) потрібно передати йому дані.

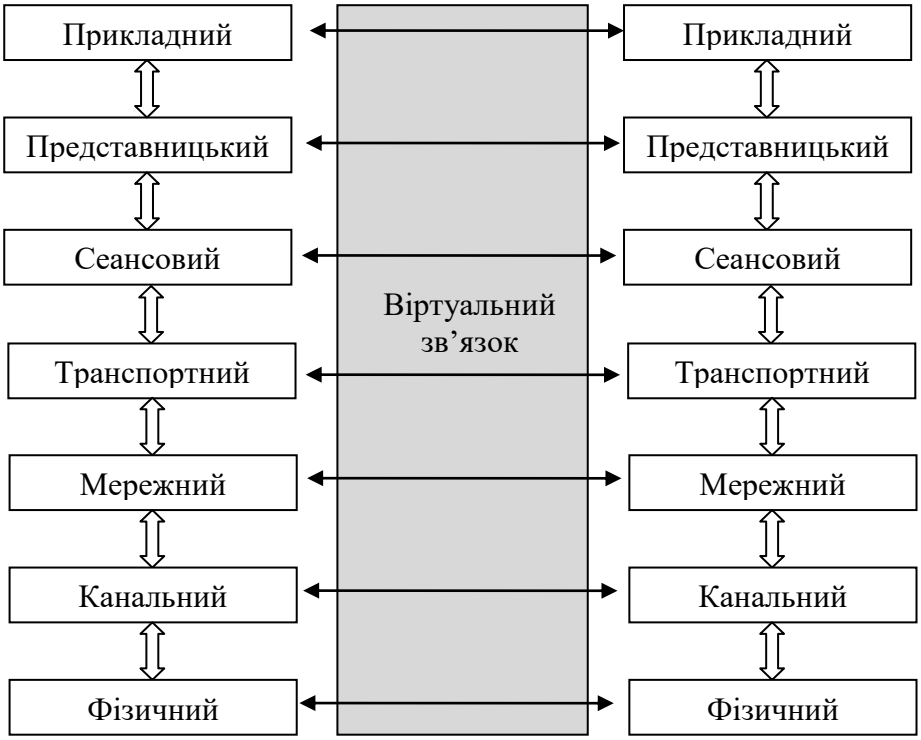

Рисунок 2.1 – МодельOSI

Завдання більш низького рівня – прийняти дані, додати свою інформацію (наприклад, адресну, яка необхідна для правильної взаємодії з аналогічним рівнем на іншому комп'ютері) і передати дані далі. Тільки на найнижчому, фізичному рівні мережної моделі, інформація попадає до середовища передачі й досягає комп'ютера-отримувача. На ньому вона проходить всі рівні у зворотному напрямку, поки не досягне прикладного.

Як бачимо, усе це дуже схоже, наприклад, з роботою пошти – програми «спілкуються» у мережі приблизно так само, як люди спілкуються, пишучи листи та відсилаючи їх поштою. Лист передається з верхнього рівня вниз, проходячи безліч необхідних стадій. При цьому він «обростає» службовою інформацією (конверт певного виду, адреса на конверті, поштовий індекс) і зазнає певну обробку (листоноша у відділенні забирає лист, на конверт наклеює марки, ставить штемпелі, а після сортування лист потрапляє в контейнер для перевезення пошти в інше місто). Так інформація доходить до самого нижнього рівня – поштового транспорту, яким вона перевозиться в пункт призначення. Там відбувається зворотній процес: відкривається контейнер, лист витягується, зчитується адреса, після чого листоноша доставляє лист адресатові, який отримує інформацію в первісному вигляді – коли витягає аркуш із конверта, перевіряє підпис і читає текст.

Таким чином, люди мають прямий зв'язок, і деталі доставки їх мало турбують. Листоноші також мають прямий зв'язок: листоноша в місті доставки

отримує у точності те, що передається листоноші у місті відправки– конверт із листом і адресною інформацією. Листонош при цьому не хвилюють проблеми, наприклад, залізничників, які в дійсності й здійснювали перевезення поштової кореспонденції.

Тепер познайомимося ближче з рівнями моделі OSI і визначимо мережні послуги, які вони надають суміжним рівням.

2.2 Рівні моделі OSI

Розглянемо детальніше усі рівні моделі OSI [1].

✎**Рівень 1 – Фізичний (Physical).** Фізичний рівень відповідає за передачу біт у фізичному середовищі у вигляді електричних або світлових сигналів. На цьому рівні визначаються електричні, оптичні, механічні й функціональні характеристики ліній зв'язку: напруга, частота, довжина хвиль, типи конекторів, кількість й функціональність контактів, схеми кодування сигналів тощо. Також на цьому рівні визначається топологія мережі (це поняття буде розглянуто у рамках наступної теми)

✎**Рівень 2 – Канальний (Data Link).** Канальний рівень забезпечує безпомилкову передачу даних, отриманих від вищого мережного рівня 3, через фізичний рівень 1 між двома робочими станціями у мережі. Повідомлення на цьому рівні формуються у кадри.

✎**Кадр (frame)** – мінімальний фрагмент даних, що передається у мережі.

Канальний рівень складається з двох підрівнів: керування доступом до середовища (Media Access Control, MAC) і керування логічним зв'язком (Logical Link Control, LLC).

Рівень MAC забезпечує спільний доступ мережних адаптерів до фізичного рівня, визначення границь кадрів, розпізнавання адреси призначення кадрів (їх часто називають фізичними, або Mac-Адресами).

Рівень LLC, що діє над рівнем MAC, відповідає за встановлення каналу зв'язку й за безпомилкове посилання й приймання повідомлень із даними.

✎**Рівень 3 – Мережний (Network).** Мережний рівень відповідає за забезпечення зв'язку між будь-якими вузлами мережі з довільною топологією. На цьому рівні визначається маршрут проходження повідомлення, а також вирішується завдання керування потоками даних і обробки помилок передачі.

✎**Маршрут –** послідовність маршрутизаторів складеної мережі, через які проходить пакет.

✎**Рівень 4 – Транспортний (Transport).** На транспортному рівні визначається ступінь надійності доставки інформації від одного комп'ютера іншому. На цьому рівні виконуються наступні дії: повідомлення сеансового рівня розбиваються на пакети, та нумеруються, буферизуються прийняті пакети, упорядковуються пакети, які прибувають, адресуються прикладні процеси (назначаються порти) та здійснюється управління потоком.

Таким чином, транспортний рівень завершує процес передачі даних, приховуючи від більш високих рівнів усі деталі й проблеми, пов'язані з доставкою інформації будь-якого обсягу між будь-якими точками мережі.

✎**Рівень 5 – Сеансовий (Session).** Сеансовий рівень дозволяє двом мережним додаткам на різних комп'ютерах встановлювати, підтримувати й завершувати з'єднання, що називається мережним сеансом. Орім цього, на 5-му рівні моделі OSI здійснюється відновлення аварійно перерваних сеансів зв'язку та виконується перетворення зручних для людей імен комп'ютерів у мережні адреси (розпізнавання імен), а також реалізуються функції захисту сеансу.

✎**Рівень 6 – Представницький, або Рівень представлення (Presentation).** Визначає формати інформації, що передається між комп'ютерами. На цьому рівні здійснюється перекодування, стиск і розпакування даних, шифрування й дешифрування, підтримка мережних файлових систем та ін.

✎**Перекодування** – переведення інформації у вид, зрозумілий всім комп'ютерам, які беруть участь в обміні)

✎**Рівень 7 – Прикладний (Application), або Рівень додатків.** Забезпечує взаємодію мережних програм, що працюють на комп'ютерах. Саме за допомогою цих програм користувач отримує доступ до таких мережних послуг, як обмін файлами, передача електронних листів, вилучений термінальний доступ та ін.

До моменту появи моделі OSI вже існували й показали високу ефективність інші набори (стеки) протоколів, наприклад стек TCP/IP. Тому побудований у повній відповідності з описаною вище моделлю набір протоколів OSI так і не отримав широкого поширення. Більшість сучасних мережних архітектур і наборів протоколів відповідають цій моделі лише до певного ступеня. Незважаючи на це, сама модель ISO/OSI дотепер широко використовується для опису взаємодії в мережних середовищах.

2.3 Ethenet – технологія локальних мереж

✎**Ethernet [2]** – це найбільш поширена технологія організації локальних мереж. Стандарти Ethernet описують реалізацію двох перших рівнів моделі OSI – кабельні з'єднання і електричні сигнали (фізичний рівень) та формати блоків даних і протоколи управління доступом до мережі (канальний рівень).

В OSI Ethernet знаходиться на фізичному і канальному рівнях.

На канальному рівні повідомлення представлено у вигляді кадру (фрейму). Формат цього кадру представлено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Формат кадру Ethernet

Преамбула (56 біт)	Ознака початку кадру (8 біт)	Адреса одержувача (48 біт)	Адреса відправника (48 біт)	Довжина / тип (16 біт)	Дані (змінна довжина)	Контрольна сума (32 біт)

Поля "Преамбула" і "Ознака початку кадру" призначені для синхронізації відправника і одержувача. Преамбула являє собою 7 - байтовую послідовність одиниць і нулів. Поле ознаки початку кадру має розмір 1 байт. Ці поля не приймаються в розрахунок при обчисленні довжини кадру.

Поле "Адреса одержувача" складається з 6 байт і містить фізичну адресу пристрою в мережі, якому адресований даний кадр.

Поле "Адреса відправника" складається з 6 байт і містить фізичну адресу пристрою в мережі, яке відправило даний кадр. Перший біт адреси відправника завжди дорівнює нулю.

Поле "Довжина / тип" може містити довжину або тип кадру в залежності від використовуваного кадру Ethernet. Якщо поле задає довжину, вона вказується в двох байтах. Якщо тип - то вміст поля вказує на тип протоколу верхнього рівня, якому належить даний кадр. Наприклад, при використанні протоколу IPX поле має значення 8137, а для протоколу IP - 0800.

Поле "Дані" містить дані кадру. Найчастіше - це інформація, потрібна протоколам верхнього рівня. Дане поле не має фіксованої довжини.

Поле "Контрольна сума" містить результат обчислення котрольно суми всіх полів, за винятком перамбули, ознаки початку кадру і самої контрольної суми. Обчислення виконується відправником і додається в кадр. Аналогічна процедура обчислення виконується і на пристрої одержувача. У разі, якщо результат обчислення не збігається зі значенням даного поля, передбачається, що сталася помилка при передачі. В цьому випадку кадр вважається зіпсованим і ігнорується.

Лабораторна робота №2
Детальний огляд рівнів моделі OSI

Мета: ознайомитись із протоколами усіх рівнів еталонної моделі OSI та проаналізувати склад кадру канального рівня.

Завдання.

1. Заповнити таблицю 2.1:

– вказати номер порту, який відповідає протоколу;

– описати основні функції, які виконує протокол у мережі при передачі даних.

Таблиця 2.1 – Опис основних протоколів мережевої взаємодії

№	Протокол	Порт	Опис призначення та основних функцій
1	ARP		
2	DHCP		
3	DNS		

4	FTP		
5	HTTP		
6	HTTPS		
7	ICMP		
8	ICMPv6		
9	NTP		
10	POP3		
11	SMTP		
12	SNMP		
13	SSH		
14	TCP		
15	TFTP		
16	Telnet		
17	RDP		
18	VNC		
19	UDP		
20	VTP		

2. Розставити за рівнями моделі OSI наступні поняття:

– повторювач (repeater);
– концентратор (hub);
– міст (bridge);
– комутатор (switch);
– маршрутизатор (router);
– шлюз (gateway);
– роз'єм RJ-45;
– MAC-адреса;
– IP-адреса;
– документ RFC792;
– стандарт IEEE 802.3;
– одиниця даних "кадр" (frame);
– одиниця даних "пакет" (packet);
– одиниця даних "повідомлення" (message);
– протокол SSL;
– протокол SPX;
– протокол HTTP;
– протокол ARP;

– протокол OSPF;

– протокол PPP;

– стек протоколів NetBIOS / SMB.

! Багато що з наведеного списку може відповідати відразу декільком рівням моделі OSI, у відповіді це необхідно враховувати.

3. Заповнити таблицю 2.1. У якості даних взяти свої ПІБ. Адреса відправника – MAC-адреса вашого комп'ютеру, адреса отримувача MAC-адреса сусіднього комп'ютеру.

4. За результатами виконаної роботи оформити звіт.

? Контрольні запитання:

1. Що розуміється під терміном «мережний протокол»?
2. Які мережні функції здійснюються в моделі OSI?
3. Який рівень, згідно з моделлю OSI, відповідає за вибір маршруту передачі даних?
4. На якому рівні моделі OSI взаємодіють програми, що забезпечують передачу повідомлень електронної пошти?

Змістовий модуль 3. Технологія Ethernet

Теоретичні відомості. Комунікаційні пристрої в комп'ютерних мережах

Ethernet [2] – це найбільш поширена технологія організації локальних мереж. Стандарти Ethernet описують реалізацію двох перших рівнів моделі OSI – кабельні з'єднання і електричні сигнали (фізичний рівень) та формати блоків даних і протоколи управління доступом до мережі (канальний рівень).

В OSI Ethernet знаходиться на фізичному і канальному рівнях.

Технологію Ethernet придумав у 1973 році Роберт Меткалф . Тоді він працював в компанії Xerox. В якості основи своєї ідеї Роберт Меткалф використовував мережу Алоха Г авайського університету , в якій дані передавались по бездротовому середовищу через радіоефір .

Тільки в якості ефіру, по якому передаються дані використовувалися дроти . Технологія виявилась працездатньою і три компанії ксерокс Xerox, DEC і Intel вирішують використовувати мережу Ethernet в якості стандартного мережного рішення для всього обладнання цих компаній . Раніше кожна компанія виробляла своє обладнання, які були несумісними один з одним .

Ethernet став індустріальним стандартом, який стали використовувати відразу три великі компанії . У 1982 році створено проект IEEE 802.3 для того, щоб прийняти вже не індустріальний, а юридичний стандарт для технології Ethernet . В кінці дев'яностих років Ethernet став найбільш популярною технологією для створення локальних мереж і витіснив всі інші існуючі до того часу технології .

Існує велика кількість варіантів технології Ethernet . Найперший варіант Ethernet мав швидкість 10 Мб/с , дані можна було передавати по кабелях трьох типів: коаксіальний кабель, кручена пара, оптичний кабель.

Послідуючі варіанти стандартів Ethernet також починаються з 802.3 і відрізняються різними буквами. Другий варіант Ethernet називається Fast Ethernet (швидкий Ethernet), тут швидкість збільшена в 10 разів з 10 до 100 Мб/с і для передачі даних можна використовувати тільки два типи кабелів : кручену пару і оптику . Далі з розвитком технолгії швидкість збільшувалася у 10 разів: 1Гб/с – в Gigabit Ethernet , до 10 Гб/с – в 10G Ethernet і до 100 Гб/с – у 100G Ethernet .

Також була випущена проміжна версія 5G Ethernet , яка працює на швидкості 2 ,5 і 5 Гб/с .

Варіанти технології 10 і 100 G igabit Ethernet підходять для серверів , а 5G Ethernet для створення локальних мереж.

Під назвою Ethernet ховаються дві абсолютно різні технології:

- класичний Ethernet;
- комутований Ethernet.

✎**Класичний Ethernet** використовує розподілене середовище для передачі даних . Дані, які передаються по цій технології доступні всім комп'ютерам , які підключені до мережі .

✎**Комутований Ethernet** використовує з'єднання «точка–точка».

Майже все сучасне обладнання підтримує як класичний , так і комутований Ethernet .

У першому варіанті класичного Ethernet використовувалася топологія загальна шина. Вздовж всіх комп'ютерів проводився коаксіальний кабель, який з'єднував всі комп'ютери між собою. Комп’ютери підключались підключа лись до цього коаксіальному кабелю за допомогою т - конекторів. До нього здвох сторін підключалися різні ділянки коаксіального кабелю , що з'єднує комп'ютер з двома сусідніми .

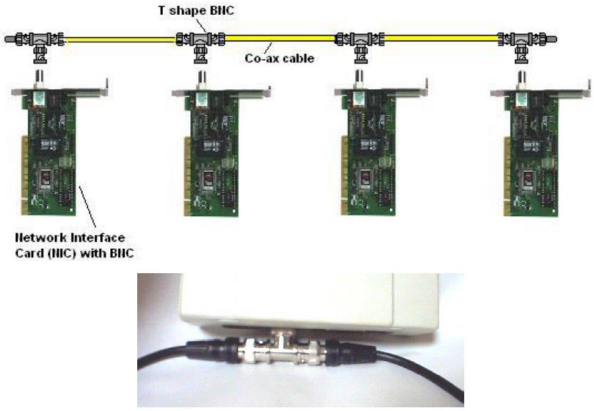

Рисунок 3.1 – Фізична реалізація технології класичний Ethernet

Такі мережі були не зручні в експлуатації . Якщо десь відббувався розрив кабелю або пошкодження адаптеру, то переставала працювати вся мережа і знайти місце, де конкретно сталася проблема було дуже складно . Саме тому з'явився другий варіант технології Ethernet на основі спеціальних пристроїв – концентраторів.

Фізична топологія – зірка, логічна – загальна шина . Комп'ютери підключаються до мережі за допомогою концентратору. Сигнал , який надходить на один порт концентратору передається на всі інші порти . Перевага концентраторів полягає в тому , що якщо вийде з ладу кабель або мережний адаптер , то переривається зв’язок лише з одним комп'ютером . Знайти несправність в такій мережі досить легко на основі світлової індикації на портах концентратору.

Технологія Ethernet включає фізичний і канальний рівень моделі взаємодії відкритих систем. На фізичному рівні технологія Ethernet містить опис передачі сигналів по трьома типам кабелів : коаксіальному кабелю, мідному кабелю і оптоволокну .

На канальному рівні задано метод доступу і протоколи. Метод доступу працює однаково незалежно від того, який кабель використовується для передачі даних . На канальному рівні для передачі даних використовуються кадри .

Метод CSMA / CD

Розглянемо класичний тип стандарту Ethernet , в якому використовується загальне середовище передачі даних і існує необхідність в методі забезпечення узгодженого доступу до середовища передачі даних.

Якщо два комп'ютера почнуть передавати дані одночасно, то відбудеться колізія. У Ethernet для виявлення колізії комп'ютери, які передають і приймають дані, одночасно порівнюють ці дані між собою. Якщо той сигнал, який комп'ютер передає в мережу відрізняється від того, який він приймає, це означає що сталася колізія. Вхідний сигнал змінюється через те, що якийсь інший комп'ютер передає свій сигнал в мережу.

У Ethernet якщо комп'ютер виявив колізію, він зупиняє передачу і передає в мережу Jam послідовність. Це сигнал, який істотно спотворює всі дані, які передаються по мережі, підсилює колізію, щоб всі комп'ютери, які підключені до середовища, гарантовано зрозуміли, що колізія сталася і зупинили передачу.

У мережах, де використовується загальне середовище, необхідно використовувати метод управління доступом середовищі передачі даних. Цей метод повинен забезпечити те, що в одну одиницю часу дані у середовищі передаються ЛИШЕ одним комп'ютером.

У класичному Ethernet використовується метод управління доступом до середовища – CSMA / CD.

CSMA / CD (carrier-sense-multiply-access with collision detection) - метод множинного доступу з упізнанням несучої частоти і виявленням колізій.

«Множинний доступ» означає те, що є певне колективне середовище, яке використовується кількома комп'ютерами.

Для того, щоб уникнути колізій, комп'ютери передають інформацію тільки тоді, коли середовище вільне. Прослуховування дозволяє визначити чи вільне середовище в даний момент часу.

Робота мережі методу CSMA / CD складається з трьох етапів:

1. Періоду передачі.
2. Періоду конкуренції.
3. Періоду простою.

В період передачі якомусь комп'ютеру вдалося захопити доступ до середовища і він передає свої дані. У періоді простою нікому передавати дані не потрібно і середовище вільне.

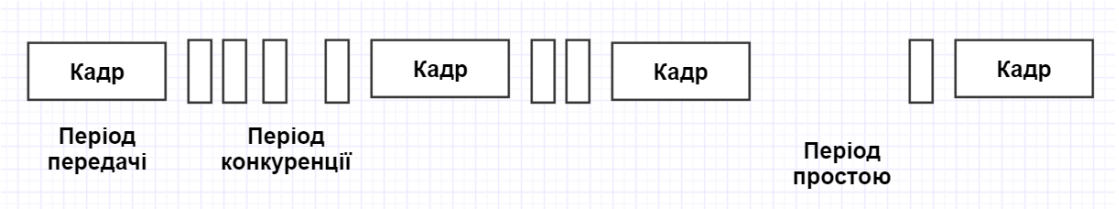

Рисунок 3.6 – Етапи середовища передачі даних за методом CSMA / CD

Період конкуренції виникає, коли кілька комп'ютерів намагаються почати передавати дані, через те, що дані передають кілька комп'ютерів, виникає

колізія, передача даних зупиняється і так триває деякий час, поки якийсь комп'ютер не захопить поділюване середовище, після цього починається період передачі.

Передавати кадри комп'ютер може, тільки якщо в середовищі немає несучої частоти. Комп'ютер перевіряє чи відсутня несуча частота у середовищі. Якщо вона відсутня, то він може починати передачу кадру.

Передача складається з преамбули, кадру та межкадрового інтервалу.

Спочатку передається преамбула, яка дозволяє відправнику і одержувачу синхронізуватися і виділити кадр, потім передається сам кадр. А після цього витримується пауза, яка називається «міжкадровий інтервал».

Довжина преамбули 8 байт. Перші 7 байт це послідовність 1 і 0, що чергуються (10101010…), саме за рахунок цього забезпечується синхронізація відправника і одержувача. У восьмому байті в кінці – дві одиниці підряд, це говорить про те, що преамбула закінчилася і далі йдуть дані кадру.

Всі комп'ютери, які підключені до середовища, починають читати кадр і записувати дані в буфер. Вони читають перші 6 байт кадру, в яких знаходиться MAC-адреса одержувача.

Після цього комп'ютери порівнюють MAC-адресу одержувача зі своєю MAC-адресою. І той комп'ютер, який упізнав свію MAC-адресу продовжує записувати цей кадр в свій буфер. Всі інші комп'ютери припиняють приймати дані.

Після того, як передача кадру закінчилася, комп'ютер відправник витримує міжкадровий інтервал. У класичному Ethernet його довжина 9,6 мкс. Це потрібно, щоб один комп'ютер не захопив канал монопольно і не почав передавати кадр за кадром, при цьому не даючи передавати іншим комп'ютерам, а також, щоб привести адаптери в початкове положення і підготувати їх для прийняття і передачі наступного кадру.

Після того, як передачу кадру закінчено і витримано міжкадровий інтервал інші комп'ютери можуть спробувати почати передавати дані. Якщо в цей час захочуть передавати дані кілька комп'ютерів, то відбудеться період конкуренції. Комп'ютери намагаються захопити канал для передачі даних.

Комп'ютер, коли починає передавати дані також і приймає дані, щоб зрозуміти сталася колізія чи ні. У період конкуренції, коли дані передають одночасно на кілька комп'ютерів, відбувається колізія, тому комп'ютеру необхідно зробити паузу і продовжити передачу через деякий час. Однак, якщо всі комп'ютери будуть чекати однаковий час, то період конкуренції ніколи не закінчиться. Тому, час для очікування конкуренції розраховується за формулою: L * 512 бітових інтервалів .

Бітовий інтервал цей час між появами двох послідовних бітів даних. У класичному Ethernet це 0,1 мкс, але тривалість бітового інтервалу може бути будь-який, головне, що вона фіксована для конкретної мережної технології. Число L вибирається випадковим чином з діапазону $[0, 2^{N-1}]$, де N – номер спроби передачі даних.

Коли комп'ютери почали передавати дані і виявили колізію, число L вибирається з діапазону [0,1]. Якщо комп'ютерів багато і вони працюють

активно, то велика ймовірність, що два комп'ютера виберуть однакове число L і знову станеться колізія. На другому етапі число L буде вибиратися з діапазону [0,3], якщо все ще виникає колізія, то [0,7] і т.п.

Згодом діапазон, з якого вибирається L стає досить великим і ймовірність, що кілька комп'ютерів виберуть одне і те ж значення, знижується. При цьому в класичному Ethernet використовується обмеження, після 10 спроб, інтервал з якого вибираються значення L не збільшується, а після 16 спроб передача даних припиняється. Комп'ютер вважає, що середовище передачі даних непрацездатне.

Недоліки класичного Ethernet :

1. Коли в мережі багато комп’ютерів і вони активно передають дані, то мережа працює дуже повільно або стає непрацездатною.
2. Комп'ютери більшу частину часу витрачають на боротьбу за доступ до середовища, ніж на передачу даних.
3. Безпека в класичному Ethernet низька, всі дані, які надходять в поділюване середовище доступні всім комп'ютерам в мережі, тому будь-який комп’ютер, підключений до середовища, може перехопити передані дані і переглянути їх.

Мережні пристрої

Для взаємодії з мережею, комп’ютеру потрібен мережний адаптер (провідний чи безпровідний). Крім того, слід встановити драйвер мережного адаптера – спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє операційній системі (ОС) працювати з цим пристроєм. Як правило, сучасна ОС сама розпізнає пристрій та встановлює для нього потрібний драйвер. Якщо ж цього не сталося (або з автоматично встановленим драйвером мережа не працює), то потрібно власноруч встановити драйвер, що входить у комплект поставки адаптера.

Мережний адаптер та драйвер працюють на фізичному рівні та підрівні управління доступом до середовища (MAC) моделі OSI, забезпечуючи взаємодію фізичного та мережного рівнів.

Відповідно, адаптер повинен мати потрібний роз’єм для підключення конектора (звичайно RJ-45), а також унікальну фізичну (або «MAC») адресу, що використовується для однозначної ідентифікації комп’ютеру у даному сегменті мережі. Зазвичай ця адреса назначається виробником адаптера при виготовленні, однак деякі моделі адаптерів допускають зміну MAC-адреси власноруч, наприклад, через налаштування BIOS адаптера або за допомогою спеціальної програми.

Якщо на комп’ютері встановлений протокол TCP/IP, то MAC-адреси встановлених на цьому комп’ютері адаптерів можна легко визначити за допомогою цілого ряду утиліт: IPCONFIG, NBTSTAT, ROUTE PRINT, NETSTAT, NET CONFIG. Достатньо у командному рядку ввести команду [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]:

IPCONFIG /ALL

і у виданому на екран тексті звернути увагу на параметр «Фізична адреса».

В операційній системі Windows це зробити ще простіше – достатньо двічі клацнути мишею на значку підключення у вікні **Сетевые подключения**, у вікні стану адаптера, що відкрилося, вибрати вкладку **Поддержка** та на ній натиснути кнопку **Подробности.**

Пристрої зв'язку

Для з'єднання комп'ютерів у мережі використовуються різні типи мережних пристроїв. Їх детальний розгляд дозволить з'ясувати яке саме обладнання слід використовувати при проектуванні різних типів мереж, оскільки від правильного вибору пристрою зв'язку залежить не тільки якість та швидкість роботи мережі, але й можливості її подальшого розширення.

Для об'єднання мережею двох комп'ютерів достатньо мати в них сумісні мережні адаптери. При використанні найпоширенішої на сьогодні технології локальних мереж Ethernet достатньо кабель вставити у роз'єм RJ-45 мережних адаптерів. При організації бездротової передачі даних типу Wi-Fi треба переключити бездротові адаптери у спеціальний режим Ad-Hoc, який забезпечує пряму взаємодію комп'ютерів один з одним.

Мости та комутатори

Мости (bridge) та комутатори (switch) використовуються в мережах з метою усунення виникнення частих колізій. Навідміну від концентраторів вони вміють визначати MAC-адреси джерела та приймача сигналів, а також підтримувати таблицю відповідностей своїх портів та MAC–адреса, що використовуються в мережі. Таку таблицю міст (чи комутатор) формує одразу після підключення за наступним принципом – як тільки порт отримує відповідь від пристрою з певною фізичною адресою, у таблиці з'являється рядок відповідностей: «MAC-адреса ↔ порт».

Мости працюють на підрівні управління доступом до середовища (MAC) канального рівня моделі OSI. Отримавши кадр та визначивши адресу призначення, міст або комутатор транслює кадр тільки у той порт, з яким ця MAC-адреса зіставлена у таблиці відповідностей. Кадри, що передаються між комп'ютерами одного сегменту, комутатор отримує, але нікуди не транслює (рис.4.1).

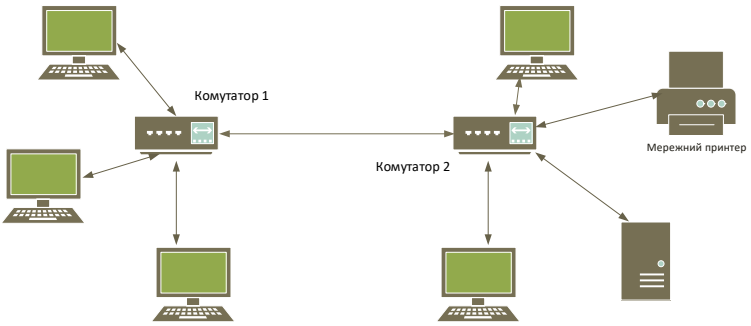

Рисунок 4.1 – Передача кадрів за допомогою комутаторів

Для ознайомлення з mac-адресами усіх вузлів мережі мости та комуттори посилають широкомовне повідомлення, призначене усім комп'ютерам локальної мережі.

Мости та комутатори відрізняються тим, що міст у кожен момент часу може передавати тільки один кадр, обслуговуючи передачу від одного комп'ютера до іншого (тому перші моделі мостів були двопортовими). Комутатор вміє вибудовувати велику кількість віртуальних каналів зв'язку між портами (тобто комутувати порти один з одним, звідси й назва пристрою), виробляючи паралельну обробку кадрів, що поступають з різних портів. Звісно, продуктивність мереж, побудованих на базі комутаторів, значно вище.

Сьогодні більшість локальних мереж будується саме на комутаторах.

Лабораторна робота №3
Розробка моделі локальної мережі у Packet Tracer

Мета: ознайомитись із інтерфейсом програмного забезпечення Cisco Packet Tracer та навчитись розробляти просту локальну мережу та порівняти роботу мережі на основі концентратору та комутатору.

Завдання 1

1. Ознайомитись із інтерфейсом додатку Cisco Packet Tracer
2. Задати топологію комп'ютерної мережі, представленої на рис.3.2

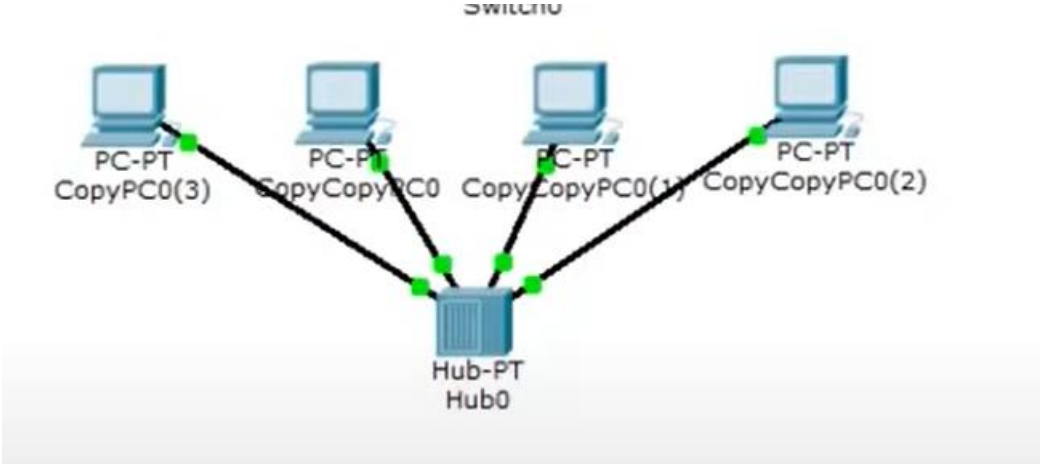

Рисунок 4.2 – Топологія мережі

3. Назначити комп'ютерам у мережі IP-адреси та маски, наведені у таблиці 3.1 (v-номер за списком).

Таблиця 3.1

Пристрій	IP ADDRESS	SUBNET MASK
PC1	v.1.1.1	255.255.255.0
PC2	v.1.1.2	255.255.255.0
PC3	v.1.1.3	255.255.255.0
PC4	v.1.1.4	255.255.255.0

4. На кожному комп'ютері мережі перевірити зв'язок з іншими комп'ютерами, запустивши команду ping

5. У режимі симуляції візуалізувати процес проходження пакету у мережі. Пояснити роботу концентратору у мережі.

Завдання 2

1. Задати топологію комп'ютерної мережі, представленої на рис.4.2

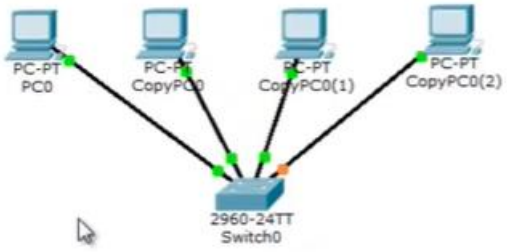

Рисунок 4.2 – Топологія мережі

2. Назначити комп'ютерам у мережі IP-адреси та маски, наведені у таблиці 4.1 (v-номер за списком).

Таблиця 4.1

Пристрій	IP ADDRESS	SUBNET MASK

PC1	v.1.1.1	255.255.255.0
PC2	v.1.1.2	255.255.255.0
PC3	v.1.1.3	255.255.255.0
PC4	v.1.1.4	255.255.255.0

3. На кожному комп'ютері мережі перевірити зв'язок з іншими комп'ютерами, запустивши команду ping

4. У режимі симуляції візуалізувати процес проходження пакету у обох мережах. Пояснити відмінність роботи концентратору та комутатору.

5. За результатами виконаної роботи оформити звіт.

? Контрольні запитання:

1. Яку функцію виконує концентратор у комп'ютерній мережі?
2. У чому полягає метод CSMA/CD?
3. Що таке колізія? Яка процедура її виявлення?
4. На якому рівні моделі OSI працює концентратор?
5. Який пристрій забезпечує інтерфейс між комп'ютером та мережним кабелем?
6. Що розуміється під назвою «пристрій зв'язку»?
7. У чому схожість та відмінності між концентраторами та повторювачами?
8. У чому схожість та відмінність між мостами та комутаторами? Чим вони відрізняються від концентраторів?

Змістовий модуль 4. Мережний, транспортний, та прикладний рівні моделі OSI.

Теоретичні відомості

При розширенні комп'ютерних мереж, зазвичай, доводиться ділити одну локальну мережу на декілька підмереж. Причини та критерії ділення можуть бути різними:

- фізичне місце розташування;
- логічна функція;
- вимоги безпеки;
- вимоги програм.

Маршрутизатор є основним мережевим пристроєм, що зв'язує локальні мережі, направляє трафік (виконує передачу пакетів) та виконує інші важливі для ефективної роботи мережі функції.

Маршрут – послідовність маршрутизаторів, через які повинен пройти пакет.

Протоколи маршрутизації – це правила, за якими здійснюється обмін інформацією про шляхи передачі пакетів між маршрутизаторами.

Одна з головних задач маршрутизатора полягає у визначенні найкращого шляху до заданого адресату. Маршрутизатор визначає шляхи (маршрути) до адресатів або зі **статичної** конфігурації, введеної адміністратором, або **динамічно** на підставі маршрутної інформації, отриманої від інших маршрутизаторів.

Маршрутизатори передають дані тільки **між різними мережами** і для цього використовують таблиці маршрутів, які зберігаються в оперативній пам'яті. У більшості ОС таблиці маршрутизації містять наступні поля:

- **адреса призначення** – адреса мережі (вузла), для якої призначений маршрут;
- **маска** – маска, що відповідає адресі, вказаній в полі адреса призначення;
- **шлюз** – IP-адреса інтерфейсу маршрутизатора, якому має бути переданий пакет;
- **інтерфейс** – ідентифікатор інтерфейсу, через який має бути переданий пакет.

Маршрутизатор використовує цю таблицю для прийняття рішення куди направляти пакет за декілька кроків.Для визначення маршруту з кожним рядком таблиці проводяться наступні дії (рядок для маршрутизатора за замовчуванням обробляється останнім):

- виконується операція накладення значення поля "Маска" на IP-адресу одержувача;
- отримане значення порівнюється зі значенням поля "Адреса призначення", якщо значення збігаються, то система запам'ятовує рядок таблиці.

1. Якщо на попередньому кроці було знайдено один рядок, то з поля "Шлюз" цього рядка обирається адреса шлюзу, який буде використаний для передачі пакета. Якщо знайдено кілька рядків, то використовують рядок з найбільшою кількістю одиниць у масці. Якщо рядків не виявлено, пакет знищується і відправнику надсилається повідомлення про помилку за допомогою протоколу ICMP.

Якщо на маршрутизаторі не налагоджена маршрутизація, то він будує таблицю маршрутів для безпосередньо приєднаних до нього мереж, наприклад, для мережі, зображеної на рис. 10.1, вона має наступний вигляд:

192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

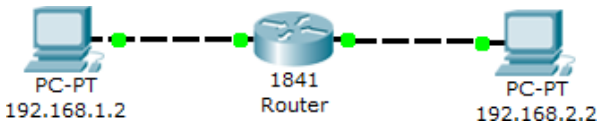

Рисунок 10.1 – Приклад мережі з маршрутизатором

Таблиці маршрутизації комп'ютерів і маршрутизаторів можуть містити записи для маршрутизатора за замовчуванням.

Маршрутизатор за замовчуванням (default router) – це маршрутизатор, якому буде передано пакет в тому випадку, коли інші рядки таблиці маршрутизації не описують шлях до вузла-одержувача.

Лабораторна робота №4
Статична маршрутизація

Мета: закріпити теоретичні основи та здобути практичні навички налаштування статичної маршрутизації.

Завдання

1. Построить в Packet Tracer топологию, представленую на рисунке. Использовать необходимые маршрутизаторы.

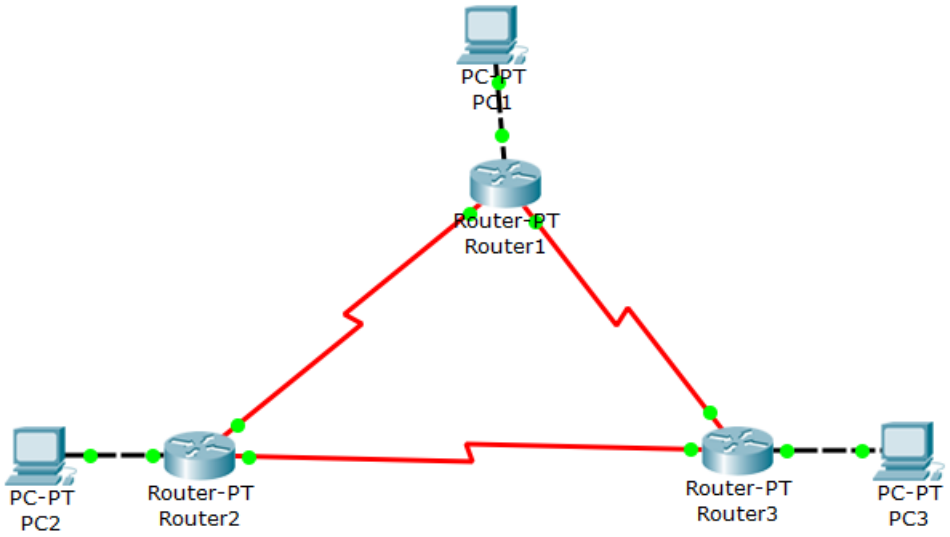

Рисунок 5.1

В нашей сети шесть подсетей. Вы видите, что каждый маршрутизатор подключён к трём подсетям.

3. Назначить интерфейсам сети адреса согласно рисунку 5.1 и таблице 5.1 в которых v – это номер варианта. Все маски 255.255.255.0. Не забудьте назначить шлюзы по умолчанию для компьютеров согласнотаблице 1..

Таблица 5.1

	v.1.1.0	v.1.2.0	v.1.3.0	v.1.4.0	v.1.5.0	v.1.6.0
Router1	S0:v.1.1.1		S1:v.1.3.1	E0:v.1.4.1		
Router2	S0:v.1.1.2	S1:v.1.2.1			E0:v.1.5.1	
Router3		S0:v.1.2.2	S1:v.1.3.2			E0:v.1.6.1
PC1				E0:v.1.4.2		
PC2					E0:v.1.5.2	
PC3						E0:v.1.6.2

6. Поставим перед собой задачу связать между собой компьютеры PC1, PC2 и PC3. Для этого осуществим на маршрутизаторах настройку статической маршрутизации. В каждом маршрутизаторе пропишем маршруты на удалённые Ethernet сети. Для решения поставленной задачи маршрутизировать пакеты на удалённые сети последовательных соединений не надо.

У каждого маршрутизатора есть по две на удалённые Ethernet сети. Всего надо прописать шесть статических маршрутов.

6. Проверить связь между копмьютерами, запустив команды ping на каждом узле.

❓Контрольні запитання:

1. Як відправник дізнається MAC-адресу одержувача?
2. Як подивитися ARP таблицю?

3. Коли в ARP таблиці з'являються нові рядки?
4. Що таке таблиця маршрутів?
5. Що містить таблиця маршрутизації, якщо адміністратор не налаштовував ніяких маршрутів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Навчальний курс Microsoft «Основи комп’ютерних мереж». URL : http://microsoft.com/rus-rus/education (дата звернення : 4.04.2021)

2. Olifer V., Olifer N. Computer Networks Principles Technologies And Protocols For Network Design. New Delhi :Wiley India Pvt.Ltd, 2015. 944 p.

3. Tanenbaum S. David J. Computer Networks. New Delhi : Prentice Hall , 2010. 456 p.

4. Gast M. Wireless Networks: The Definitive Guide California: O'Reilly Media, 2005. 672 p.

5. Hunt C. TCP/IP Network Administration: Help for Unix System Administrators. California: O'Reilly Media, 2002. 746 p.

6. Кафедра АПЕПС ТЕФ КПІ ім. І. Сікорського. URL: http://apeps.kpi.ua/web-programuvania.

7. Вікіпедія. URL: https://ukr.wikipedia.org/wiki/вебдизайн.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі. 2-ге вид. оновлене та доповнене. Львів : БаК, 2003. 584 с.

2. Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підручник. Київ : САММІТ-книга, 2010. 708 с.

3. Жуков І. А., Дрововозов В. І., Масловьский Б. Г. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж: навч. посібник. Київ: НАУ, 2007. 368 с.

4. Комп'ютерні мережі : конспект лекцій / укл. Зав'ялець Ю. А. Чернівці, 2015. 183 с.

5. HTML Підручник. URL: https://w3schoolsua.github.io/html/index.html.

Додаткова

6. Кулаков Ю. О., Луцький Г. М. Комп'ютерні мережі : підручник. Київ : Юніор, 2005. 396 с.

7. Мінухін С. В., Кавун С. В., Знахур С. В. Комп'ютерні мережі. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж : навч. посібник. Харків : ХНЕУ, 2008. 210 с.

8. Машкаров Ю.Г., Кобзев І.В., Орлов О.В., Мордвинцев М.В. Комп'ютерні мережі та телекомунікації: навч. посібник. Харків: Вид-во ХарРІ НАДУ «Магістр», 2012 – 212 с.

Навчальне видання
(українською мовою)

Решевська Катерина Сергіївна

КОМП’ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ ТА WEB-ПРОГРАМУВАННЯ

Методичні вказівки
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності «Комп’ютерні науки»
освітньо-професійної програми «Комп’ютерні науки»

Рецензент С.Ю. Борю
Відповідальний за випуск С. Ю. Борю
Коректор К. С. Решевська