

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

"Комп'ютерні мережі"

для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія,
усіх форм навчання.

Симуляція мережевих з'єднань. Частина 2

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, усіх форм навчання. Симуляція мережевих з'єднань. Частина 2 / Укл. Г.Г. Киричек. – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. – 30 с.

Укладачі:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Рецензент:

М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 5 від 18.12.2023

Затверджено
на засіданні НМК КНТ
Протокол № 5 від 25.12.2023

ЗМІСТ

1 Загальні відомості.....	4
1.1 IP-адресація.....	4
1.2 Загальні принципи маршрутизації	7
2 Лабораторна робота. Налаштування статичної маршрутизації у середовищі Cisco Packet Tracer	10
2.1 Модель мережі.....	10
2.2 Налаштування маршрутизатора R1	14
2.3 Налаштування статичної маршрутизації.....	15
2.4 Налаштування комп'ютера	16
2.5 Індивідуальне завдання	17
2.6 Зміст звіту	18
2.7 Контрольні питання.....	18
3 Лабораторна робота. Налаштування динамічної маршрутизації .	19
3.1 Модель мережі.....	19
3.2 Налаштування маршрутизатора	23
3.3 Налаштування OSPF маршрутизації	24
3.4 Налаштування комп'ютера	26
3.5 Індивідуальне завдання	27
3.6 Зміст звіту	29
3.7 Контрольні питання.....	29
Рекомендована література.....	30

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Виконання цих лабораторних робіт засноване на вивченні такого поняття, як мережевий рівень моделі OSI, або стеку TCP/IP. Функціями мережевого рівня є адресація та маршрутизація. Маршрутизація є важливою функцією мережі, що використовується при пересиланні пакетів між віддаленими кінцевими пристроями складної розподіленої мережі. Маршрутизація є неможливою без правильного налаштування адресної інформації (адреса інтерфейсу, маска мережі, а для кінцевих пристроїв і адреса шлюзу) на інтерфейсах всіх учасників процесу передачі в мережі. Тому в теоретичних відомостях наведена коротко інформація про обидві функції мережевого рівня. Спочатку, які типи адрес застосовуються в складній розподіленій мережі і що таке IP-адресація, а потім види, типи та правила маршрутизації. Після виконання цих лабораторних робіт студент повинен достатньо просто вирішувати питання пов'язані з налаштуванням статичної та динамічної маршрутизації.

1.1 IP-адресація

У стеці TCP/IP використовуються три типи адрес: локальні (апаратні), IP-адреси та символічні (доменні) імена.

IP-адреси являють собою основний тип адрес, на підставі яких мережевий рівень передає пакети між мережами. Ці адреси складаються з 4 байт, наприклад 109.26.17.100. IP-адреса призначається адміністратором під час конфігурування комп'ютерів і маршрутизаторів. IP-адреса складається із двох частин: номера мережі та номера вузла. Номер мережі може бути обраний адміністратором довільно, або призначений за рекомендацією спеціального підрозділу Internet (Internet Network Information Center, InterNIC), якщо мережа повинна працювати як складова частина Internet.

Номер вузла в протоколі IP призначається незалежно від локальної адреси вузла. Маршрутизатор по визначенню входить відразу в декілька мереж. Тому кожен порт маршрутизатора має власну

IP-адресу. Кінцевий вузол також може входити в декілька IP-мереж. У цьому випадку комп'ютер повинен мати декілька IP-адрес, по числу мережеских зв'язків. Таким чином, IP-адреса характеризує не окремий комп'ютер або маршрутизатор, а одне мережеве з'єднання.

IP-адреса має довжину 4 байти й звичайно записується у вигляді чотирьох чисел, які представляють значення кожного байта в десятковій формі та розділених точками, наприклад, 128.10.2.30 - традиційна десяткова форма представлення адреси, а 10000000 00001010 00000010 00011110 - двійкова форма представлення цієї ж адреси. Яка частина адреси відноситься до номера мережі, а яка — до номера вузла, визначається значеннями перших біт адреси. Значення цих біт є також ознаками того, до якого класу відноситься та або інша IP-адреса.

Якщо адреса починається з 0, то мережу відносять до класу А і номер мережі займає один байт, інші 3 байти інтерпретуються як номер вузла в мережі. Мережі класу А мають номери в діапазоні від 1 до 126. (Номер 0 не використовується, а номер 127 зарезервований для спеціальних цілей) Мереж класу А небагато, зате кількість вузлів у них може досягати 2^{24} , тобто 16 777 216 вузлів. Якщо перші два біти адреси є 10, то мережа відноситься до класу В. У мережах класу В під номер мережі та під номер вузла виділяється по 16 біт, тобто по 2 байти. Таким чином, мережа класу В є мережею середніх розмірів з максимальним числом вузлів 2^{16} , що становить 65 536 вузлів. Якщо адреса починається з послідовності 110, то це мережа класу С. У цьому випадку під номер мережі приділяється 24 бітка, а під номер вузла — 8 біт. Мережі цього класу найпоширеніші, число вузлів у них обмежено 2^8 , тобто 256 вузлами.

Якщо адреса починається з послідовності 1110, то вона є адресою класу D і позначає особливу, групову адресу — multicast. Якщо в пакеті як адреса призначення зазначена адреса класу D, то такий пакет повинні отримати всі вузли, яким привласнена дана адреса. Якщо адреса починається з послідовності 11110, то це значить, що дана адреса відноситься до класу Е. Адреси цього класу зарезервовані для майбутніх застосувань.

Особливий смисл має IP-адреса, перший октет якої дорівнює 127. Вона використовується для тестування програм і взаємодії процесів у межах одного мінінтерфейсу. Коли програма посиляє дані по IP-адресі

127.0.0. 1, то утвориться як би «петля». Дані не передаються по мережі, а повертаються модулям верхнього рівня як тільки що прийняті.

Маска - число, яке використовується в парі з IP-адресою; двійковий запис маски містить одиниці в тих розрядах, які повинні в IP-адресі інтерпретуватися як номер мережі. Оскільки номер мережі є цільною частиною адреси, одиниці в масці також повинні становити безперервну послідовність.

Позначаючи кожну IP-адресу маскою, можна відмовитися від понять класів адрес і зробити гнучкішою систему адресації. Наприклад, якщо адресу 185.23.44.206 асоціювати з маскою 255.255.255.0, то номером мережі буде 185.23.44.0, а не 185.23.0.0, як це визначено системою класів.

У масках кількість одиниць у послідовності, яка визначає границю номера мережі, не обов'язково повинно бути кратним 8, щоб повторювати розподіл адреси на байти. Нехай, наприклад, для IP-адреси 129.64.134.5 зазначено маску 255.255.128.0, тобто у двійковому виді: IP-адреса 129.64.134.5 - 10000001. 01000000.10000110. 00000101
Маска 255.255.128.0- 11111111.11111111.10000000.00000000.

Якщо ігнорувати маску, то відповідно до системи класів адреса 129.64.134.5 відноситься до класу В, а виходить, номером мережі є перші 2 байти - 129.64.0.0, а номером вузла - 0.0.134.5.

Якщо ж використовувати для визначення границі номера мережі маску, то 17 послідовних одиниць у масці, «накладені» на IP-адресу, визначають як номер мережі у двійковому представленні число:

10000001. 01000000. 10000000. 00000000 або в десятковій формі запису - номер мережі 129.64.128.0, а номер вузла 0.0.6.5.

Механізм масок широко розповсюджений в IP-маршрутизації, причому маски можуть використовуватися для самих різних цілей. З їхньою допомогою адміністратор може структурувати свою мережу. На основі цього ж механізму постачальники послуг можуть поєднувати адресні простори декількох мереж шляхом введення так званих «префіксів» з метою зменшення обсягу таблиць маршрутизації та підвищення за рахунок цього продуктивності маршрутизаторів.

Вимога, яку слід враховувати під час вибору маски, є те, що ця одна маска має надавати (або реалізовувати) достатню кількість IP-адрес хостів для підтримки найбільшої підмережі. Для цього кількість бітів для адресації хостів (Н), має бути достатньо великою, щоб $2^H - 2$

перевищувало (або дорівнювало) кількості IP-адрес хостів, які потрібно підключити у найбільшій підмережі.

Для прикладу розглянемо рисунок 1.1 на якому маємо необхідну кількість хостів на підмережу локальної мережі. (Тут ігноруємо підмережі на WAN-з'єднаннях, для кожної з яких потрібні лише дві IP-адреси). Для підмереж кожної локальної мережі філії потрібно лише 50 адрес хостів, а для підмережі локальної мережі головного офісу потрібно 200 адрес хостів. Тому, щоб підключити найбільшу підмережу, вам потрібно принаймні 8 біт для адресації хостів. Семи бітів хоста буде недостатньо, тому що $2^7 - 2 = 126$ адрес. А вісім біт достатньо, тому що $2^8 - 2 = 254$ адреси, чого достатньо для підтримки 200 хостів у підмережі.

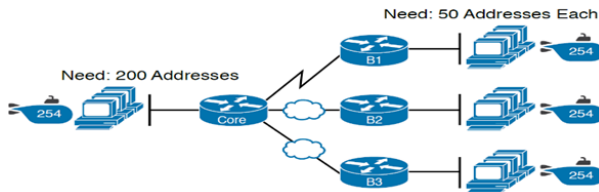


Рисунок 1.1 – Використання масок при адресації

У чому перевага використання підмереж одного розміру? Простота експлуатації. Кожен ІТ-персонал, якому доводиться працювати з мережами, звикає працювати з однією маскою - і лише з однією маскою. Але можна використовувати й маски змінної довжини.

1.2 Загальні принципи маршрутизації

Найважливішим завданням мережевого рівня є маршрутизація - передача пакетів між двома кінцевими вузлами в складеній мережі.

Розглянемо принципи маршрутизації на прикладі складеної мережі, зображеної на рисунку 1.2. У цій мережі 20 маршрутизаторів поєднують 18 мереж у загальну мережу; S1, S2, ... , S20 - це номери мереж. Маршрутизатори мають по декілька портів, до яких приєднуються мережі. Кожний порт маршрутизатора можна

розглядати як окремий вузол мережі: він має власну мережеву адресу та власну локальну адресу в тій підмережі, яка до нього підключена. Наприклад, маршрутизатор під номером 1 має три порти, до яких підключені мережі S1, S2, S3. На рисунку мережеві адреси цих портів позначені як M1(1), M1(2) і M1(3). Порт M1(1) має локальну адресу в мережі з номером S1, порт M1(2) - у мережі S2, а порт M1(3) - у мережі S3. Таким чином, маршрутизатор можна розглядати як сукупність декількох вузлів, кожний з яких входить у свою мережу.

У складних мережах майже завжди існує декілька альтернативних маршрутів для передачі пакетів між двома кінцевими вузлами. Маршрут — це послідовність маршрутизаторів, які повинен пройти пакет від відправника до пункту призначення. Так, пакет, відправлений з вузла А в вузол В, може пройти через маршрутизатори 17, 12, 5, 4 й 1 або маршрутизатори 17, 13, 7, 6 й 3. Неважко знайти ще кілька маршрутів між вузлами А і В.

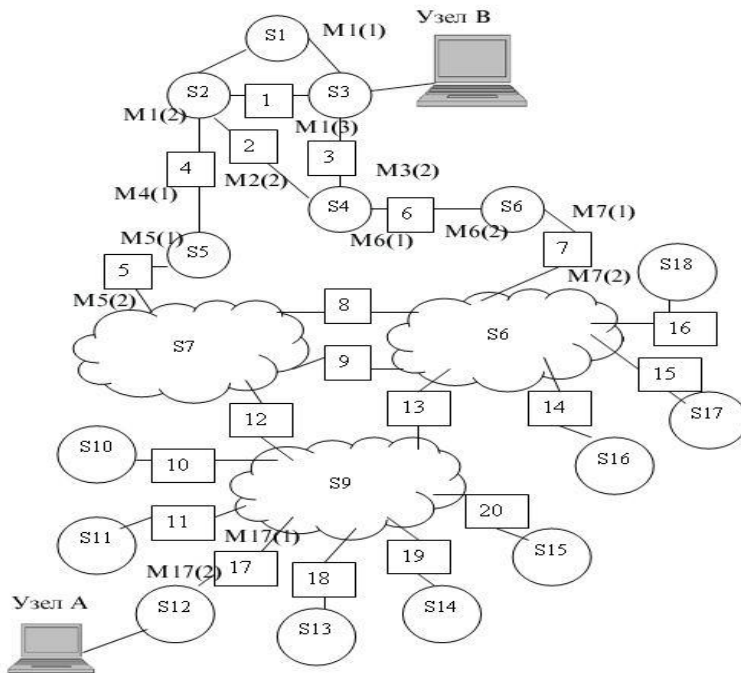


Рисунок 1.2 - Принципи маршрутизації в складній мережі

Завдання вибору маршруту з декількох можливих вирішують маршрутизатори, а також кінцеві вузли. Маршрут вибирається на підставі наявної в цих пристроях інформації про поточну конфігурацію мережі, а також на підставі зазначеного критерію вибору маршруту. Звичайно як критерій виступає затримка проходження маршруту окремим пакетом або середньою пропускну здатністю маршруту для послідовності пакетів.

Часто також використовується досить простий критерій, який враховує тільки кількість пройдених у маршруті проміжних маршрутизаторів (*хопів*).

Для того, щоб за адресою мережі призначення можна було б вибрати раціональний маршрут для подальшого проходження всіх пакетів, кожний кінцевий вузол і маршрутизатор аналізують спеціальну інформаційну структуру, яка називається таблицею маршрутизації.

Використовуючи умовні позначки для мережевих адрес інтерфейсів маршрутизаторів і номерів мереж у тому вигляді, як вони наведені на рисунку 1.2, наведемо та й подивимося, як могла б виглядати таблиця маршрутизації, наприклад у четвертому маршрутизаторі (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Таблиця маршрутизації маршрутизатора 4

Номер мережі призначення	Мережева адреса наступного маршрутизатора	Мережева адреса вихідного порту	Відстань до мережі призначення
S1	M1(2)	M4(1)	1
S2	—	M4(1)	0 (приєднана)
S3	M1(2)	M4(1)	1
S4	M2(1)	M4(1)	1
S5	—	M4(2)	0 (приєднана)
S6	M2(1)	M4(1)	2
Default	M5(1)	M4(2)	—

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.

Налаштування статичної маршрутизації у середовищі Cisco Packet Tracer

Мета роботи: моделювання мережі в середовищі Packet Tracer на основі запропонованої топології, вивчення основ статичної маршрутизації, оволодіння навичками її налаштування.

2.1 Модель мережі

Запустіть або встановіть середовище моделювання Packet Tracer, як ви це робили в першій роботі.

Побудуйте мережу за схемою, представленою на (рис.2.1), з зазначеними основними параметрами комутаційного обладнання і інтерфейсів (рис.2.2). Для цього виконаєте наступні дії:

– з панелі приладів в робочу область перенесіть 3 маршрутизатора 1841 (для зручності можна їх перейменувати відповідно R1, R2, R3), 3 комутатори 2950-24 і 3 комп'ютери. Для цього на панелі приладів необхідно вибрати перший елемент – Routers (рис.2.3). Елемент 1841 пересуваємо в робочу область. Комутатори знаходяться на панелі приладів в розділі Switches. Комп'ютери знаходяться в розділі End Devices.

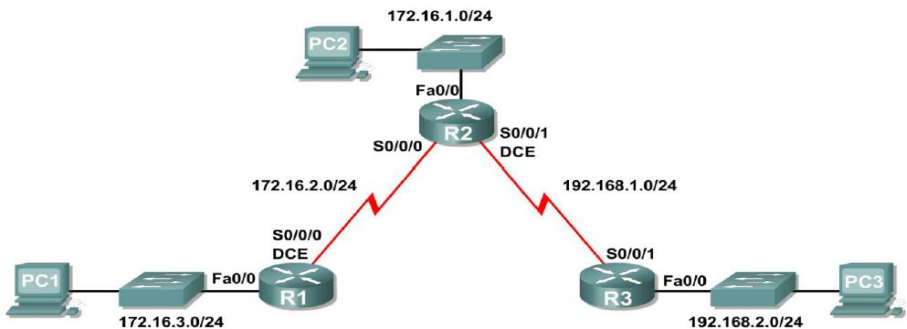


Рисунок 2.1 – Модель мережі

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	172.16.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.2	255.255.255.0	N/A
	S0/0/1	192.168.1.2	255.255.255.0	N/A
R3	FA0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/1	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
PC1	NIC	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
PC2	NIC	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC3	NIC	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1

Рисунок 2.2 – Параметри інтерфейсів

Примітка. Для того, щоб перейменувати елемент моделі мережі, необхідно клікнути лівою кнопкою миші по назві елементу і ввести необхідне ім'я згідно (рис. 2.1).

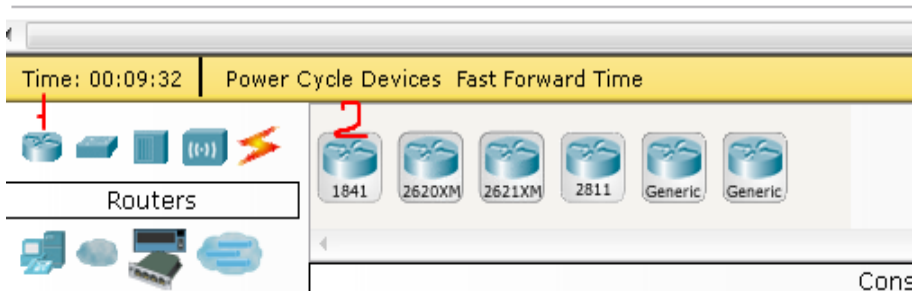


Рисунок 2.3 – Панель приладів

– далі вибираємо елемент R1 - одне натискання лівої кнопки миші. На вкладці Physical, у вікні Physical Device View **відключаємо живлення** (тумблер на 0). З лівого боку екрану вибираємо плату WIC-

2Т, перед нами з'являється її опис, а зовнішній вигляд - в правому нижньому кутку цього вікна. Тепер можна додати плату, перетягнувши її зображення до маршрутизатора, згідно (рис.2.4);

Примітка ВАЖЛИВО відключати живлення до встановлення плати і не забути включити після.

Аналогічно додаємо плати в R2, R3.

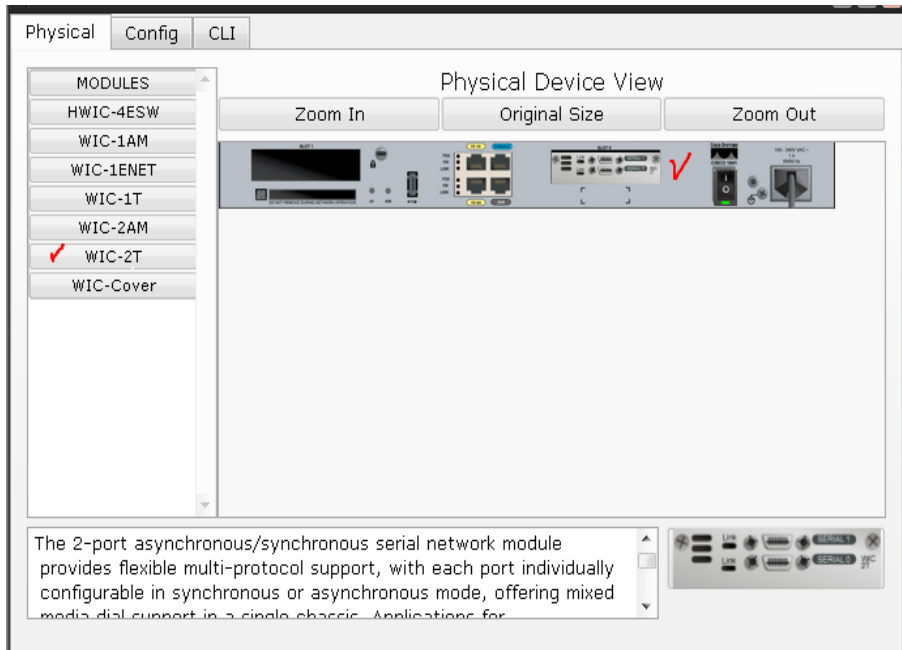


Рисунок 2.4 – Вибір плати WIC -2Т

– з'єднуємо пристрої необхідними кабелями. Для цього, на панелі інструментів, заходимо в розділ Connections (рис.2.5, елемент 1). Вибираємо кабель DCE (рис.2.5, елемент 2).

Цей тип кабелю призначений для з'єднання між собою послідовних портів маршрутизаторів (Sx/x/x). Для вибору перехресної або прямої витой пари необхідно вибрати елементи 3 або 4 (рис.2.5), відповідно.

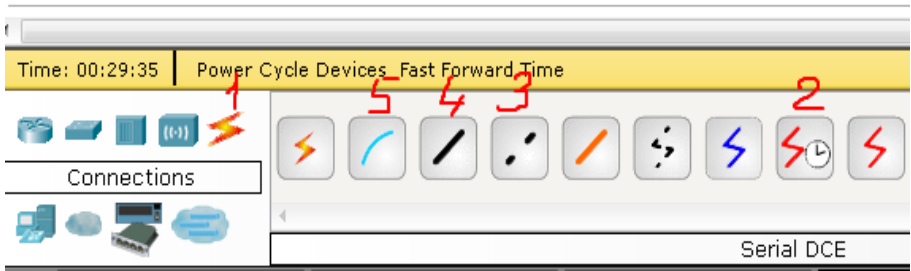


Рисунок 2.5 – Вибір типу кабелю

Для з'єднання кабелем 2 інтерфейсів різних пристроїв зробіть наступне:

- виберіть відповідний кабель, після чого покажчик миші зміниться;
- далі клікніть лівою кнопкою на першому пристрої, який ви хочете підключити;
- у спливаючому меню виберіть порт, до якого буде підключено кабель;
- задайте кінцеву точку кабелю: вибираємо наступний пристрій і аналогічно підключаємо порт (рис 2.6).

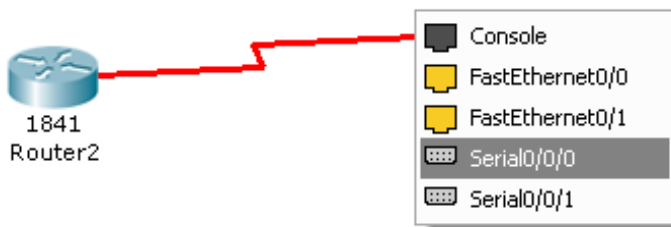


Рисунок 2.6 – Підключення кабелю

Далі (для налаштування з PC) організуємо зв'язок між комп'ютерами та маршрутизаторами за допомогою консольного кабелю. Вибираємо консольний кабель (рис.2.5, елемент 5). На маршрутизаторі вибираємо порт «Console», а на комп'ютері – «RS 232». Але можна це зробити і без такого підключення.

2.2 Налаштування маршрутизатора R1

Натисніть лівою клавішею миші на вашому маршрутизаторі. Відкриється вікно налаштування маршрутизатора, ви потрапите на вікно Physical Device View.

Вкладка CLI – командний рядок маршрутизатора.

Вкладка Config – налаштування маршрутизатора.

Примітка. Усі подальші команди виконуються у вікні CLI.

– входимо в привілейований режим, для цього в терміналі вводимо команду:

> **Enable (en);**

– для входу в режим налаштування конфігурацій вводимо команду:

> **Configure terminal (conf t);**

– для перейменування маршрутизатора вводимо в терміналі команду:

> **hostname R1**, де R1 – нове ім'я маршрутизатора;

– встановлюємо пароль на привілейований режим, ввівши команду:

> **Enable secret knt_555**, де knt_555 - значення пароля;

Примітка. Для того, щоб перевірити чи встановився пароль необхідно вийти з режиму налаштування і режиму конфігурації:

> **exit;**

> **exit.**

Натисніть клавішу **Enter**.

Далі у цьому ж вікні знову спробуйте в нього увійти:

> **enable;**

– у рядок, який з'явився, введіть пароль;

– увійдіть до режиму налаштування конфігурації:

> **Configure terminal;**

– для налаштування IP - адреси на інтерфейсах задайте:

> **interface fa0/0** (або ваше значення);

– в режимі налаштування конфігурацій інтерфейсу задайте параметри, згідно з таблицею (рис.2.2): > **IP address 172.16.3.1 255.255.255.0;**

– увімкните інтерфейс командою:

> **no shutdown;**

– тепер налаштовуємо наступний інтерфейс:

> **interface s0/0/0** (або ваше значення);

Примітка. За допомогою цієї команди ми перейшли до налаштувань параметра інтерфейсу s0/0/0.

– аналогічно задаємо IP-адресу та маску підмережі інтерфейсу s0/0/0, згідно з таблицею (рис.2.2). Оскільки цей інтерфейс синхронний, в його налаштуваннях потрібно задати значення синхронізації:

> **clock rate 64000** (або 128000);

– увімкніть цей інтерфейс, ввівши в налаштуваннях команду:

> **no shutdown;**

– виходимо з налаштування інтерфейсу та конфігурації:

> **exit**

> **exit;**

– далі необхідно зберегти налаштування, ввівши команду:

> **write.**

2.3 Налаштування статичної маршрутизації

Примітка. Продовжуємо працювати у вікні CLI.

Для того щоб налаштувати статичну маршрутизації необхідно в кожному маршрутизаторі прописати адреси і маски мереж, які безпосередньо **НЕ** підключені до даного маршрутизатора. Таким чином для маршрутизатора R1 необхідно додати такі мережі:

– **172.16.1.0/24;**

– **192.168.1.0/24;**

– **192.168.2.0/24.**

Далі виконайте підключення на прикладі однієї мережі, для цього:

– зайдіть в налаштування конфігурації командою:

> **Configure terminal**

– далі безпосередньо вкажіть мережу, прописуючи в терміналі:

> **IP route 172.16.1.0 255.255.255.0 s0/0/0** (або **172.16.2.2**) -

замість s0/0/0 ввести IP-адресу інтерфейса маршрутизатора, який є наступним у цю мережу (у даному випадку - 172.16.2.2);

- вводимо таку ж команду для решти мереж, змінюючи IP-адресу і маску згідно з таблицею (рис.2.2).

- якщо допущена помилка, то видалити її з таблиці маршрутизації можна за допомогою команди:

- > **no IP route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2** (або з ім'ям інтерфейса);

Виконайте за попередньою схемою налаштування маршрутизаторів R2 і R3, із урахуванням їх мереж і адрес інтерфейсів (рис 3.2).

Для маршрутизатора R2 необхідно додати такі мережі:

- **172.16.3.0/24;**
- **192.168.2.0/24.**

Для маршрутизатора R3 необхідно додати такі мережі:

- **172.16.1.0/24;**
- **172.16.2.0/24;**
- **172.16.3.0/24.**

2.4 Налаштування комп'ютера

Для виконання налаштування комп'ютера зробіть наступне:

- закриваємо вікно Terminal, клікаємо по IP Configuration. Вибираємо статичну маршрутизацію. У вікні, яке відкрилося, прописуємо необхідні адреси і маски згідно з таблицею (рис.2.2). У рядку Default Gateway пишемо IP-адреса маршрутизатора інтерфейсу до якого підключений комп'ютер;

- закрити вікно комп'ютера (PC1). Виконуємо налаштування PC2 і PC3 з урахуванням таблиці адрес (рис.2.2);

- перевіряємо правильність виконання роботи. Для цього заходимо в PC1, яка знаходиться в робочій області → Command Prompt і вводимо команду у вікні, яке відкрилося: > **ping 192.168.2.10;**

- якщо все виконано вірно - пройде пінгування. Якщо ні - шукаємо помилки;

- для перегляду налаштування інтерфейсів увійти в термінал маршрутизатора, налаштування якого ми хочемо перевірити (вибрати комп'ютер, до якого підключений даний маршрутизатор, зайти на

вкладку Desktop і вибрати Terminal). Зайти в привілейований режим командою > enable. Далі ввести команду для перегляду відомостей про адреси інтерфейсів: > **show IP int brief**;

– для перегляду таблиці маршрутизації використовуйте команду: > **show IP route**.

2.5 Індивідуальне завдання

Зберіть мережу. Додайте маршрутизатор, комутатор і комп'ютер. Сконфігуруйте, згідно вашого варіанту (табл.2.1):

- комутаторам призначити імена (**номер пристрою, який підключається**);
- підключити новий маршрутизатор інтерфейсом (**Інтерфейс, який підключається**) до інтерфейсу маршрутизатора (стовпці 2, 3, табл.2.1);
- призначити інтерфейсам, які підключаються, зовнішні IP-адреси (**Зовнішні адреси**);
- внутрішнім інтерфейсам призначити IP-адреси з мережі (**Внутрішня мережа**);
- прописати відсутні маршрути в маршрутизаторах R1, R2, R3;
- додати необхідні маршрути у вибраний маршрутизатор;
- законспектувати хід роботи і записати таблиці маршрутизації.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань

№ вар	Підключити до	Інтерфейс	Пристрій, який підключається	Інтерфейс, який підключається	Зовнішні адреси	Внутрішня мережа
1	2	3	4	5	6	7
1.	R1	S0/0/1	R11	S0/0/0	10.1.2.0/30	192.169.1.0/24
2.	R3	S0/0/0	R12	S0/0/1	10.2.2.0/30	192.169.2.0/24
3.	R1	S0/0/1	R13	S0/0/0	10.3.2.0/30	192.169.3.0/24
4.	R3	S0/0/0	R14	S0/0/1	10.4.2.0/30	192.169.4.0/24
5.	R1	S0/0/1	R15	S0/0/0	10.5.2.0/30	192.169.5.0/24
6.	R3	S0/0/0	R16	S0/0/1	10.6.2.0/30	192.169.6.0/24
7.	R1	S0/0/1	R17	S0/0/0	10.7.2.0/30	192.169.7.0/24

Продовження таблиці 2.1

8.	R3	S0/0/0	R18	S0/0/1	10.8.2.0/30	192.169.8.0/24
9.	R1	S0/0/1	R19	S0/0/0	10.9.2.0/30	192.169.9.0/24
10.	R3	S0/0/0	R20	S0/0/1	10.10.2.0/30	192.169.10.0/24
11.	R1	S0/0/1	R21	S0/0/0	10.11.2.0/30	192.169.11.0/24
12.	R3	S0/0/0	R22	S0/0/1	10.12.2.0/30	192.169.12.0/24
13.	R1	S0/0/1	R23	S0/0/0	10.13.2.0/30	192.169.13.0/24
14.	R3	S0/0/0	R24	S0/0/1	10.14.2.0/30	192.169.14.0/24
15.	R1	S0/0/1	R25	S0/0/0	10.15.2.0/30	192.169.15.0/24
16.	R3	S0/0/0	R26	S0/0/1	10.16.2.0/30	192.169.16.0/24
17.	R1	S0/0/1	R27	S0/0/0	10.17.2.0/30	192.169.17.0/24
18.	R3	S0/0/0	R28	S0/0/1	10.18.2.0/30	192.169.18.0/24
19.	R1	S0/0/1	R29	S0/0/0	10.19.2.0/30	192.169.19.0/24
20.	R3	S0/0/0	R30	S0/0/1	10.20.2.0/30	192.169.20.0/24
21.	R1	S0/0/1	R31	S0/0/0	10.21.2.0/30	192.169.21.0/24
22.	R3	S0/0/0	R32	S0/0/1	10.22.2.0/30	192.169.22.0/24
23.	R1	S0/0/1	R33	S0/0/0	10.23.2.0/30	192.169.23.0/24
24.	R3	S0/0/0	R34	S0/0/1	10.24.2.0/30	192.169.24.0/24
25.	R1	S0/0/1	R35	S0/0/0	10.25.2.0/30	192.169.25.0/24
26.	R3	S0/0/0	R36	S0/0/1	10.26.2.0/30	192.169.26.0/24

2.6 Зміст звіту

1. Хід роботи.
2. Індивідуальна схема з зазначенням конфігурації інтерфейсів.
3. Відповіді на контрольні питання.

2.7 Контрольні питання

1. Загальне визначення маршрутизації.
2. Визначення статичної маршрутизації.
3. Переваги та недоліки статичної маршрутизації.
4. Для чого використовується маска мережі?

5. Наведіть основні команди налаштування статичної маршрутизації.

6. Яка команда дає можливість переглянути таблицю маршрутизації?

7. Що означають символи C і S в таблиці маршрутизації?

8. Що виведеться на екран в результаті виконання команди:

> **show IP int brief.**

9. Чим відрізняються команди:

> **show IP int** та > **show IP int brief.**

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.

Налаштування динамічної маршрутизації

Мета роботи: навчитися налаштовувати динамічну маршрутизацію в розподіленій мережі на основі протоколу внутрішньої маршрутизації (стану каналу зв'язку) OSPF.

3.1 Модель мережі

Запустіть або встановіть середовище моделювання Packet Tracer, як це робили в першій роботі.

Побудуйте мережу за схемою, представленою на рисунку 3.1, із основними параметрами комутаційного обладнання та їх інтерфейсів (рис.3.2). Для цього виконайте наступні дії:

З панелі приладів на робочу ділянку перенести 3 маршрутизатора 1841 (для зручності можна змінити назву відповідно R1, R2, R3), 3 комутатора 2950-24 і 3 комп'ютери (PC1, PC2, PC3) (моделі обладнання можна замінювати подібними).

Для цього на панелі приладів необхідно вибрати перший елемент - Routers (рис.3.3). Елемент 1841 перетягуємо на робочу ділянку. Комутатори знаходяться на панелі приладів у розділі Switches. Комп'ютери знаходяться в розділі End Devices.

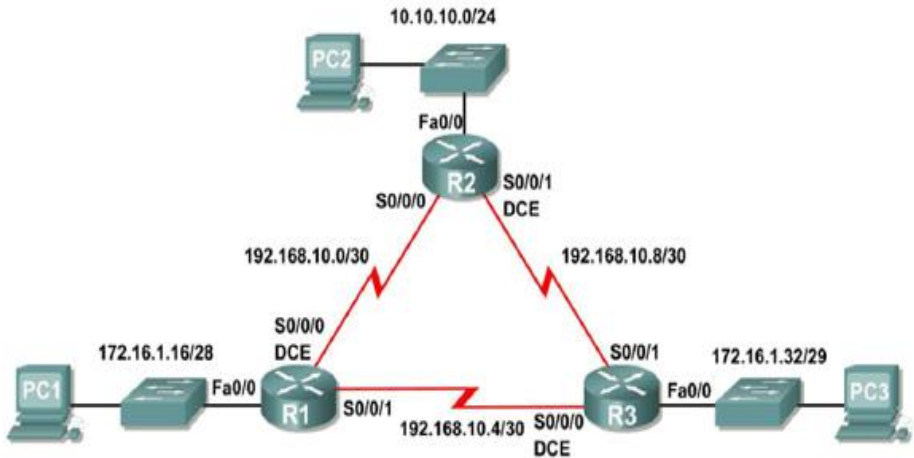


Рисунок 3.1 – Модель мережі

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	Fa0/0	172.16.1.17	255.255.255.240	N/A
	S0/0/0	192.168.10.1	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.5	255.255.255.252	N/A
R2	Fa0/0	10.10.10.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.10.2	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.9	255.255.255.252	N/A
R3	Fa0/0	172.16.1.33	255.255.255.248	N/A
	S0/0/0	192.168.10.6	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.10	255.255.255.252	N/A
PC1	NIC	172.16.1.20	255.255.255.240	172.16.1.17
PC2	NIC	10.10.10.10	255.255.255.0	10.10.10.1
PC3	NIC	172.16.1.35	255.255.255.248	172.16.1.33

Рисунок 3.2 – Параметри інтерфейсів

Примітка. Щоб змінити назву елемента моделі мережі, необхідно клікнути лівою кнопкою миші по назві елемента і ввести необхідне ім'я згідно рисунку 3.1.

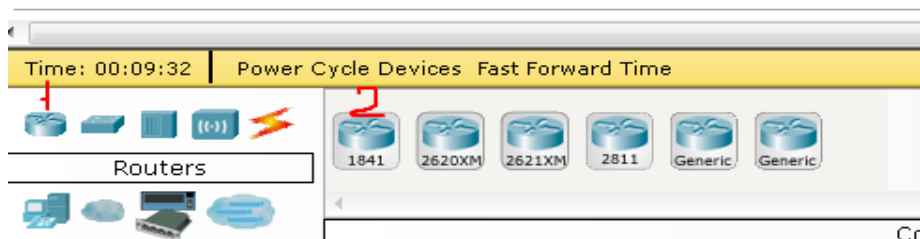


Рисунок 3.3 – Панель приладів

Далі вибираємо елемент R1-один клік лівою кнопкою миші. На вкладці Physical, у вікні Physical Device View відключаємо живлення (тумблер на 0). З лівого боку екрану вибираємо плату WIC-2T, перед нами з'являється її опис, а зовнішній вигляд - в правому нижньому кутку цього вікна. Тепер можна додати плату, перетягнувши її зображення в маршрутизатор згідно рисунку 3.4.

Примітка. ВАЖЛИВО відключати живлення перед установкою плати і не забувати включити після встановлення.

Аналогічно додаємо плати в R2, R3.

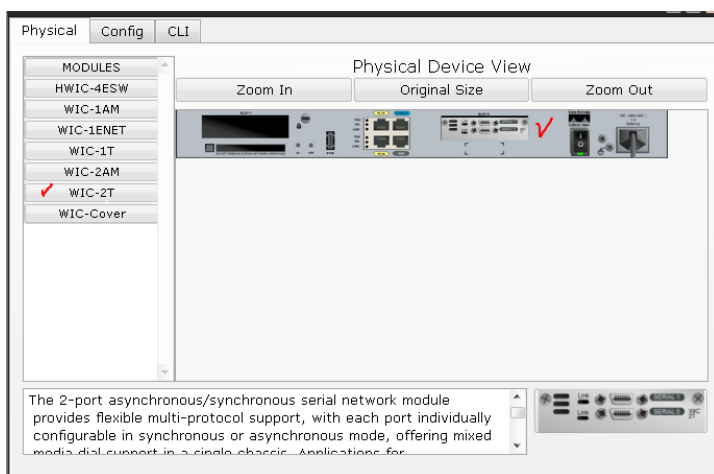


Рисунок 3.4 – Вибір плати WIC -2T

З'єднуємо пристрої необхідним кабелем. Для цього, на панелі інструментів, заходимо в розділ Connections (рис.3.5, елемент 1). Вибираємо кабель DCE (рис.3.5, елемент 2).

Цей тип кабелю призначений для з'єднання між собою послідовних портів маршрутизаторів (Sx/x/x). Для вибору перехресної або прямої витой пари необхідно вибрати елементи 3 або 4 (рис.3.5), відповідно.

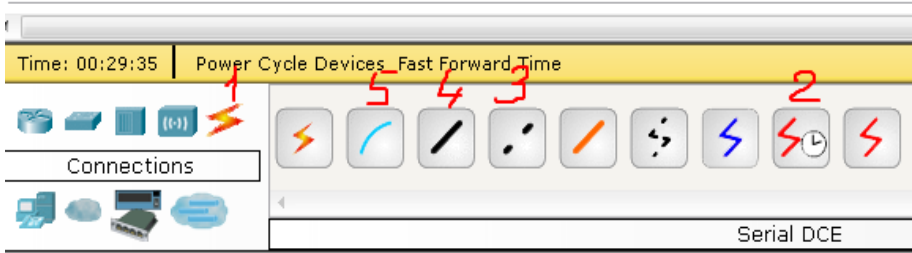


Рисунок 3.5 – Вибір типу кабеля

Для того, щоб з'єднати 2 інтерфейси різних пристроїв:

- виберіть відповідний кабель, після чого покажчик миші зміниться;
- далі клікніть лівою кнопкою по першому пристрою, який ви збираєтесь підключити;
- у спливаючому меню виберіть порт до якого підключаємо кабель;
- задайте кінцеву точку кабелю: вибираємо наступний пристрій і аналогічно підключаємо порт (рис.3.6).

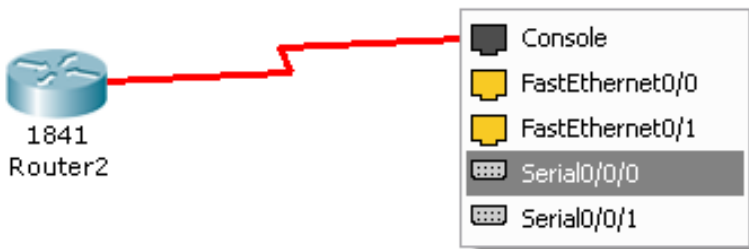


Рисунок 3.6 – Підключення кабелю

Далі (для налаштування з PC) організуємо зв'язок між комп'ютерами та маршрутизаторами за допомогою консольного кабелю. Вибираємо консольний кабель (рис.3.5, елемент 5). На маршрутизаторі вибираємо порт «Console», а на комп'ютері – «RS 232». Але можна це зробити і без такого підключення.

3.2 Налаштування маршрутизатора

Натисніть лівою клавшею миші на вашому маршрутизаторі. Відкриється вікно налаштування маршрутизатора, ви потрапите на вікно Physical Device View.

Вкладка CLI – командний рядок маршрутизатора.

Вкладка Config – налаштування маршрутизатора.

Примітка. Усі подальші команди виконуються у вікні CLI.

– входимо в привілейований режим, для цього в терміналі вводимо команду:

> **Enable**

– для входу в режим налаштування конфігурацій вводимо команду:

> **Configure terminal**

– для перейменування маршрутизатора вводимо в терміналі команду:

> **hostname R1**, де R1 – нове ім'я маршрутизатора;

– встановлюємо пароль на привілейований режим, ввівши команду:

> **Enable secret knt555**, де knt555 - значення пароля;

Примітка. Для того, щоб перевірити чи встановився пароль необхідно вийти з режиму налаштування і режиму конфігурації:

> **exit**

> **exit**

Натисніть клавішу **Enter**.

Далі у цьому ж вікні знову спробуйте в нього увійти:

> **enable**

- у рядок, який з'явився, введіть пароль;
- увійдіть до режиму налаштування конфігурації:

> **Configure terminal**

- для налаштування IP-адреси на інтерфейсах задайте:

> **interface fa0/0**

– у режимі налаштування конфігурацій інтерфейсу задайте параметри, згідно з таблицею (рис.3.2):

> **ip address 172.16.1.17 255.255.255.240**

- увімкніть інтерфейс командою:

> **no shutdown**

- тепер налаштовуємо наступний інтерфейс:

> **interface s0/0/0**

Примітка. За допомогою цієї команди ми перейшли до налаштувань параметра інтерфейсу s0/0/0.

– аналогічно задаємо IP-адресу та маску підмережі інтерфейсу s0/0/0, згідно з таблицею (рис.3.2). Оскільки цей інтерфейс синхронний, в його налаштуваннях потрібно задати значення синхронізації:

> **clock rate 64000**

- увімкніть цей інтерфейс, ввівши в налаштуваннях команду:

> **no shutdown**

- виходимо з налаштування інтерфейсу та конфігурації:

> **exit**

> **exit**

- далі необхідно зберегти налаштування, ввівши команду:

> **write.**

Такі ж самі налаштування можна зробити використовуючи альтернативну вкладку Config – налаштування маршрутизатора.

3.3 Налаштування OSPF маршрутизації

У цьому випадку, для виконання налаштувань маршрутизатора треба натиснути лівою клавішею миші на вашому маршрутизаторі. Відкриється вікно налаштування Physical Device View.

Вкладка CLI – командний рядок маршрутизатора.

Примітка. Усі подальші команди виконуються у вікні CLI.

Заходимо в режим налаштувань маршрутизатора R1 с допомогою команди:

```
> configure terminal
```

Заходимо в налаштування протоколу OSPF, ввівши команду:

```
> router ospf 1
```

Далі додаємо мережі, безпосередньо підключені до маршрутизатора, в команді вказується адреса з інверсної маскою підмережі та зона дії протоколу:

```
>network 172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
```

```
>network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
```

```
>network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

Примітка. На всіх маршрутизаторах необхідно вказувати одну й ту саму зону дії протоколу, цифра не має значення.

Вийти з режиму налаштування командою:

```
> end
```

Зберегти зміни командою:

```
> write
```

Далі знов послідовно виконуємо "Налаштування OSPF" для маршрутизаторів R2 і R3, враховуючи топологію мережі (рис.3.1).

Примітка.

Мережі для R2:

```
>network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0
```

```
>network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
```

```
>network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

Мережі для R3:

```
>network 172.16.1.32 0.0.0.7 area 0
```

```
>network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

```
>network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

Примітка. Перевірку налаштувань маршрутизатора можна виконати в привілейованому режимі терміналу маршрутизатора, використовуючи команди:

> **show ip protocols** - продемонструє налаштовані протоколи маршрутизації.

> **show ip ospf** - покаже основні параметри OSPF протоколу.

> **show ip ospf neighbor** - виведе список сусідніх маршрутизаторів, працюючих з тим же протоколом.

> **show ip int brief** – необхідна для перевірки IP-адрес інтерфейсів.

> **show ip route** – таблиця маршрутизації.

Всі ці команди вам знадобляться в подальших налаштуваннях та при захисті ваших схем мережі, тому рекомендовано їх записати в окремий файл.

Для зміни смуги пропускання каналу, в налаштуваннях інтерфейсу маршрутизатора, необхідно ввести команду:

> **bandwidth 64**, де 64 - є кількість біт в секунду (може бути інше значення).

Примітка. Протокол OSPF використовує метод знаходження шляху з найменшою вартістю. **Вартість = $108/\text{bandwidth}$** . Команда для завдання вартості вручну:

> **ip ospf cost 1562**, де 1562-це вартість шляху через даний інтерфейс. Її необхідно вводити в налаштуваннях інтерфеса маршрутизатора.

3.4 Налаштування комп'ютера

Закриваємо вікно CLI в налаштуванні маршрутизатора та заходимо на вкладку IP Configuration в налаштуванні комп'ютера (PC1). Вибираємо статичну адресацію. У вікні, прописуємо необхідні адреси та маски згідно таблиці (рис.3.2). У рядку Default Gateway пишемо IP-адресу маршрутизатора до інтерфейсу якого підключено комп'ютер.

Закрити вікно комп'ютера (PC1). Виконуємо налаштування PC2 та PC3 з урахуванням таблиці адрес (рис.3.2).

Перевіряємо правильність виконання роботи. Для цього заходимо в налаштування PC1, який знаходиться на робочому полі → Command Prompt та вводимо команду у відкритому вікні:

> **ping 192.168.2.10** або **ping 192.168.2.10 -t**

Примітка. Якщо все виконано вірно – результат виконання команди **ping** буде позитивним. Якщо ні - шукаємо помилки.

Для перегляду налаштування інтерфейсів увійти у вікно CLI маршрутизатора, налаштування якого ми хочемо перевірити. Зайти у привілейований режим командою:

> **enable**

Далі ввести команду для перегляду відомостей про адреси інтерфейсів:

> **show ip int brief**

Для перегляду таблиці маршрутизації використовуємо команду:

> **show ip route**

3.5 Індивідуальне завдання

Побудувати схему мережі, яка складається з маршрутизаторів, комутаторів та комп'ютерів, і далі налаштувати їх роботу, згідно вашого варіанту (табл. 3.1):

- маршрутизатору призначити назву (в таблиці це **назва пристрою, підключити до...** стовпець 2) та адресу в мережі 172.16.1.0/24. До цієї мережі підключити комутатор та один комп'ютер;
- підключити новий маршрутизатор інтерфейсом (**інтерфейс, який підключаємо** ... стовпець 5) до інтерфейсу першого маршрутизатора (стовпці 2 та 3, табл. 3.1);
- призначити інтерфейсам, які підключаємо (або між маршрутизаторами), зовнішні IP-адреси (**зовнішні адреси**);
- призначити смугу пропускання інтерфейсу доданого маршрутизатора (**смуга пропускання**);
- внутрішнім інтерфейсам нового маршрутизатора призначити IP-адреси з мережі (**внутрішня мережа**);
- прописати OSPF - маршрутизацію на доданому маршрутизаторі;
- перевірити працездатність мережі, між кінцевими вузлами двох внутрішніх мереж: 172.16.1.0/24 та 192.169.x.y/24 (стовпець 8);

– законспектувати хід роботи та записати таблицю маршрутизації доданого маршрутизатора.

Таблиця 3.1 – варіанти завдань

№	Підключити до:	Інтерфейс	Ім'я підключеного пристрою	Інтерфейс, який підключено	Зовнішні адреси	Смуга пропускання	Внутрішня мережа
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	R1	Fa0/1	R11	Fa0/1	11.1.2.0/30	64	192.169.1.0/24
2.	R2	Fa0/1	R12	Fa0/1	11.2.2.0/30	128	192.169.2.0/24
3.	R3	Fa0/1	R13	Fa0/1	11.3.2.0/30	256	192.169.3.0/24
4.	R1	Fa0/1	R14	Fa0/1	11.4.2.0/30	64	192.169.4.0/24
5.	R2	Fa0/1	R15	Fa0/1	11.5.2.0/30	128	192.169.5.0/24
6.	R3	Fa0/1	R16	Fa0/1	11.6.2.0/30	256	192.169.6.0/24
7.	R1	Fa0/1	R17	Fa0/1	11.7.2.0/30	64	192.169.7.0/24
8.	R2	Fa0/1	R18	Fa0/1	11.8.2.0/30	128	192.169.8.0/24
9.	R3	Fa0/1	R19	Fa0/1	11.9.2.0/30	256	192.169.9.0/24
10.	R1	Fa0/1	R20	Fa0/1	11.10.2.0/30	64	192.169.10.0/24
11.	R2	Fa0/1	R21	Fa0/1	11.11.2.0/30	128	192.169.11.0/24
12.	R3	Fa0/1	R22	Fa0/1	11.12.2.0/30	256	192.169.12.0/24
13.	R1	Fa0/1	R23	Fa0/1	11.13.2.0/30	64	192.169.13.0/24
14.	R2	Fa0/1	R24	Fa0/1	11.14.2.0/30	128	192.169.14.0/24
15.	R3	Fa0/1	R25	Fa0/1	11.15.2.0/30	256	192.169.15.0/24
16.	R1	Fa0/1	R26	Fa0/1	11.16.2.0/30	64	192.169.16.0/24
17.	R2	Fa0/1	R27	Fa0/1	11.17.2.0/30	128	192.169.17.0/24
18.	R3	Fa0/1	R28	Fa0/1	11.18.2.0/30	256	192.169.18.0/24
19.	R1	Fa0/1	R29	Fa0/1	11.19.2.0/30	64	192.169.19.0/24
20.	R2	Fa0/1	R30	Fa0/1	11.20.2.0/30	128	192.169.20.0/24
21.	R3	Fa0/1	R31	Fa0/1	11.21.2.0/30	256	192.169.21.0/24
22.	R1	Fa0/1	R32	Fa0/1	11.22.2.0/30	64	192.169.22.0/24
23.	R2	Fa0/1	R33	Fa0/1	11.23.2.0/30	128	192.169.23.0/24
24.	R3	Fa0/1	R34	Fa0/1	11.24.2.0/30	256	192.169.24.0/24
25.	R1	Fa0/1	R35	Fa0/1	11.25.2.0/30	64	192.169.25.0/24

3.6 Зміст звіту

1. Хід роботи.
2. Індивідуальна схема з зазначенням конфігурації інтерфейсів.
3. Відповіді на контрольні питання.

3.7 Контрольні питання

1. Дайте визначення динамічної маршрутизації.
2. Вкажіть переваги і недоліки динамічної маршрутизації.
3. У чому різниця між статичної та динамічної маршрутизацією?
4. Розрахувати вартість смуги пропускання згідно варіанту.
5. Дати визначення інверсної маски мережі.
6. Протокол OSPF, принцип роботи.
7. Якою командою можна переглянути налаштовані протоколи маршрутизації?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1. Cisco Press. 2019.
2. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2. Cisco Press. 2019.
3. Киричек Г.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерні мережі» для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, усіх форм навчання. Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. 58 с.
4. Киричек Г.Г. Методичні вказівки до проходження тестування з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, усіх форм навчання. Частина 1. Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. – 30 с
5. Киричек Г.Г. Методичні вказівки до проходження тестування з дисципліни "Комп'ютерні мережі" для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, усіх форм навчання. Частина 2. Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2024. – 30 с.
6. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник. 2020.
7. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 2. Навчальний посібник. 2020.
8. Блозва А.І. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] / А.І.Блозва, Ю.В.Матус, В.В.Смолій, Б.С.Гусєв, Д.Ю.Касаткін, Т.Ю.Осипова, Я.А.Савицька. К.: Компрінт, 2017.
9. Hucaby D. CCNP Routing and Switching SWITCH 300-115 Official Cert Guide. 2nd Edition. USA: Cisco Press, 2015. 578 p.
10. Tulloch M., Team WS Introducing Windows Server 2012 R2. - Microsoft press, 2013.
11. Krause J. Mastering Windows Server 2016. - Packt Publishing Ltd, 2016.
12. IT Блог Тараса Кучинського. Знайомство з програмою "Cisco packet tracer". URL: <https://kychinskiy.blogspot.com/2017/12/cisco-packet-tracer.html>