

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему: «Проект підсистеми
захищеного міжсайтового мережного обміну
на базі рішень VPN»

Виконав студент 4-го курсу, групи ЗКБ-18
спеціальності 125 «Кібербезпека»



С.В. Зимін

Керівник к.т.н., доцент, доцент кафедри КІ та КБ



В.П. Полторак

Рецензент старший викладач кафедри ІПЗ



Т.М. Локтікова

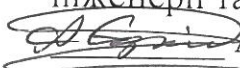
Житомир – 2022

Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки
Спеціальність 125 «Кібербезпека»
Освітня програма «Кібербезпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри комп'ютерної
інженерії та кібербезпеки

 Андрій Єфіменко
1 березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на випускню кваліфікаційну роботу

Студента Зиміна Сергія Володимировича

Тема роботи: Проект підсистеми захищеного міжсайтового мережного об-
міну на базі рішень VPN

Затверджена Наказом університету від « 1 » березня 2022 р. № 128/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 10 червня 2022р.

Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження):

- Топологія мережі.
- Віртуальні локальні мережі.
- Протокол маршрутизації OSPF.

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів,
що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Полторак В.П.		
2	Полторак В.П.		
3	Полторак В.П.		

Керівник 
(підпис)

Календарний план

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання	1 березня 2022	виконано
2	Розробка плану роботи	5 березня 2022 – 21 березня 2022	виконано
3	Розробка розгорнутого плану	22 березня 2022 – 30 березня 2022	виконано
4	Подача чернетки керівнику для перевірки	20 травня 2022	виконано
5	Доопрацювання роботи та перевірка керівником	21 травня 2022 – 29 травня 2022	виконано
6	Затвердження графічних матеріалів у керівника	1 червня 2022	виконано
7	Проведення попереднього захисту	4 червня 2022	виконано
8	Отримання відгуку керівника	5 червня 2022	виконано
9	Допуск завідувача кафедри	6 червня 2022	виконано
10	Подання роботи на рецензування	7 червня 2022	виконано

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі бакалавра представлено розробку проекту підсистеми захищеного міжсайтового мережного обміну на базі рішень VPN. У мережі застосовуються три основні протоколи: DHCP, VLAN, OSPF. Тим самим пропонована мережа поєднує в собі три важливі функції міжсайтового мережного обміну – автоматичне отримання IP-адрес, розбиття на віртуальні локальні комп'ютерні мережі, маршрутизації між різними віртуальними локальними комп'ютерними мережами. Це має важливе значення у випадках, якщо кількість віртуальних мереж та комп'ютерів в них є великою. Замість ручного присвоєння комп'ютерам IP адрес це буде робитися автоматично, в залежності від того, до якої віртуальної локальної мережі підключився пристрій та буде забезпечено захищений обмін інформацією між різними віртуальними локальними мережами. Описано топологію та розроблено схему адресації мережі.

Основу мережі становлять маршрутизатори Cisco 7201 та комутатори Cisco Systems WS-C2960-24TC-S. Усі пристрої було налаштовано, а для збільшення пропускної здатності було застосовано агрегацію каналів. Були проведені експериментальні дослідження розробленої мережі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: комп'ютерна мережа, віртуальна локальна мережа, IP адреса, маршрутизація, комутатор.

					КБ.КР.Б – 125 – 22 – ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект підсистеми захищеного міжсайтового мережного обміну на базі рішень VPN	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Зимін С.В.		5.06.22				
Керівник		Полторак В.П.		6.06.22			4	72
Реценз		Локтікова Т.М.		6.06.22		Житомирська політехніка, група ЗКБ-18		
Н. контр.								
Зав. каф.		Сфіменко А.А.		20.06	Пояснювальна записка			

ABSTRACT

The qualification work of the bachelor presents the development of the project of the subsystem of secure intersite network exchange based on VPN solutions. The network uses three main protocols: DHCP, VLAN, OSPF. Thus, the proposed network combines three important functions of intersite network exchange - automatic acquisition of IP addresses, partitioning into virtual local computer networks, routing between different virtual local computer networks. This is important if you have a large number of virtual networks and computers. Instead of manually assigning IP addresses to computers, this will be done automatically, depending on which virtual LAN the device is connected to, and will securely exchange information between different virtual LANs. The topology is described and the network addressing scheme is developed.

The network is based on Cisco 7201 signal routers and Cisco Systems WS-C2960-24TC-S switches. All devices were configured, and channel aggregation was used to increase bandwidth. Experimental studies of the developed network were conducted.

KEY WORDS: computer network, virtual local area network, IP address, routing, switch.

		<i>Зимін С.В.</i>			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	<i>Арк.</i>
		<i>Полторак В.П.</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ABSTRACT	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖ ВІРТУАЛЬНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ МЕРЕЖАМИ ТА ПРОТОКОЛУ OSPF	9
1.1 Технологія VLAN та InterVLAN Routing	9
1.2 Протокол OSPF	16
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АДРЕСАЦІЇ.....	27
2.1 Розробка топології комп'ютерної мережі	27
2.2 Розробка схеми адресації мережі	32
РОЗДІЛ 3 АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ	37
3.1 Вибір середовища емуляції мережі.....	37
3.2 Вибір обладнання для організації роботи мережі	37
3.3 Налагодження обладнання мережі.....	39
3.4 Перевірка працездатності мережі	44
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	48
ДОДАТКИ.....	49

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Комп'ютерна мережа – КМ

Virtual Local Area Network – VLAN

Open Shortest Path First – OSPF

Graphical Network Simulator – GNS

Dynamic Host Configuration Protocol – DHCP

Internet Protocol – IP

Transmission Control Protocol – TCP

Media Access Control – MAC

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даний час існує велика кількість комп'ютерних мереж, що потре-бують належного обслуговування. Для комп'ютерного інженера завдання полягає в тому, щоб правильно налаштувати мережу в рамках поставлених цілей та задач.

У загальному, комп'ютерна мережа – це система зв'язку між двома чи більше комп'ютерами; у ширшому розумінні – це система зв'язку через кабельне або бездротове середовище, комп'ютери різного функціонального призначення та мережеве обладнання.

До основних можливостей комп'ютерних мереж відносять:

- можливість швидкої передачі інформації на великі відстані;
- оперативний пошук інформації;
- обмін інформацією в режимі offline;
- обмін текстовою, звуковою та відеоінформацією у реальному часі;
- можливість збереження інформації, розміщеної на серверах Internet, на локальному комп'ютері для подальшої обробки;
- можливість інтерактивності і оперативного зворотного зв'язку.

Щоб вся ця система коректно працювала і виконувала необхідні функції потрібні висококваліфіковані спеціалісти. Даний проект допоможе здобути важливі навички у створенні мереж. Він присвячений актуальній темі проектування комп'ютерної мережі та направлений на забезпечення взаємодії користувачів системи з належною якістю та мінімізацією затримки передачі даних.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖ ВІРТУАЛЬНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ МЕРЕЖАМИ ТА ПРОТОКОЛУ OSPF

1.1 Технологія VLAN та InterVLAN Routing

1.1.1 Основні властивості віртуальних локальних мереж

Віртуальною локальною мережею VLAN (Virtual Local Area Network) називають логічну групу вузлів мережі, кадри яких, у тому числі й ширококомвні, на каналному рівні повністю ізольовані від інших вузлів мережі, що не входять до даної групи. Із цього випливає, що передача кадрів між різними VLAN на підставі MAC-адреси неможлива незалежно від типу адреси (одиначної, групової або ширококомвної). У той же час усередині VLAN кадри передаються відповідно до технології каналного рівня. Тому така логічна сегментація дозволяє логічну структуру мережі Ethernet зробити незалежною від її фізичної структури (рисунок 1.1).

Треба також відмітити, що вузли, які належать до однієї логічної групи можуть бути фізично приєднані до різних комутаторів.

Таким чином, застосування VLAN призводить до обмеження розповсюдження ширококомвних кадрів, а також кадрів, які розсилає комутатор по всіх своїх портах у випадку відсутності MAC-адреси отримувача кадру в його MAC-таблиці, тільки в межах однієї VLAN. Це в свою чергу дає можливість зменшити частку ширококомвних кадрів у мережі й імовірність виникнення ширококомвних штормів, що можуть суттєво погіршити характеристики продуктивності мережі.

Застосування VLAN забезпечує можливість гнучкого розділення користувачів на ізольовані групи, тобто кінцеві вузли користувачів (наприклад, персональні комп'ютери) будуть ізольовані один від одного на каналному рівні. Також VLAN дозволяє покращити характеристики безпеки мережі за рахунок обмеження області розповсюдження кадрів другого рівня і реалізації необхідної політики взаємодії користувачів з різними VLAN за допомогою обладнання комутації третього рівня. Крім того, VLAN надає можливість спрямування за необхідними трактами передачі у випадку, якщо їх декілька, кадрів другого рівня, що

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

дозволяє встановити необхідний розподіл потоків кадрів у певному сегменті мережі.

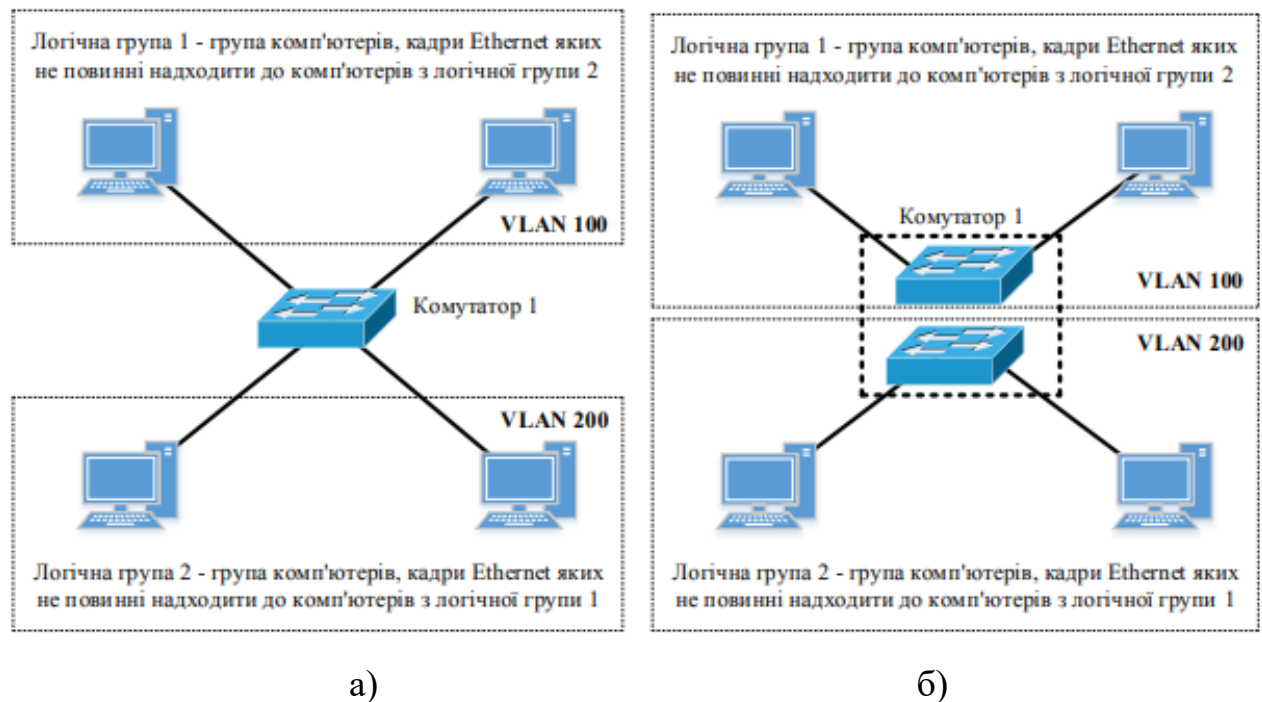


Рис. 1.1. Приклад сегментації мережі на основі VLAN

1.1.2 Віртуальні локальні мережі на основі портів

При використанні VLAN на основі портів кожен порт призначається у певну VLAN. Це означає, що всі користувачі, приєднані до цього порту, будуть членами однієї VLAN. Конфігурація портів статична й може бути змінена тільки вручну (рисунок 1.2).

Якщо вузли якої-небудь віртуальної мережі приєднані до різних комутаторів, то для з'єднання комутаторів між собою для кожної VLAN має бути виділено по одному порту (рисунок 1.3).

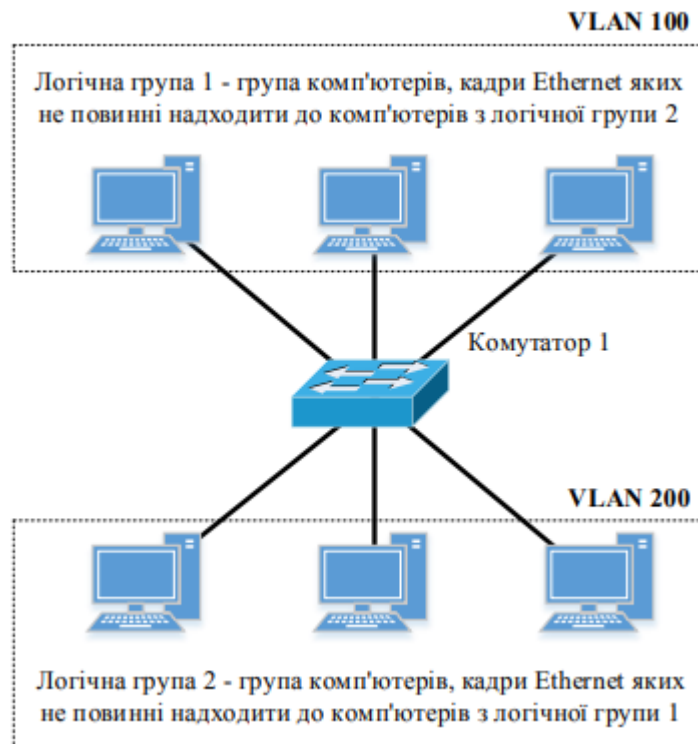


Рис. 1.2. VLAN на основі портів

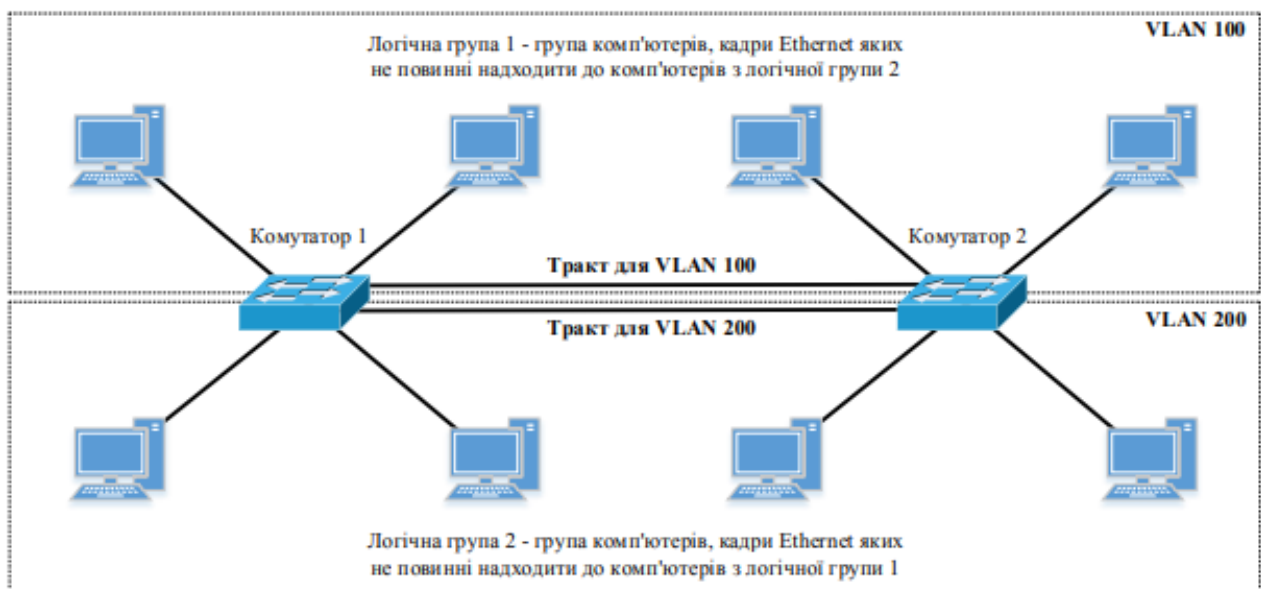


Рис. 1.3. VLAN на основі портів у мережі з декількома комутаторами

Передача інформації між користувачами з різних віртуальних мереж можлива тільки через мережевий рівень (на канальному рівні віртуальні мережі повністю незалежні). Для цього один з портів, що належить кожній VLAN, приєднується до окремого порту маршрутизатора, який забезпечує пересилання IP-пакетів між користувачами, що перебувають у різних віртуальних мережах (рисунок 1.4). При цьому слід зазначити, що IP-адреси користувачів з різних віртуаль-

них мереж повинні знаходитися у різних IP-мережах (підмережах), тобто префікси IP-мереж мають відрізнятися (це необхідно для того, щоб порти маршрутизатора перебували в різних IP-мережах).

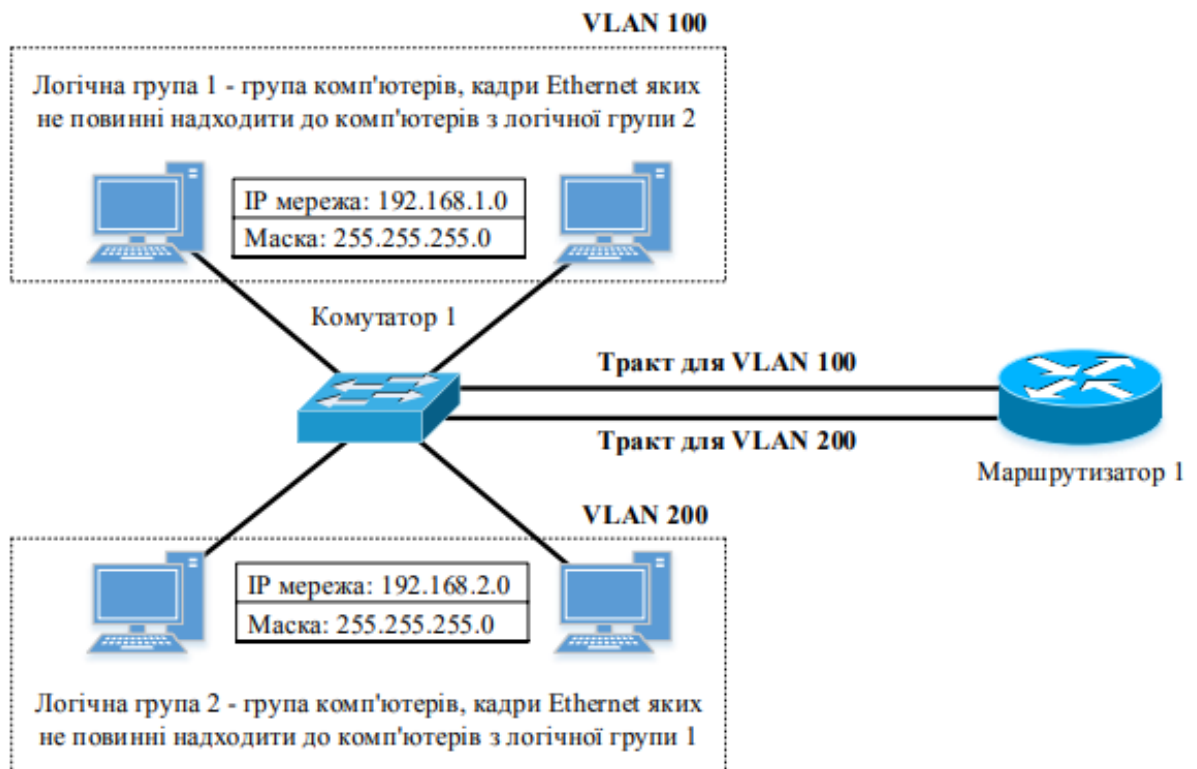


Рис. 1.4. Приклад організації можливості обміну інформацією між користувачами з різних VLAN на основі портів

Таким чином, спосіб утворення VLAN на основі портів у мережі з декількома комутаторами, а також при забезпечення можливості обміну інформацією між користувачами, що перебувають у різних віртуальних мережах, вимагає для своєї реалізації додаткового виділення такої кількості портів, скільки віртуальних мереж підтримується. Це є істотним недоліком даного способу при великій кількості віртуальних мереж.

1.1.3 Віртуальні локальні мережі на основі стандарту IEEE 802.1q

Побудова VLAN на основі портів заснована тільки на додаванні додаткової інформації до таблиці комутації комутатора й не використовує можливості вбудовування інформації про приналежність до віртуальної мережі в кадри, що передаються. Спосіб організації VLAN на основі стандарту IEEE 802.1q передбачає розміщення всередині кадру Ethernet додаткового службового поля розміром 4 байти, що дозволяє передавати таку інформацію (рисунок 1.5):

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Tag Protocol Identifier (TPID) – ідентифікатор протоколу розміром 16 біт – 0x8100, який відповідає стандарту 802.1q, що вказує на використання у кадрі другого рівня цього стандарту;
- Tag Control Information (TCI) – поле керування розміром 16 біт, що містить в собі такі поля:
 - Priority – пріоритет кадру розміром 3 біти відповідно до стандарту IEEE 802.1p;
 - Canonical Format Indicator (CFI)
 - індикатор канонічного формату розміром 1 біт, який вказує на формат MAC-адреси (0 – канонічний, 1 – неканонічний), що забезпечує сумісність між мережами Ethernet та Token Ring;
 - VLAN Identifier (VID або VLAN ID) – ідентифікатор VLAN розміром 12 біт (діапазон можливих значень ідентифікатора в десятковому форматі становить від 0 до 4095, що надає можливість утворення 4095 віртуальних мереж).

Відмітимо, що мінімальний та максимальний розміри поля даних кадру Ethernet зменшується на величину службових полів стандарту 802.1q, тобто на 4 байти, а контрольна сума FCS обчислюється знову з урахуванням цих полів.

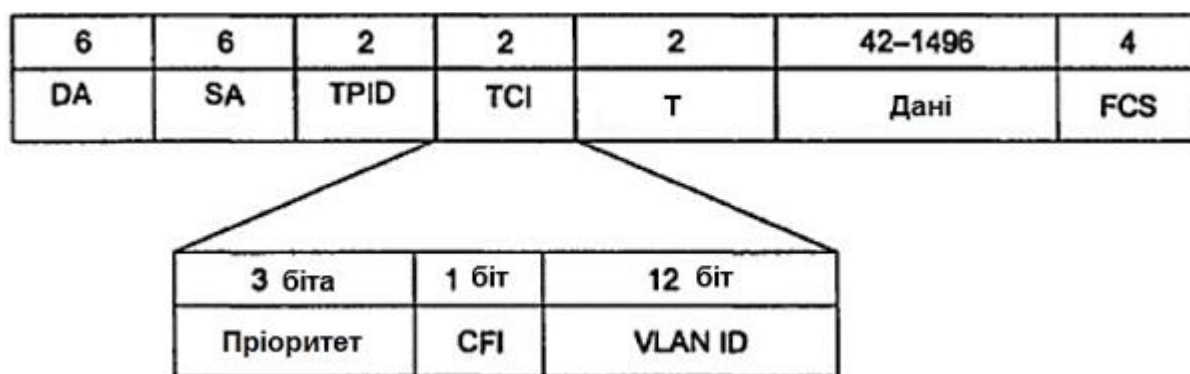


Рис. 1.5. Структура кадру Ethernet відповідно до стандарту 802.1q

Порти комутаторів, які використовуються для організації VLAN на основі стандарту 802.1q, мають тип Trunk (tagged, маркований порт). Ці порти можуть передавати кадри Ethernet, які містять службове поле відповідно до стандарту IEEE 802.1q, від декількох VLAN, що дозволяє здійснювати з'єднання комутаторів мережі тільки одним трактом передачі (рисунок 1.6), на відміну від VLAN на

основі портів. Для роботи комутатора з несумісним обладнанням, за стандартом IEEE 802.1q, передбачаються порти типу Access (untagged, немарковані порти). З рисунка 1.6 видно, що порти комутаторів, до яких приєднані персональні комп'ютери (тут вважається, що мережеві адаптери комп'ютерів не мають підтримки стандарту IEEE 802.1q), мають тип Access. Відмітимо, що порти типу Access можуть бути використані для організації VLAN на основі портів. Приклад організації можливості обміну інформацією між користувачами із різних VLAN на основі стандарту 802.1q за допомогою маршрутизатора показаний на рисунку 1.7, з якого видно, що комутатор з маршрутизатором з'єднуються між собою тільки одним трактом, утвореним портами типу Trunk, на відміну від застосування VLAN на основі портів. Зазначимо, що стандарт IEEE 802.1q передбачає передачу кадрів від портів, які не включено до будь-якої VLAN, через траси передачі з портами типу Trunk (tagged). У цьому випадку кадри від не розподілених за віртуальними мережами портів автоматично включаються до нативної VLAN (Native VLAN), ідентифікатор якої за замовчуванням дорівнює 1. Як правило, Native VLAN використовується для передачі інформації керування комутаторами та маршрутизаторами, а також такими протоколами, як STP (Spanning Tree Protocol), VTP (VLAN Trunking Protocol), CDP (Cisco Discovery Protocol) та ін.

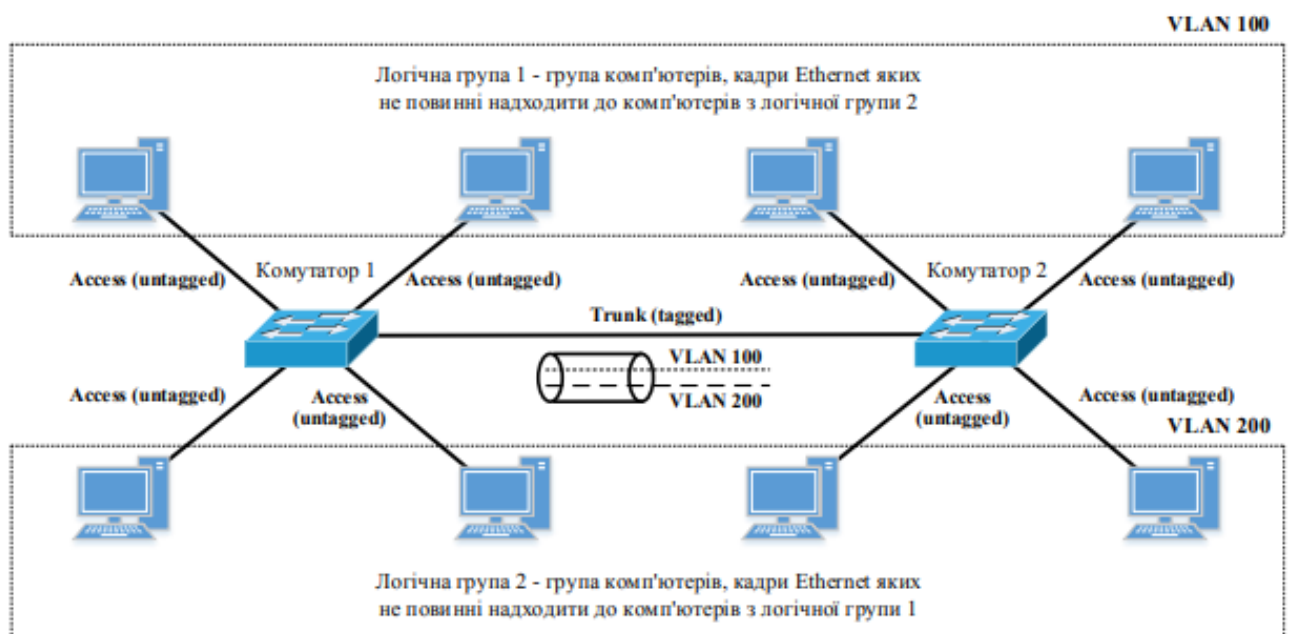


Рис. 1.6. VLAN на основі стандарту 802.1q в мережі з декількома комутаторами (комутатори з'єднані між собою тільки одним трактом, утвореним портами типу Trunk)

Таким чином, можна зробити висновок, що з погляду зручності й гнучкості налаштувань, VLAN стандарту IEEE 802.1q є кращим рішенням у порівнянні з VLAN на основі портів. Крім того, VLAN стандарту IEEE 802.1q дозволяє на канальному рівні в мережі Ethernet застосовувати механізми забезпечення якості обслуговування QoS відповідно до стандарту IEEE 802.1p за рахунок поля Priority, передбаченого стандартом IEEE 802.1q. Без застосування стандартів IEEE 802.1q/p забезпечення якості обслуговування QoS на канальному рівні в мережі Ethernet неможливо, оскільки кадр Ethernet відповідно до стандарту IEEE 802.3 не містить службового поля для цих цілей.

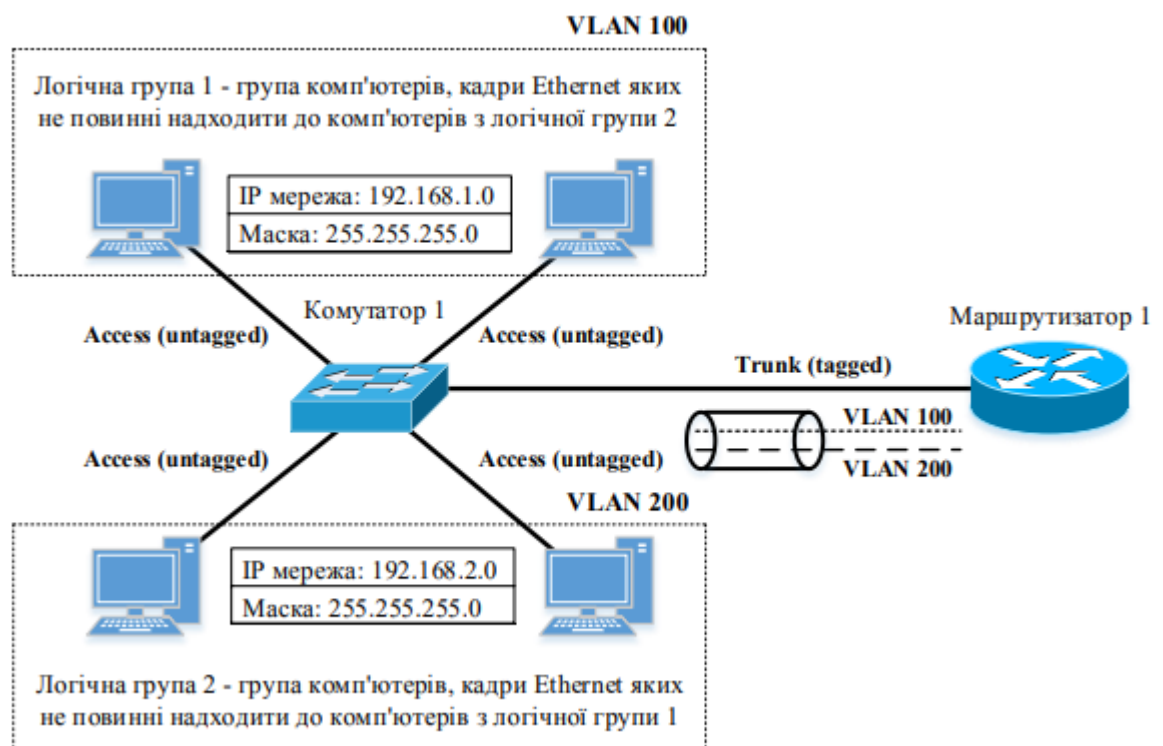


Рис. 1.7. Приклад організації можливості обміну інформацією між користувачами із різних VLAN на основі стандарту 802.1q

Для розподілу IP-адрес між робочими станціями налаштовувався протокол DHCP.

DHCP — це стандартний протокол прикладного рівня, який дозволяє комп'ютерам автоматично отримувати IP-адресу та інші параметри, необхідні для

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи в мережі. Для цього комп'ютер звертається відповідно — до DHCP-сервера.

Також було налаштовано InterVLAN Routing. InterVLAN Routing використовується для взаємодії між різними IP-мережами у кожній із створених віртуальних локальних мереж. Для забезпечення взаємодії між такими IP-мережами необхідно використовувати засоби мережного рівня моделі OSI – маршрутизатори або комутатори 3-го рівня. У даному проекті ми використовували маршрутизатори для забезпечення цієї взаємодії, а також як DHCP-сервери.

Для автоматичного управління VLAN використовувався протокол VTP.

Протокол VTP призначений для динамічного управління VLAN на комутаторах Cisco. Основними функціями протоколу є автоматичне створення, модифікація і видалення VLAN на комутаторах мережі. Головною особливістю протоколу VTP є централізація керування і обмеження області адміністрування VLAN. Для цього у протоколі VTP вводиться поняття VTP-домену, бази даних VLAN та виділяються режими роботи протоколу на комутаторах.

1.2 Протокол OSPF

OSPF (OpenShortestPathFirst) – протокол маршрутизації з врахуванням стану каналу. Описаний в RFC 2328. Передбачає, що всі маршрутизатори в домені маршрутизації обмінюються інформацією про зміни в мережі і завдяки цьому мають відомості про топологію всієї мережі. Застосування алгоритм пошуку найкоротшого шляху SPF (Дейкстри) дозволяє забезпечити швидкий перехід мережі у встановлений стан.

OSPF є:

- Відкритим;
- Динамічним;
- Протоколом з врахуванням стану каналу;
- Внутрішньошлюзовим протоколом;
- Ієрархічним;

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Наявна можливість забезпечити розподіл навантаження по каналам передачі з однаковою вартістю (метрикою);
- Має засоби захисту;
- Підтримує мереж різних типів;
- Підтримка VLSM та CIDR.
- Підтримка інкапсуляції IP.
- Підтримка передачі по всіх фізичних середовищах.
- Передача між маршрутизаторами не всієї таблиці, а лише її зміни.
- Потребує меншого об'єму трафіку.
- Велика масштабованість.
- Ієрархія маршрутизації OSPF:

Внутрішньообласна маршрутизація – якщо адреса відправника і отримувача в пакеті знаходяться в межах однієї і тієї ж області.

Міжобласна маршрутизація – якщо адреса відправника і отримувача в пакеті знаходяться в різних областях, але все ще відносяться до однієї і тієї ж автономної системи.

Зовнішня маршрутизація – якщо адрес отримувача в пакеті знаходиться за межами автономної системи.

В OSPF використовується неструктурована метрика, яка представлена двійковим числом довжиною 16 біт, тому лежить в діапазоні 0...65535. По замовчуванню значення метрики OSPF обернено пропорційне пропускній здатності інтерфейсу та нормалізоване таким чином, що метрика інтерфейсу FastEthernet дорівнює 1. Стандартні метрики наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Стандартні метрики OSPF

Технологія	Метрика(Пропускна здатність)
Fast Ethernet	1 (100 мБіт/с)
Ethernet	10 (10 мБіт/с)
Gigabit Ethernet	1 (1000 мБіт/с)
T1	64 (1,544 мБіт/с)

E1	48 (2,048 Мбіт/с)
----	-------------------

За замовчуванням метрика маршруту у протоколі OSPF розраховується за стандартною формулою (1), яка використовує пропускні здатності окремих ділянок (інтерфейсів, каналних сегментів), з яких складається маршрут:

$$M = \sum_{i=1}^N \left(\frac{RefBW}{BW_i} \right), \quad (1)$$

де M – метрика певного маршруту;

N – кількість ділянок маршруту;

$RefBW$ (Reference BandWidth) – еталонна пропускна здатність, максимальне значення пропускної здатності для розрахунку метрик у протоколі OSPF, біт/с; за замовчуванням на момент прийняття стандарту встановлена як 108 біт/с; $RefBW$ може змінюватися адміністративно;

BW_i (BandWidth _{i}) – значення пропускної здатності i -ї ділянки (канального сегменту) маршруту, біт/с; за замовчуванням дорівнює фізичній пропускній здатності інтерфейсу; BW_i може змінюватися адміністративно.

Необхідно зазначити, що метрика маршруту протоколу OSPF є величиною безрозмірною.

Спрощена формула розрахунку метрики маршруту за еталонного (стандартного) значення $RefBW$ має такий вигляд:

$$M = \sum_{i=1}^N \left(\frac{10^8}{BW_i} \right), \quad (2)$$

Слід звернути увагу на те, що у разі використання стандартного значення $RefBW$ у мережі, у якій застосовуються з'єднання Gigabit Ethernet (1000 Мбіт/с), АТМ (155 Мбіт/с) та деякі інші високошвидкісні з'єднання, для цих з'єднань значення BW і задається таким, як і для Fast Ethernet, тобто 100 Мбіт/с. Якщо виникає потреба більш точно розраховувати метрики маршрутів, то необхідно встановити на кожному з маршрутизаторів мережі значення $RefBW$ таким, що є більшим або, як мінімум, дорівнює пропускній здатності технології з найбільшою фізичною пропускною здатністю.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для спрощення розрахунків при умові встановленого стандартом еталонного значення RefBW вводиться поняття „метрика інтерфейсу” („метрика каналного сегменту”) – розраховане числове значення метрики ділянки маршруту певної технології. У цьому разі формула розрахунку метрики спрощується ще більше і має вигляд:

$$M = \sum_{i=1}^N M_i, \quad (3)$$

де M_i – табличне значення стандартної метрики i -ї ділянки (каналного сегменту) маршруту.

Порядок розрахунку метрик, що оцінюють надійність, затримку і варіативність, не визначений. Адміністратор, який бажає підтримувати маршрутизацію за цими типами сервісів, повинен сам призначити розумні і узгоджені метрики за цими параметрами.

Якщо не потрібно маршрутизація з урахуванням типу сервісу (або маршрутизатор її не підтримує), використовується метрика за замовчуванням, рівна метриці по пропускній здатності.

Для спрощення обчислення маршрутів та зменшення розміру бази даних стану зв'язків OSPF система може бути розбита на окремі незалежні області (areas), що об'єднуються в єдину систему особливою областю, званою магістраллю (backbone). Області, які не є магістраллю, називаються периферійними.

Маршрути всередині кожної області обчислюються як в окремій системі: база даних стану зв'язків містить записи тільки про зв'язки маршрутизаторів всередині області, дію протоколу затоплення не поширюється за межі області.

Деякі маршрутизатори належать магістралі і однією або кількома периферійним областям. Такі маршрутизатори називаються обласними прикордонними маршрутизаторами (area border router, ABR). Кожна область повинна мати як мінімум один ABR, інакше вона буде повністю ізольована від решти.

Обласні прикордонні маршрутизатори підтримують окремі бази даних стану зв'язків для всіх областей, до яких вони підключені. На підставі цих даних вони узагальнюють інформацію про досяжності мереж всередині окремих обла-

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

стей і повідомляють результат в суміжну область. Також ABR обробляють подібні повідомлення від інших ABR (межують з іншими областями) і ретранслюють інформацію про зовнішні маршрути, витікаючи від прикордонних маршрутизаторів (автономної) системи (ASBR).

Тим самим забезпечується передача маршрутної інформації та коннективності між областями. При цьому, за межі області передається не повна база даних стану зв'язків, а просто список мереж цієї області, досяжних ззовні області через даний ABR, разом з метриками відстані до цих мереж. Якщо можливо, адреси мереж агрегуються в загальну адресу з коротшою маскою. Подібну ж інформацію, але тільки про мережі, що лежать за межами OSPF системи, поширюють ASBR.

Протокол OSPF призначений для роботи в мережах багатьох типів.

Типи мереж OSPF:

- Широкомовна мережа
- Неширокомовна мережа з множинним доступом (Non-Broadcast with Multiple Access – NBMA)
- Двохточкова мережа
- Багаточкова мережа

Широкомовна мережа – мережа, в якій два чи декілька маршрутизаторів OSPF з'єднані за допомогою широкомовного середовища

передачі (Ethernet, FDDI). Відношення сусідства формуються з використанням повідомлень привітання OSPF. З ряду сусідніх пристроїв вибирається назначений маршрутизатор (Designated Router – DR) та резервний назначений маршрутизатор (BackupDR – BDR).

Неширокомовна мережа з множинним доступом – мережа, в якій широкомовна передача заборонена по замовчуванню (Frame Relay, ATM, X.25).

Двохточкова мережа – один канал, що з'єднує два маршрутизатори OSPF, який дозволяє формувати відношення сусідства з одним пристроєм. До мереж такого типу відносяться орендовані канали, в яких застосовується протокол PPP (Point-to-Point Protocol – протокол з'єднання «точка-точка») або HDLC (High-

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Level Data Link Control – високорівневий протокол управління каналом). В мережах такого типу не застосовуються маршрутизатори DR чи BDR.

Багаточкова мережа. Метод налаштування конфігурації мережі NBMA, що дозволяє експлуатувати OSPF таким чином, що маршрутизатори були б з'єднані двухточковими каналами, а не через мережу NBMA. Також не застосовуються DR та BDR.

В OSPF маршрутизатори об'єднуються в області. Область – суміжні логічні сегменти мережі, згруповані в одну мережеву структуру.

Типи областей протоколу OSPF:

- Область 0 (опорна область)
- Тупикова область
- Повністю тупикова область
- Не повністю тупикова область (Not-So-Stubby Area – NSSA)

Область 0 – область, що повинна бути з'єднана з всіма іншими областями. Відповідає за перерозподіл маршрутної інформації між областями, відмінними від опорної.

Тупикова область – область, яка має єдину точку виходу чи для якої при зовнішній маршрутизації за межами цієї області не потрібно передбачувати оптимальний маршрут. Містить міжобласні та внутрішньообласні маршрути.

Повністю тупикова область – область, яка на відміну від тупикової області містить лише внутрішньообласні маршрути.

Не повністю тупикова область – цетупикова область в якій розповсюджується інформація про мережу з іншим мережевим протоколом.

Від належності до певної області, а також від покладених на маршрутизатор певних завдань в протоколі OSPF використовуються маршрутизатори різних типів.

Типи маршрутизаторів OSPF:

- Внутрішні маршрутизатори (InternalRouter – IR)
- Граничні маршрутизатори області (Area Border Router – ABR)

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- Граничні маршрутизатори автономної системи (Autonomous System Boundary Router – ASBR)
- Маршрутизатори опорної обласні (магістральні маршрутизатори) (Backbone Router – BR)

Внутрішні маршрутизатори – маршрутизатори, до яких безпосередньо підключені тільки такі мережі, які відносяться до однієї і тієї ж області OSPF. Містять одну базу даних про стан каналів, оскільки вони відносяться лише до одної області.

Граничні маршрутизатори області – маршрутизатори, що знаходяться на кордоні однієї чи декількох областей OSPF та з'єднує ці області з опорною. Тому вони мають декілька різних екземплярів баз даних про стани каналів, по одній базі даних на кожну область. Цю інформацію ABR сумує, а потім передає в опорну область для розподілу по іншим областям.

Граничні маршрутизатори автономної системи – маршрутизатори, що з'єднані з декількома автономними системами і обмінюються маршрутною інформацією з маршрутизаторами, що знаходяться в іншій автономній системі.

Маршрутизатори опорної обласні – маршрутизатори, інтерфейси яких з'єднують їх тільки з опорною областю. Вони не мають інтерфейсів, підключених до інших областей OSPF, оскільки тоді б вони розглядалися як ABR.

Для роботи протокол OSPF повинен знати ідентифікатори кожного з маршрутизаторів (Router ID – RID). Цей ідентифікатор представляє собою 32-х бітне число, є унікальним для кожного маршрутизатора.

Методи встановлення RID та їх пріоритетність:

1. Ручне встановлення. Якщо не встановлено – перейти до пункту 2.
2. В якості RID виступає найбільший IP-адрес інтерфейсів зворотнього зв'язку. Якщо інтерфейс лише один, то ідентифікатором буде його IP-адрес. Якщо інтерфейси зворотнього зв'язку відсутні – перейти до пункту 3.
3. В якості RID виступає найбільший IP-адрес з всіх адрес активних інтерфейсів маршрутизатора.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Для роботи протокол OSPF повинен знати ідентифікатори кожного з маршрутизаторів (Router ID – RID). Цей ідентифікатори представляє собою 32-х бітне число, є унікальним для кожного маршрутизатори.

Для підтримки взаємодії маршрутизатори передають один одному спеціальні пакети. Типи пакетів OSPF наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Типи пакетів OSPF

Назва	Призначення
Пакет привітання (Hello)	Виявлення сусідніх пристроїв та підтримка відношень сусідства.
Пакет з описом бази даних (DatabaseDescription)	Представлення результуючих відомостей про вміст бази даних.
Запит стану каналів (Link State Request)	Передача запитів на отримання анонсів LSA, які повинні бути завантажені на маршрутизатор, який відправив запит. Застосовуються тільки в станах завантаження, обміну і повної суміжності.
Оновлення стану каналів (LinkStateUpdate)	Передача списку анонсів LSA, які повинні бути оновлені. Ці пакети часто використовуються в лавинній передачі.
Підтвердження стану каналів (LinkStateAcknowledgment)	Передача підтвердження про отримання пакетів, відправлених по методу лавинної передачі, для забезпечення результативності лавинної передачі.

Умови, при яких маршрутизатори формують відношення суміжності:

- Зв'язок по мережі забезпечується з використанням двухточкового каналу.
- Зв'язок по мережі забезпечується з використанням віртуального каналу.
- Даний маршрутизатор виконує функцію DR.
- Сусідній маршрутизатор виконує функцію DR.

- Даний маршрутизатор виконує функцію BDR.
- Сусідній маршрутизатор виконує функцію BDR.

Відношення суміжності між всіма маршрутизаторами в мережі призводить до значного навантаження на мережу через значний трафік, яким обмінюються маршрутизатори. Для попередження можливості встановлення занадто великої кількості відношень суміжності було введено поняття назначеного маршрутизатора (DR). В широкомовних мережах повинен бути назначений один маршрутизатор для формування відношень суміжності з усіма іншими маршрутизаторами. Маршрутизатор DR назначається в результаті виборів. Для цього використовується протокол передачі повідомлень привітання OSPF.

Для забезпечення роботи протоколу маршрутизатори між собою обмінюються інформацією різного виду, яка передається за допомогою спеціальних повідомлень – анонсів з інформацією про стан каналу.

Канал – з'єднання між маршрутизаторами OSPF будь-якого типу.

Анонс – засіб для надання інформації іншим маршрутизаторам OSPF.

Об'ява про стан каналу (LinkStateAdvertisement – LSA) – одиниця даних, яка описує локальний стан маршрутизатора чи мережі.

Сценарій дій маршрутизаторів при введенні в мережу нового маршрутизатора:

1. В мережу вводиться новий маршрутизатор OSPF.
2. Цей маршрутизатор негайно починає передавати групові пакети з використанням групового адресу 224.0.0.5, призначеного для всіх маршрутизаторів OSPF. В даний момент маршрутизатор ще не володіє інформацією про те, чи наявний в мережі маршрутизатор DR.

3. Після отримання повідомлення привітання маршрутизатори DR та BDR у відповідь передають новому маршрутизатору одноадресні пакети, які адресовані саме йому. З цього починається процес формування відношення суміжності.

4. Після встановлення відношення суміжності з маршрутизаторами DR та BDR новий маршрутизатор передає DR інформацію про доступні йому канали та стани цих каналів. В ході цього обміну інформацією маршрутизатор BDR веде

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

також прийом даних для визначення того, чи відповідає DR, тим самим перевіряючи, чи працює маршрутизатор DR.

5. Маршрутизатор BDR продовжує приймати всі дані, слідкуючи за тим, чи працює маршрутизатор DR. DR передає групове повідомлення для всіх маршрутизаторів мережі, повідомлюючи про те, що в результаті вводу в мережу нового маршрутизатора стали доступні нові маршрути. Потім всі маршрутизатори повинні у відповідь передати підтвердження, щоб маршрутизатор DR міг визначити, що вони успішно прийняли новий маршрут. Якщо відбувається відмова маршрутизатора DR, його місце займає маршрутизатор BDR і відбуваються ще одні вибори для визначення нового маршрутизатора BDR.

Етапи синхронізації бази даних про стани каналів (на прикладі маршрутизатора А та В):

1. Зупинений стан. Маршрутизатор А знаходиться в зупиненому стані, тобто ще не виявив ні одного сусіднього пристрою.

2. Стан здійснення спроб маршрутизатора OSPF. Маршрутизатор А намагається зв'язатися зі своїми сусідніми пристроями передаючи пакети привітання. Маршрутизатор А починає переходити в стан ініціалізації, передаючи пакет привітання зі своїм ідентифікатором RID.

3. Стан ініціалізації. Маршрутизатор В отримує пакет привітання від А, але не знаходить в ньому свого власного RID. Маршрутизатор В передає пакет привітання маршрутизатору А, в якому містяться обидва RID. Маршрутизатор А передає пакет привітання з RID маршрутизатору В, після чого обидва маршрутизатора вибираються маршрутизатор DR і узгоджуються свої тайм-аути передачі повідомлень привітання.

4. Стан двостороннього зв'язку. Між маршрутизаторами встановлена двосторонній зв'язок. З цього моменту вони вважаються сусідніми пристроями.

5. Післястартовий стан. Маршрутизатори розподіляються між собою ролі ведучого/веденого і узгоджуються початковий порядковий номер пакетів з описом бази даних (пакети DD).

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

6. Стан обміну. Відбувається двосторонній обмін пакетами DD (при якому одночасно передається та приймається тільки один пакет) до повної синхронізації інформації про LSDB.

7. Стан завантаження. Передаються запити стану каналів і оновлення, що дозволяють маршрутизаторам отримати самі останні анонси LSA, що не були отримані в стані обміну.

8. Стан повної суміжності.

Для налагодження цього протоколу використовують наступні команди:

– router ospf process-id, де process-id – ідентифікатор локального процесу маршрутизації, може набувати значень від 1 до 65535;

– network address wildcard-mask area area-id, де address – IP-адреса мережі у десятковому записі, wildcard-mask – інвертована маска мережі, area – обов’язкова конструкція, яка використовується для зазначення номера області мережі, area-id – ідентифікатор області, число у десятковій формі з діапазону від 0 до 4294967295, яке показує номер області OSPF у домені маршрутизації OSPF.

Висновки до першого розділу

У першому розділі було проаналізовано особливості функціонування віртуальних локальних мереж. Проаналізували особливості функціонування протоколу маршрутизації OSPF, його структуру та функції, переваги та недоліки, що дало розуміння, можливість аналізу та варіанти виконання поставленого завдання.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АДРЕСАЦІЇ

2.1 Розробка топології комп'ютерної мережі

При проектуванні мережі буда використана трирівнева структура, яка включає в себе:

- рівень ядра;
- рівень розподілу;
- рівень доступу.

Дана спроектована мережа представлена на рисунку 2.1:

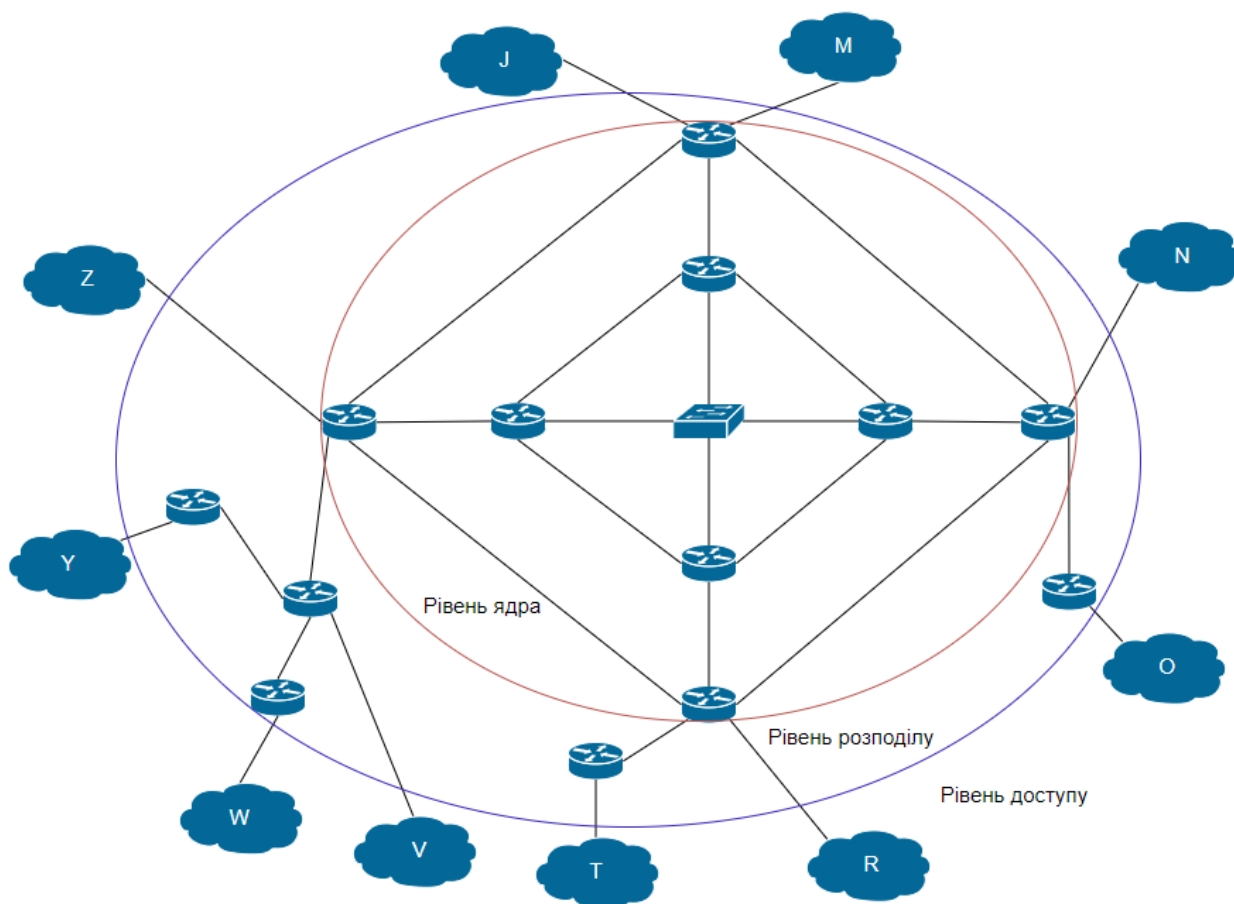


Рис. 2.1. Загальна топологія мережі

Рівень ядра складається з 8 маршрутизаторів та 1 комутатора, з'єднаних між собою каналами зв'язку GigabitEthernet.

Рівень розподілу представляє собою набір з 5 маршрутизаторів, що під'єднані до ядра мережі.

Особливістю з'єднань комутаційного обладнання є те, що для забезпечення високої продуктивності роботи мережі використовуються високошвидкісні лінії зв'язку Gigabit Ethernet. Кінцеві вузли під'єднанні до комутаційного обладнання за допомогою ліній Fast Ethernet на витій парі.

Загалом, у мережі використано 13 маршрутизаторів та 19 комутаторів на 24 порти. Мережа складається з 10 підмереж.

Розглянемо детальніше кожну з під мереж.

Від маршрутизатора R_3_12_5 виходить дві підмережі: М та J. Розглянемо детальніше підмережу М. До цієї підмережі входить 300 комп'ютерів які підключено до 13 двадцяти чотирьох портних комутаторів. Всі з'єднання у даній підмережі виконані за допомогою витієї пари технології Fast Ethernet.

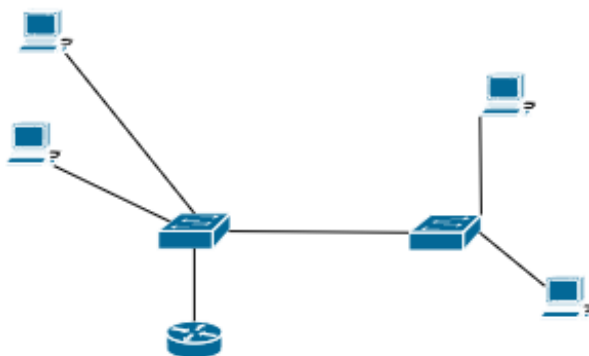


Рис. 2.2. Підмережа М

Підмережа J у своєму складі має 480 ПК та 21 комутатор на 24 порти. З'єднання між комутаторами здійснюється за допомогою витієї пари Gigabit Ethernet.

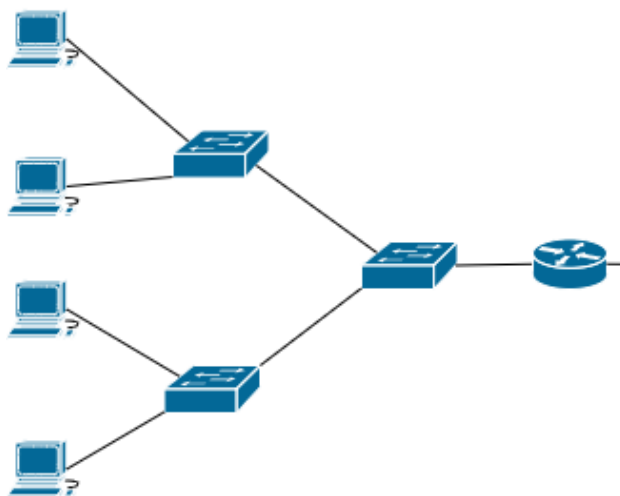


Рис. 2.3. Підмережа J

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Від маршрутизатора R_3_12_6 виходить дві підмережі: N та О. Підмережа N є найбільшою в мережі та включає в себе 900 ПК з'єднаних за допомогою 39 комутаторів на 24 порти. З'єднання між комутаторами здійснюється за допомогою витії пари Gigabit Ethernet.

В свою чергу підмережа О складається з 800 комп'ютерів та тридцяти п'яти 24-ох портових комутаторів. Вона під'єднана до маршрутизатора R_3_12_9, який з'єднано з маршрутизатором R_3_12_6.

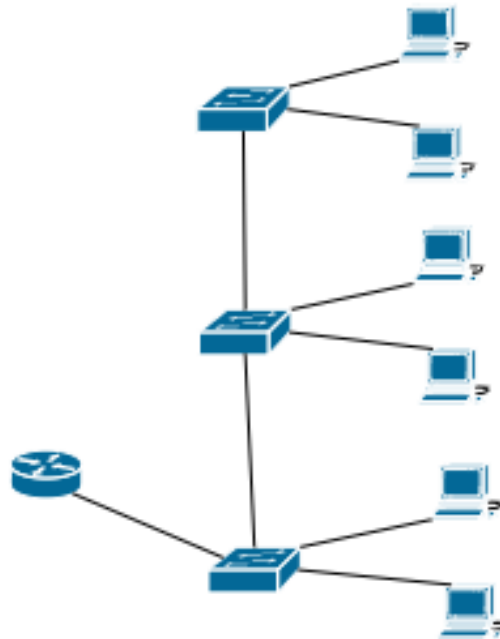


Рис. 2.4. Підмережа N

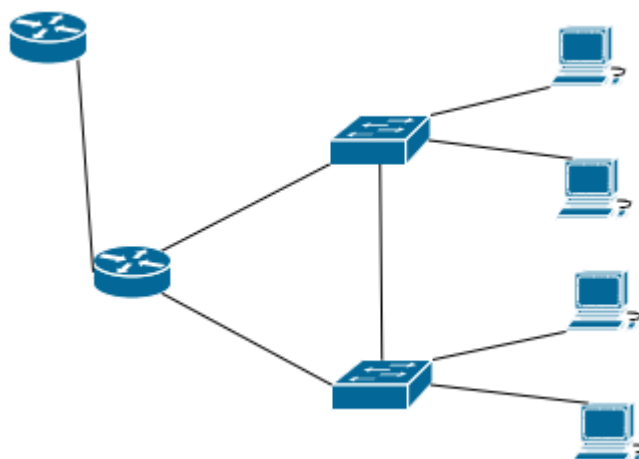


Рис. 2.5. Підмережа О

Від маршрутизатора R_3_12_7 виходить дві підмережі: R та Т. Підмережа R включає в себе 480 ПК з'єднаних за допомогою 21 комутатором на 24 порти. З'єднання між комутаторами здійснюється за допомогою витії пари Gigabit

Ethernet. Підмережа Т складається зі 100 комп'ютерів, які підключені до 5 комутаторів з 24-ма портами, які в свою чергу з'єднано з маршрутизатором R_3_12_10.

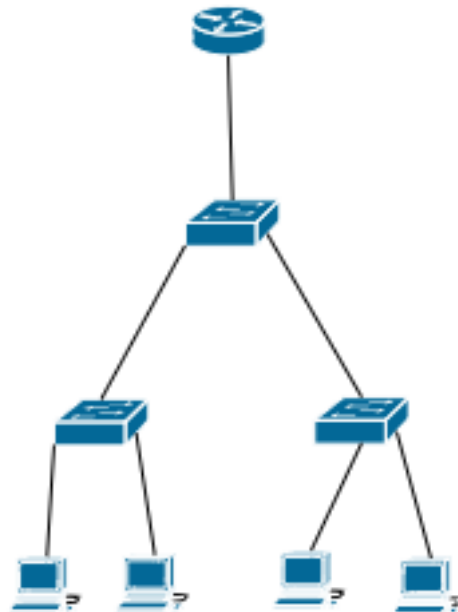


Рис. 2.6. Підмережа R

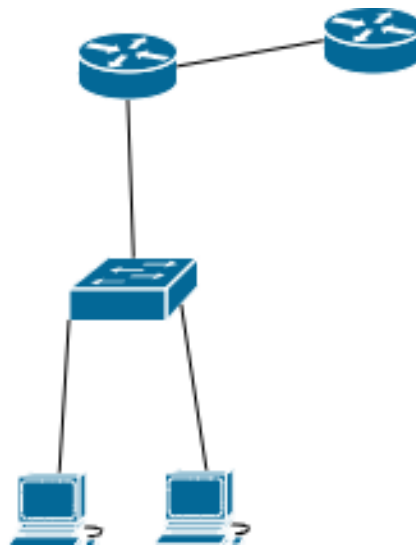


Рис. 2.7. Підмережа Т

Від маршрутизатора R_3_12_8 виходить одна підмережа Z. Також до нього під'єднано маршрутизатор R_3_12_13, від якого виходить підмережа V, та дві однакові підмережі: Y та W.

Підмережа Z складається з 800 комп'ютерів та тридцяти п'яти 24-ох портових комутаторів. З'єднання між комутаторами здійснюється за допомогою пари Gigabit Ethernet.

Підмережа V виходить напряду з маршрутизатора R_3_12_13 та складається зі ста ПК та 5 комутаторів на 24-и порти. Підмережі Y та W виходять з маршрутизаторів R_3_12_12 та R_3_12_11 відповідно, які під'єднані до маршрутизатора R_3_12_13. Кожна з них включає в себе по 100 комп'ютерів та по 5 маршрутизаторів.

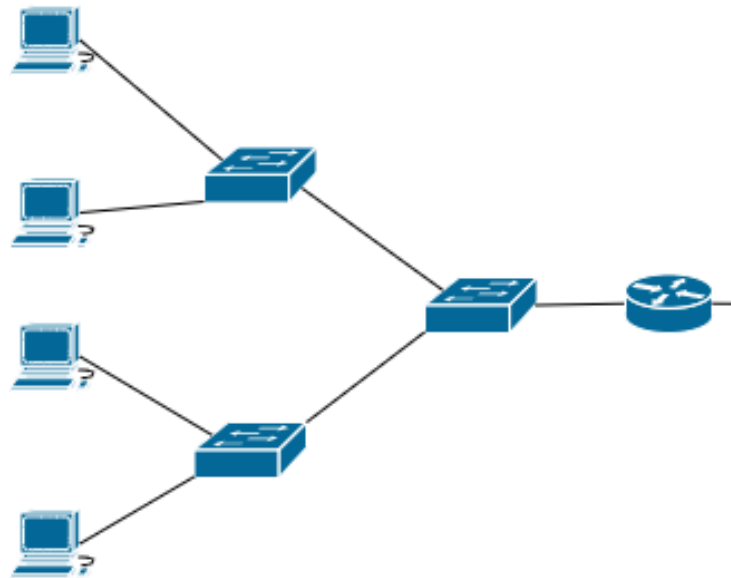


Рис. 2.8. Підмережа Z

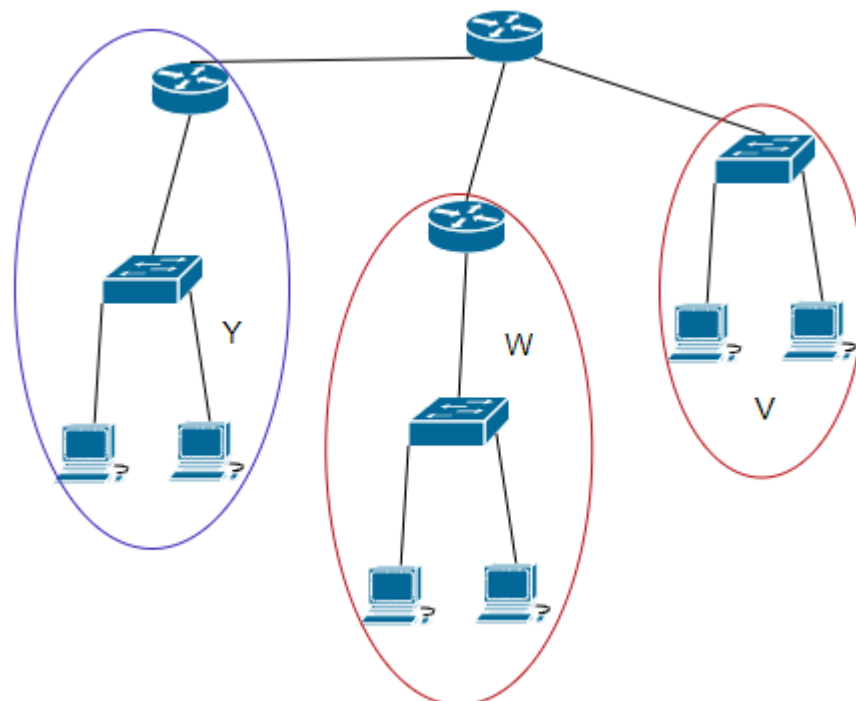


Рис. 2.9. Підмережі V, Y та W

2.2 Розробка схеми адресації мережі

Для рівня ядра мережі розподіл адрес по діапазону проводився таким чином, щоб використати мінімальну кількість IP-адрес, забезпечивши при цьому потреби підключених вузлів. Розрахунок приведено нижче:

Таблиця 2.1

Адресація підмережі А

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.20.0
Маска мережі	255.255.255.248/29
Інвертована маска	0.0.0.7
Мінімальна адреса	202.3.20.1
Максимальна адреса	202.3.20.6
Широкомовна адреса	202.3.20.7
Шлюз по замовчуванню	202.3.20.6
Діапазон адрес комутаторів	202.3.20.1
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.20.2 - 202.3.20.5
Діапазон вільних адрес	202.3.20.6

R_3_12_1 – R_3_12_4 – 202.3.20.8/30 – 202.3.20.9 – 202.3.20.10

R_3_12_1 – R_3_12_2 – 202.3.20.12/30 – 202.3.20.13 – 202.3.20.14

R_3_12_2 – R_3_12_3 – 202.3.20.16/30 – 202.3.20.17 – 202.3.20.18

R_3_12_3 – R_3_12_4 – 202.3.20.20/30 – 202.3.20.21 – 202.3.20.22

Для зв'язку між рівнем ядра та рівнем розподілу було використано 13 підмереж:

R_3_12_1 – R_3_12_5 – 202.3.20.68/30 – 202.3.20.69 – 202.3.20.70

R_3_12_3 – R_3_12_7 – 202.3.20.72/30 – 202.3.20.73 – 202.3.20.74

R_3_12_5 – R_3_12_8 – 202.3.20.28/30 – 202.3.20.29 – 202.3.20.30

R_3_12_5 – R_3_12_6 – 202.3.20.32/30 – 202.3.20.33 – 202.3.20.34

R_3_12_2 – R_3_12_6 – 202.3.20.24/30 – 202.3.20.25 – 202.3.20.26

R_3_12_4 – R_3_12_8 – 202.3.20.36/30 – 202.3.20.37 – 202.3.20.38

R_3_12_6 – R_3_12_7 – 202.3.20.40/30 – 202.3.20.41 – 202.3.20.42

R_3_12_7 – R_3_12_8 – 202.3.20.44/30 – 202.3.20.45 – 202.3.20.46

R_3_12_6 – R_3_12_9 – 202.3.20.48/30 – 202.3.20.49 – 202.3.20.50

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

R_3_12_8 – R_3_12_11 – 202.3.20.52/30 – 202.3.20.53 – 202.3.20.54
R_3_12_7 – R_3_12_10 – 202.3.20.56/30 – 202.3.20.57 – 202.3.20.58
R_3_12_11 – R_3_12_12 – 202.3.20.60/30 – 202.3.20.61 – 202.3.20.62
R_3_12_11 – R_3_12_13 – 202.3.20.64/30 – 202.3.20.65 – 202.3.20.66
Розрахунок IP адрес для підмереж наведений у таблицях 2.2-2.11.

Таблиця 2.2

Адресація підмережі М

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.16.0
Маска мережі	255.255.254.0/23
Інвертована маска	0.0.1.255
Мінімальна адреса	202.3.16.1
Максимальна адреса	202.3.17.254
Широкомовна адреса	202.3.17.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.17.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.16.1 – 202.3.16.13
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.16.14 - 202.3.17.58
Діапазон вільних адрес	202.3.17.59 - 202.3.17.254

Таблиця 2.3

Адресація підмережі N

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.0.0
Маска мережі	255.255.252.0/22
Інвертована маска	0.0.3.255
Мінімальна адреса	202.3.0.1
Максимальна адреса	202.3.3.254
Широкомовна адреса	202.3.3.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.3.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.0.1 – 202.3.0.39
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.0.40 - 202.3.3.175
Діапазон вільних адрес	202.3.3.176 - 202.3.3.254

Таблиця 2.4

Адресація підмережі О

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.4.0
Маска мережі	255.255.252.0/22
Інвертована маска	0.0.3.255
Мінімальна адреса	202.3.4.1
Максимальна адреса	202.3.7.254
Широкомовна адреса	202.3.7.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.7.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.4.1 – 202.3.4.35
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.4.36 - 202.3.7.71
Діапазон вільних адрес	202.3.7.72 - 202.3.7.254

Таблиця 2.5

Адресація підмережі Z

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.8.0
Маска мережі	255.255.252.0/22
Інвертована маска	0.0.3.255
Мінімальна адреса	202.3.8.1
Максимальна адреса	202.3.11.254
Широкомовна адреса	202.3.11.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.11.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.8.1 – 202.3.8.35
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.8.36 - 202.3.11.71
Діапазон вільних адрес	202.3.11.72 - 202.3.11.254

Таблиця 2.6

Адресація підмережі J

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.12.0
Маска мережі	255.255.254.0/23
Інвертована маска	0.0.1.255
Мінімальна адреса	202.3.12.1
Максимальна адреса	202.3.13.254
Широкомовна адреса	202.3.13.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.13.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.12.1 – 202.3.12.21
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.12.22 - 202.3.13.246
Діапазон вільних адрес	202.3.13.247 - 202.3.13.254

Таблиця 2.7

Адресація підмережі R

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.14.0
Маска мережі	255.255.254.0/23
Інвертована маска	0.0.1.255
Мінімальна адреса	202.3.14.1
Максимальна адреса	202.3.15.254
Широкомовна адреса	202.3.15.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.15.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.14.1 – 202.3.14.21
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.14.22 - 202.3.15.246
Діапазон вільних адрес	202.3.15.247 - 202.3.15.254

Таблиця 2.8

Адресація підмережі T

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.18.0
Маска мережі	255.255.255.128/25
Інвертована маска	0.0.0.127
Мінімальна адреса	202.3.18.1
Максимальна адреса	202.3.18.126
Широкомовна адреса	202.3.18.127
Шлюз по замовчуванню	202.3.18.126
Діапазон адрес комутаторів	202.3.18.1 – 202.3.18.5
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.18.6 - 202.3.18.106
Діапазон вільних адрес	202.3.18.107 - 202.3.18.126

Таблиця 2.9

Адресація підмережі V

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.18.128
Маска мережі	255.255.255.128/25
Інвертована маска	0.0.0.127
Мінімальна адреса	202.3.18.129
Максимальна адреса	202.3.18.254
Широкомовна адреса	202.3.18.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.18.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.18.129 – 202.3.18.134
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.18.135 - 202.3.18.235
Діапазон вільних адрес	202.3.18.236 - 202.3.18.254

Таблиця 2.10

Адресація підмережі W

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.19.0
Маска мережі	255.255.255.128/25
Інвертована маска	0.0.0.127
Мінімальна адреса	202.3.19.1
Максимальна адреса	202.3.19.126
Широкомовна адреса	202.3.19.127
Шлюз по замовчуванню	202.3.19.126
Діапазон адрес комутаторів	202.3.19.1 – 202.3.19.5
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.19.6 - 202.3.19.106
Діапазон вільних адрес	202.3.19.107 - 202.3.19.126

Таблиця 2.11

Адресація підмережі Y

Призначення	IP-адреса
Адреса мережі	202.3.19.128
Маска мережі	255.255.255.128/25
Інвертована маска	0.0.0.127
Мінімальна адреса	202.3.19.129
Максимальна адреса	202.3.19.254
Широкомовна адреса	202.3.19.255
Шлюз по замовчуванню	202.3.19.254
Діапазон адрес комутаторів	202.3.19.129 – 202.3.19.134
Діапазон адрес маршрутизаторів	202.3.19.135 - 202.3.19.235
Діапазон вільних адрес	202.3.19.236 - 202.3.19.254

Висновки до другого розділу

У другому розділі розробили проект інформаційно-комунікаційної мережі організації. Було розроблено структуру ядра глобальної мережі, наведено обґрунтування вибору маршрутизаторів та зв'язків між ними. Наведено загальну кількість необхідного обладнання. Для побудованої мережі розроблено схему її адресації, яка дозволяє легке управління адресами пристроїв та призначена до подальшого розширення мережі.

РОЗДІЛ 3 АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ТА НА- ЛАГОДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

3.1 Вибір середовища емуляції мережі

Емуляцію схеми для проекту було зроблено у додатку GNS3.

Graphical Network Simulator. Якщо перекласти дослівно - графічний симулятор мережі. Він дозволяє створювати різні мережеві топології прямо на вашому комп'ютері. Найчастіше GNS використовується в якості лабораторного стенд, де можна перевірити ту чи іншу технологію або схему.

Насправді GNS3 не симулятор, а емулятор. Варто розуміти різницю між цими поняттями.

Емулятор дозволяє створити модель комп'ютера або іншого пристрою і запускати всередині оригінальне програмне забезпечення. Емулюються всі основні компоненти пристрою, в тому числі процесор, пам'ять і пристрої введення / виводу. У випадку з Cisco, емулятор створює модель маршрутизатора і запускає всередині реальну операційну систему Cisco IOS. Таким чином ми отримуємо повнофункціональний маршрутизатор.

На відміну від емулятора, симулятор імітує поведінку системи і її інтерфейсу. Яскравий приклад - Cisco Packet Tracer. Програмісти цього ПО просто створили пристрої зі схожим інтерфейсом та схожими командами.

Головною причиною для вибору даного емулятора було те, що в ньому доступний повний функціонал емульованого пристроїв. Тобто запустивши маршрутизатор Cisco, нам будуть доступні практично всі функції, які працюють на реальному маршрутизаторі. Якщо згадати Cisco Packet Tracer, то там значна частина функціоналу недоступна, тому що це всього лише симулятор.

3.2 Вибір обладнання для організації роботи мережі

При виборі моделі маршрутизатора потрібно враховувати як він маршрутизує пакети в складній мережі з різними видами топологій. Маршрутизатор повинен містити достатню кількість портів, забезпечувати легке розширення мережі, забезпечувати необхідну швидкість передачі даних та швидкість їх обробки.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для даної мережі вибір було зроблено на користь маршрутизатора Cisco 2701.

Маршрутизатори серії 7200 забезпечують високу надійність, відмовостійкість, підтримку широкого спектру середовищ передачі даних. За рахунок модульності їх конструкції замовник може підібрати конфігурацію, відповідну його запитам, що дозволяє домогтися оптимального поєднання функціональності і вартості мережі. Для забезпечення відмовостійкості системи в Cisco 7200 передбачена можливість підключення двох джерел живлення, а також можливість заміни інтерфейсних модулів без припинення функціонування пристрою.

Маршрутизатор підтримує протоколи IPv4, IPv6, статична маршрутизація, OSPF, EIGRP, BGP, BGP Router Reflector, IS-IS, IGMPv3, PIM SM, PIM SSM, DVMRP, IPSec, GRE, BVD, механізми групової адресації IPv4-IPv6, MPLS, L2TPv3, 802.1ag, 802.3ah, L2 і L3 VPN та технології Ethernet, 802.1q VLAN, MLPPP, Frame Relay, MLFR (FR.15 и FR.16), HDLC, PPPoE та ATM.



Рис. 3.1. Маршрутизатор Cisco 7201

Основним критерієм вибору моделей комутаторів є кількість портів. Також враховується швидкість передачі цих портів. У нашій мережі використовуються всі комутатори на 24 порти. Найбільш оптимальним є комутатор фірми Cisco, а саме Cisco Systems WS-C2960-24TC-S, рисунок 3.3.



Рис. 3.2. Cisco Systems WS-C2960-24TC-S

Cisco Systems WS - C2960 - 24TC -S - керований комутатор з 24 портами Fast Ethernet портів і 2 комбо Gigabit SFP. Перемикачі Cisco Catalyst 2960, 2960 - C і 2960- S підтримують передачу голосу, відео і даних з високими стандартами

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

безпеки доступу. Крім того, вони забезпечують масштабоване управління відповідно до потреб бізнесу.

Особливості комутатора Cisco Catalyst 2960 , 2960 -C і 2960- S:

- Універсальність: підтримка передачі даних , бездротового і голосового зв'язку.
- Інтелектуальне управління: призначення пріоритетів голосовим трафікам або передачі даних з метою домовленості про доставку інформації від організацій.
- Підвищена безпека: захист важливої інформації, попередження про неавторизований доступ користувачів, і забезпечення безпечної роботи.
- Надійність: використання переваг стандартних методів і модулі FlexStack для підвищення надійності та швидкого знищення помилок.
- Зручність налаштування конфігурації: використання набору функцій Cisco Catalyst Kit Smart Operations і Cisco Network Assistant для спрощення налаштування, оновлення та виправлення всіх помилок.
- Запорука спокою: всі комутатори серії Catalyst 2960, 2960 -C і 2960- S захищені гарантією, діючою протягом усього терміну служби устаткування, і відсутність обмежень на оновлення.

3.3 Налагодження обладнання мережі

Перш за все у даній мережі було налаштовано адресацію інтерфейсів маршрутизатора. Розглянемо лістинг налаштувань маршрутизаторів та комутатора рівня ядра.

З метою збільшення пропускної здатності було застосовано агрегування каналів. Агрегація каналів – це об'єднання декількох паралельних мережевих з'єднань з метою підвищення пропускної здатності, а також забезпечення резервування у випадках виходу з ладу одного з каналів.

Нижче наведено налаштування комутатора SW_3_12_1

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

```

SW_3_12_1(config)#int vlan 1
SW_3_12_1(config-if)#ip add 202.3.20.1 255.255.255.248
SW_3_12_1(config-if)#no sh
SW_3_12_1(config-if)#e
*Jun  1 10:25:38.107: %LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan1, changed state to up
*Jun  1 10:25:39.113: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, changed state to up
SW_3_12_1(config-if)#ex
SW_3_12_1(config)#int port-channel 1
SW_3_12_1(config-if)#description LINK_TO_R_3_12_1
SW_3_12_1(config-if)#ex
SW_3_12_1(config)#int port-channel 2
SW_3_12_1(config-if)#description LINK_TO_R_3_12_2
SW_3_12_1(config-if)#ex
SW_3_12_1(config)#int port-channel 3
SW_3_12_1(config-if)#description LINK_TO_R_3_12_3
SW_3_12_1(config-if)#ex
SW_3_12_1(config)#int port-channel 4
SW_3_12_1(config-if)#description LINK_TO_R_3_12_4
SW_3_12_1(config-if)#ex

```

Рис. 3.3. Налаштування адресації на комутаторі SW_3_12_1

Далі розглянемо налаштування адресації на маршрутизаторі R_3_12_1.

```

R_3_12_1(config)#int port-channel 1
R_3_12_1(config-if)#ip add
*Jun  1 10:38:56.507: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel1, changed state to down
R_3_12_1(config-if)#ip add 202.3.20.2 255.255.255.248
R_3_12_1(config-if)#no sh
R_3_12_1(config-if)#ex
R_3_12_1(config)#int port-channel 2
R_3_12_1(config-if)#
*Jun  1 10:39:37.895: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel2, changed state to down
R_3_12_1(config-if)#ip add 202.3.20.69 255.255.255.252
R_3_12_1(config-if)#no sh
R_3_12_1(config-if)#ex
R_3_12_1(config)#int g4/0
R_3_12_1(config-if)#ip add 202.3.20.13 255.255.255.252
R_3_12_1(config-if)#no sh
R_3_12_1(config-if)#ex
R_3_12_1(config)#ip add 202.3.20.13 255.255.255.252
*Jun  1 11:22:08.339: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet4/0, changed state to up
*Jun  1 11:22:09.339: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet4/0, changed state to up
R_3_12_1(config)#int g3/0
R_3_12_1(config-if)#ip add 202.3.20.9 255.255.255.252
R_3_12_1(config-if)#no sh
R_3_12_1(config-if)#ex
R_3_12_1(config)#
*Jun  1 11:22:43.791: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet3/0, changed state to up
*Jun  1 11:22:44.791: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet3/0, changed state to up

```

Рис. 3.4. Налаштування адресації на маршрутизаторі R_3_12_1

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

```

R_3_12_1(config)#int range g 1/0 , g 2/0
R_3_12_1(config-if-range)#channel-group 1

%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.

%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.
R_3_12_1(config-if-range)#no sh
R_3_12_1(config-if-range)#ex
R_3_12_1(config)#
%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.

GigabitEthernet1/0 added as member-1 to port-channell

%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.

GigabitEthernet2/0 added as member-2 to port-channell

*Jun  1 11:20:27.691: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0, changed stat
e to up
*Jun  1 11:20:27.707: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet2/0, changed stat
e to up
R_3_12_1(config)#
R_3_12_1(config)#
*Jun  1 11:20:28.495: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-chann
ell, changed state to up
*Jun  1 11:20:28.691: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEth
ernet1/0, changed state to up
*Jun  1 11:20:28.707: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEth
ernet2/0, changed state to up
R_3_12_1(config)#
R_3_12_1(config)#int range g 5/0 , g 6/0
R_3_12_1(config-if-range)#channel-group 2
%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.

%Interface MTU set to channel-group MTU 1500.

R_3_12_1(config-if-range)#no sh
R_3_12_1(config-if-range)#ex

```

Рис. 3.5. Налаштування адресації на маршрутизаторі R_3_12_1

Після цього налаштовуємо маршрутизацію. У даному проєкті маршрутизація здійснюється за допомогою протоколу динамічної маршрутизації OSPF.

Розглянемо налаштування OSPF маршрутизаторів R_3_12_3 та R_3_12_4:

```

R_3_12_3(config)#router ospf 12
R_3_12_3(config-router)#network 202.3.20.20 0.0.0.3 area 0
R_3_12_3(config-router)#network 202.3.20.72 0.0.0.3 area 0
R_3_12_3(config-router)#network 202.3.20.16 0.0.0.3 area 0
R_3_12_3(config-router)#
*Jun  2 12:25:41.867: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.25 on GigabitEthernet3/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R_3_12_3(config-router)#network 202.3.20.0 0.0.0.7 area 0
R_3_12_3(config-router)#
*Jun  2 12:25:54.955: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.69 on Port-channell from LOADING to FULL, Loading Done
*Jun  2 12:25:54.959: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.25 on Port-channell from LOADING to FULL, Loading Done

```

Рис. 3.6. Налаштування маршрутизації на маршрутизаторі R_3_12_3

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

```

R_3_12_4(config)#router ospf 12
R_3_12_4(config-router)#network 202.3.20.36 0.0.0.3 area 0
R_3_12_4(config-router)#network 202.3.20.20 0.0.0.3 area 0
R_3_12_4(config-router)#
*Jun  2 12:28:20.931: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.73 on GigabitEthernet4/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R_3_12_4(config-router)#network 202.3.20.8 0.0.0.3 area 0
R_3_12_4(config-router)#
*Jun  2 12:28:47.459: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.69 on GigabitEthernet3/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R_3_12_4(config-router)#network 202.3.20.0 0.0.0.7 area 0
R_3_12_4(config-router)#
*Jun  2 12:29:07.311: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.25 on Port-channel1 from LOADING to FULL, Loading Done
R_3_12_4(config-router)#
*Jun  2 12:29:12.139: %OSPF-5-ADJCHG: Process 12, Nbr 202.3.20.69 on Port-channel1 from LOADING to FULL, Loading Done

```

Рис. 3.7. Налаштування маршрутизації на маршрутизаторі R_3_12_4

Далі на маршрутизаторах було створено віртуальні локальні мережі та DHCP до кожної VLAN.

Розглянемо приклад налаштування маршрутизатора.

```

R_3_12_7(config)#int g6/0
R_3_12_7(config-if)#no sh
R_3_12_7(config-if)#
*Jun  3 13:41:38.459: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet6/0, e to up
*Jun  3 13:41:39.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface ethernet6/0, changed state to up
R_3_12_7(config-if)#int g6/0.141
R_3_12_7(config-subif)#encapsulation dot1q 141
R_3_12_7(config-subif)#ip add 202.3.14.1 255.255.255.0
R_3_12_7(config-subif)#int g6/0.142
R_3_12_7(config-subif)#encapsulation dot1q 142
R_3_12_7(config-subif)#ip add 202.3.15.1 255.255.255.0
R_3_12_7(config-subif)#ex
R_3_12_7(config)#ip dhcp pool VLAN_141
R_3_12_7(dhcp-config)#network 202.3.14.0 255.255.255.0
R_3_12_7(dhcp-config)#default-router 202.3.14.1
R_3_12_7(dhcp-config)#domain-name arrow.net
R_3_12_7(dhcp-config)#ex
R_3_12_7(config)#ip dhcp pool VLAN_142
R_3_12_7(dhcp-config)#network 202.3.15.0 255.255.255.0
R_3_12_7(dhcp-config)#default-router 202.3.15.1
R_3_12_7(dhcp-config)#domain-name arrow.net
R_3_12_7(dhcp-config)#ex
R_3_12_7(config)#ip dhcp excluded-address 202.3.14.1 202.3.14.12
R_3_12_7(config)#ip dhcp excluded-address 202.3.15.1 202.3.15.12

```

Рис. 3.8. Налаштування маршрутизатора R_3_12_7

Після цього налаштуємо комутатор, для розподілу робочих станцій між різними віртуальними локальними мережами. У даній роботі для динамічного управління VLAN-ами у деяких підмережах використовувався протокол VTP.

Розглянемо налаштування комутатора який буде VTP-сервером:

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

```

SW_3_12_8#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

SW_3_12_8(vlan)#vlan 141 name VLAN_141
VLAN 141 added:
  Name: VLAN 141
SW_3_12_8(vlan)#vlan 142 name VLAN_142
VLAN 142 added:
  Name: VLAN 142
SW_3_12_8(vlan)#vtp server
Device mode already VTP SERVER.
SW_3_12_8(vlan)#vtp domain ARROW
Changing VTP domain name from NULL to ARROW
SW_3_12_8(vlan)#vtp password green
Setting device VTP password to green
SW_3_12_8(vlan)#vtp v2-mode
V2 mode enabled.
SW_3_12_8(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
SW_3_12_8#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SW_3_12_8(config)#int e0/0
SW_3_12_8(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW_3_12_8(config-if)#switchport mode trunk
SW_3_12_8(config-if)#switch
*Jun  3 13:49:10.997: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
SW_3_12_8(config-if)#switchport t
*Jun  3 13:49:14.003: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to up
SW_3_12_8(config-if)#switchport trunk allowed vlan 141,142
SW_3_12_8(config-if)#ex
SW_3_12_8(config)#int e0/1
SW_3_12_8(config-if)#switchport mode trunk
Command rejected: An interface whose trunk encapsulation is "Auto" can not be configured to "trunk" mode.
SW_3_12_8(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW_3_12_8(config-if)#switchport mode trunk
SW_3_12_8(config-if)#ex
SW_3_12_8(config)#int e0/2
SW_3_12_8(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW_3_12_8(config-if)#switchport mode trunk
SW_3_12_8(config-if)#ex
SW_3_12_8(config)#int vlan 141
SW_3_12_8(config-if)#
*Jun  3 13:50:26.821: %LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan141, changed state to down
SW_3_12_8(config-if)#ip add 202.3.14.2 255.255.255.0
SW_3_12_8(config-if)#no sh
SW_3_12_8(config-if)#ex
SW_3_12_8(config)#
*Jun  3 13:50:47.092: %LINK-3-UPDOWN: Interface Vlan141, changed state to up
*Jun  3 13:50:48.093: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan141, changed state to up
SW_3_12_8(config)#int vlan 142
SW_3_12_8(config-if)#ip add 202.3.14.2 255.255.255.0
*Jun  3 13:50:54.631: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan142, changed state to down
SW_3_12_8(config-if)#ip add 202.3.15.2 255.255.255.0
SW_3_12_8(config-if)#no sh
SW_3_12_8(config-if)#ex

```

Рис. 3.9. Налаштування комутатора SW_3_12_8 як VTP-сервера

Далі налаштуємо два маршрутизатори які будуть VTP-клієнтами:

```

SW_3_12_9(config)#int e0/0
SW_3_12_9(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW_3_12_9(config-if)#switchport mode trunk
SW_3_12_9(config-if)#ex
SW_3_12_9(config)#int e0/0
SW_3_12_9(config-if)#switchport nonegotiate
SW_3_12_9(config-if)#ex
SW_3_12_9(config)#vtp mode client
Setting device to VTP Client mode for VLANs.
SW_3_12_9(config)#vtp domain ARROW
Changing VTP domain name from NULL to ARROW
SW_3_12_9(config)#vtp password green
Setting device VTP password to green
SW_3_12_9(config)#int e0/1
SW_3_12_9(config-if)#switchport mode access
SW_3_12_9(config-if)#switchport access vlan 141
SW_3_12_9(config-if)#ex
SW_3_12_9(config)#int e0/2
SW_3_12_9(config-if)#switchport mode access
SW_3_12_9(config-if)#switchport access vlan 142
SW_3_12_9(config-if)#ex

```

Рис. 3.10. Налаштування комутатора SW_3_12_9 як VTP-клієнта

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

```

SW_3_12_10(config)#int e0/0
SW_3_12_10(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW_3_12_10(config-if)#switchport mode trunk
SW_3_12_10(config-if)#ex
SW_3_12_10(config)#int e0/0
SW_3_12_10(config-if)#switchport nonegotiate
SW_3_12_10(config-if)#ex
SW_3_12_10(config)#vtp mode client
^
% Invalid input detected at '^' marker.

SW_3_12_10(config)#vtp mode client
Setting device to VTP Client mode for VLANs.
SW_3_12_10(config)#vtp domain ARROW
Changing VTP domain name from NULL to ARROW
SW_3_12_10(config)#vtp password green
Setting device VTP password to green
SW_3_12_10(config)#int e0/1
SW_3_12_10(config-if)#switchport mode access
SW_3_12_10(config-if)#switchport access vlan 141
SW_3_12_10(config-if)#ex
SW_3_12_10(config)#int e0/2
SW_3_12_10(config-if)#switchport mode access
SW_3_12_10(config-if)#switchport access vlan 142
SW_3_12_10(config-if)#ex

```

Рис. 3.11. Налаштування комутатора SW_3_12_10 як VTP-клієнта

Налаштування робочих станцій та серверів полягає в автоматичному при-
своєнні IP адреси використовуючи клієнт протоколу DHCP.

3.4 Перевірка працездатності мережі

Для початку необхідно перевірити наявність зв'язку між кінцевими прист-
роями, шлях пакету при передачі. Це можна здійснити за допомогою команди
ping. Проте перед цим потрібно перевірити коректність роботи DHCP на робочих
станціях мережі.

```

PC33> ip dhcp
DDORA IP 202.3.17.7/25 GW 202.3.17.1

PC17> ip dhcp
DDORA IP 202.3.14.13/24 GW 202.3.14.1

PC2> ip dhcp
DDORA IP 202.3.12.13/24 GW 202.3.12.1

```

Рис. 3.12. Перевірка роботи протоколу DHCP

Як бачимо, комп'ютери автоматично отримують IP-адреси. Тепер пе-
ревіримо зв'язок між ними.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

```

PC33> ping 202.3.12.13
84 bytes from 202.3.12.13 icmp_seq=1 ttl=63 time=24.012 ms
84 bytes from 202.3.12.13 icmp_seq=2 ttl=63 time=26.963 ms
84 bytes from 202.3.12.13 icmp_seq=3 ttl=63 time=25.011 ms
84 bytes from 202.3.12.13 icmp_seq=4 ttl=63 time=21.146 ms
84 bytes from 202.3.12.13 icmp_seq=5 ttl=63 time=17.410 ms

PC33> ping 202.3.14.13
84 bytes from 202.3.14.13 icmp_seq=1 ttl=59 time=123.028 ms
84 bytes from 202.3.14.13 icmp_seq=2 ttl=59 time=104.018 ms
84 bytes from 202.3.14.13 icmp_seq=3 ttl=59 time=80.169 ms
84 bytes from 202.3.14.13 icmp_seq=4 ttl=59 time=88.028 ms
84 bytes from 202.3.14.13 icmp_seq=5 ttl=59 time=110.899 ms

```

Рис. 3.13. Перевірка зв'язку між робочими станціями мережі

Переглянемо таблицю маршрутизації та метрик шляхів на будь якому маршрутизаторі за допомогою команди show ip route.

```

R_3_12_7#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

202.3.20.0/24 is variably subnetted, 14 subnets, 2 masks
C       202.3.20.72/30 is directly connected, Port-channell
O       202.3.20.68/30 [110/4] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.28/30 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.24/30 [110/3] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.20/30 [110/2] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.16/30 [110/2] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.12/30 [110/3] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.8/30 [110/3] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
O       202.3.20.0/29 [110/2] via 202.3.20.73, 00:27:46, Port-channell
C       202.3.20.56/30 is directly connected, GigabitEthernet5/0
C       202.3.20.44/30 is directly connected, GigabitEthernet4/0
C       202.3.20.40/30 is directly connected, GigabitEthernet3/0
O       202.3.20.36/30 [110/3] via 202.3.20.73, 00:27:47, Port-channell
O       202.3.20.32/30 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:48, Port-channell
202.3.17.0/25 is subnetted, 2 subnets
O       202.3.17.128 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:48, Port-channell
O       202.3.17.0 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:48, Port-channell
O       202.3.16.0/24 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:49, Port-channell
C       202.3.14.0/24 is directly connected, GigabitEthernet6/0.141
C       202.3.15.0/24 is directly connected, GigabitEthernet6/0.142
O       202.3.12.0/24 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:49, Port-channell
O       202.3.13.0/24 [110/5] via 202.3.20.73, 00:27:49, Port-channell

```

Рис. 3.14. Виконання команди show ip route на маршрутизаторі R_3_12_7

Як бачимо, усі налаштування виконано коректно.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Висновки до третього розділу

В третьому розділі проаналізувавши основні вимоги технічного завдання та особливості побудови мережі вибрали обладнання для організації роботи мережі, спираючись на наявне в продажі обладнання. Було наведено технічні характеристики вибраного обладнання. Було побудовано та налагоджено запропоновану мережу в симуляторі GNS3. Протестували мережу на коректність налаштування та особливості роботи протоколу маршрутизації.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ВИСНОВКИ

При виконанні випускної кваліфікаційної роботи бакалавра в першому розділі було проаналізовано особливості функціонування віртуальних локальних мереж. Проаналізували особливості функціонування протоколу маршрутизації OSPF, його структуру та функції, переваги та недоліки, що дало розуміння, можливість аналізу та варіанти виконання поставленого завдання.

В другому розділі розробили проект інформаційно-комунікаційної мережі організації. Було розроблено структуру ядра глобальної мережі, наведено обґрунтування вибору маршрутизаторів та зв'язків між ними. Наведено загальну кількість необхідного обладнання. Для побудованої мережі розроблено схему її адресації, яка дозволяє легке управління адресами пристроїв та призначена до подальшого розширення мережі.

В третьому розділі проаналізувавши основні вимоги технічного завдання та особливості побудови мережі вибрали обладнання для організації роботи мережі, спираючись на наявне в продажі обладнання. Було наведено технічні характеристики вибраного обладнання. Було побудовано та налагоджено запропоновану мережу в симуляторі GNS3. Протестували мережу на коректність налаштування та особливості роботи протоколу маршрутизації.

В результаті було отримано досвід з побудови комп'ютерних мереж та налаштування мережевого обладнання Cisco.

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

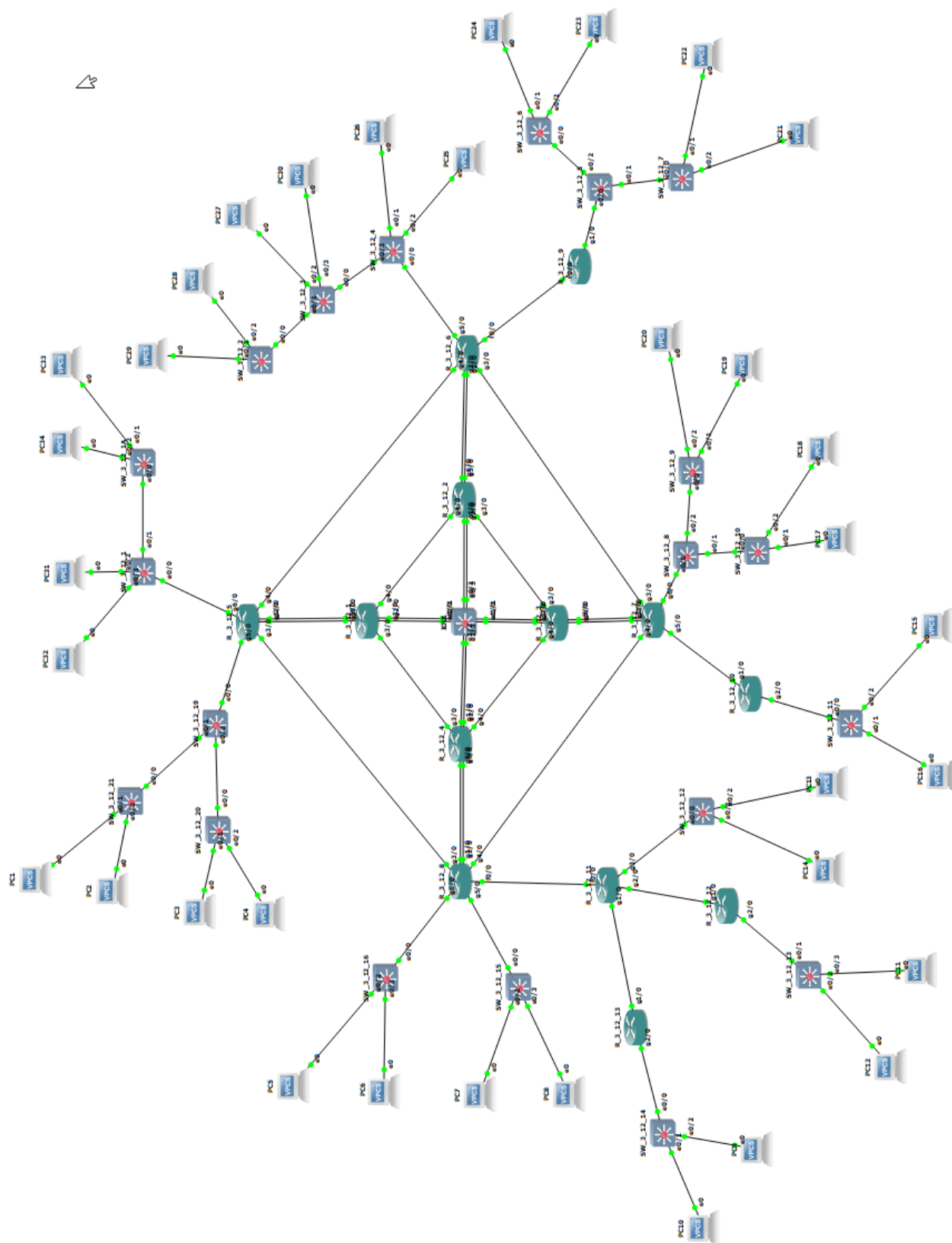
1. Амато, Вито. Основы организации сетей Cisco, том 1. - Издательский дом "Вильямс", 2004. – 512 с.
2. ВІРТУАЛЬНІ ЛОКАЛЬНІ МЕРЕЖІ VLAN [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://metod.kart.edu.ua/uploads/books/tr_zv_119.pdf
3. Дж.Бони. Руководство по CiscoIOS. – Издательство "Русская редакция", 2008. – 784 с.
4. Комп'ютерна мережа [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп'ютерна_мережа
5. Курс CCNA2 мережевої академії Cisco Netacad[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://1310495.netacad.com/courses/935269>
6. Курс CCNA3 мережевої академії Cisco Netacad[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://1310495.netacad.com/courses/942727>
7. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.
8. Трёхуровневая модель сети и технологии VLAN, DHCP, OSPF, STP, SNMP, ACL, NTP на Cisco [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/114406/>

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ДОДАТКИ

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Схема мережі



		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєк В.П.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
R_3_12_1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1759 bytes
!
upgrade fpd auto
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R_3_12_1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging message-counter syslog
!
no aaa new-model
ip source-route
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
!
no ip domain lookup
```

```
R_3_12_1#
R_3_12_1#
R_3_12_1#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1759 bytes
!
upgrade fpd auto
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R_3_12_1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging message-counter syslog
!
no aaa new-model
ip source-route
```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєв В.П.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
!
no ip domain lookup
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
!
!
!
!
!
archive
log config
hidekeys
!
!
ip tcp synwait-time 5
!
!
interface Port-channel1
ip address 202.3.20.2 255.255.255.248
hold-queue 150 in
!
interface Port-channel2
ip address 202.3.20.69 255.255.255.252
hold-queue 150 in
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex half
!
interface GigabitEthernet1/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet2/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 202.3.20.9 255.255.255.252
negotiation auto

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
interface GigabitEthernet4/0
ip address 202.3.20.13 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 2
!
interface GigabitEthernet6/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 2
!
router ospf 12
log-adjacency-changes
network 202.3.20.0 0.0.0.7 area 0
network 202.3.20.8 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.12 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.68 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
control-plane
!
!
gatekeeper
shutdown
!
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Файл конфігурації R_3_12_2

```

R_3_12_2#sh run
Building configuration...

Current configuration : 1761 bytes
!
upgrade fpd auto
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R_3_12_2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging message-counter syslog
!
no aaa new-model
ip source-route
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
no ip domain lookup
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
archive
 log config
  hidekeys
!
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Port-channel1
 ip address 202.3.20.3 255.255.255.248
 hold-queue 150 in
!
interface Port-channel2
 ip address 202.3.20.25 255.255.255.252
 hold-queue 150 in
!
interface FastEthernet0/0
 no ip address
 shutdown
 duplex half

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
interface GigabitEthernet1/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet2/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 202.3.20.17 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
ip address 202.3.20.14 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 2
!
interface GigabitEthernet6/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 2
!
router ospf 12
log-adjacency-changes
network 202.3.20.0 0.0.0.7 area 0
network 202.3.20.12 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.16 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.24 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
control-plane
!
!
gatekeeper
shutdown
!
!
line con 0
exec-timeout 0 0

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєк В.П.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

R_3_12_5#sh run
Building configuration...

Current configuration : 3112 bytes
!
upgrade fpd auto
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R_3_12_5
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging message-counter syslog
!
no aaa new-model
ip source-route
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
ip dhcp excluded-address 202.3.12.1 202.3.12.12
ip dhcp excluded-address 202.3.13.1 202.3.13.12
ip dhcp excluded-address 202.3.16.1 202.3.16.12
ip dhcp excluded-address 202.3.17.1 202.3.17.6
ip dhcp excluded-address 202.3.17.129 202.3.17.135
!
ip dhcp pool VLAN_135
    network 202.3.12.0 255.255.255.0
    default-router 202.3.12.1
    domain-name marsian.net
!
ip dhcp pool VLAN_136
    network 202.3.13.0 255.255.255.0
    default-router 202.3.13.1
    domain-name marsian.net
!
ip dhcp pool VLAN_137
    network 202.3.16.0 255.255.255.0
    default-router 202.3.16.1
    domain-name zoom.net
!
ip dhcp pool VLAN_138
    network 202.3.17.0 255.255.255.128
    default-router 202.3.17.1
    domain-name zoom.net

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєк В.П.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
ip dhcp pool VLAN_139
  network 202.3.17.128 255.255.255.128
  default-router 202.3.17.129
  domain-name zoom.net
!
!
no ip domain lookup
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
archive
  log config
  hidekeys
!
ip tcp synwait-time 5
!
interface Port-channel1
  ip address 202.3.20.70 255.255.255.252
  hold-queue 150 in
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  shutdown
  duplex half
!
interface GigabitEthernet1/0
  no ip address
  negotiation auto
  channel-group 1
!
interface GigabitEthernet2/0
  no ip address
  negotiation auto
  channel-group 1
!
interface GigabitEthernet3/0
  ip address 202.3.20.29 255.255.255.252
  negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
  ip address 202.3.20.33 255.255.255.252
  negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0
  no ip address
  negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0.135
  encapsulation dot1Q 135

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

ip address 202.3.12.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet5/0.136
 encapsulation dot1Q 136
 ip address 202.3.13.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet6/0
 no ip address
 negotiation auto
!
interface GigabitEthernet6/0.137
 encapsulation dot1Q 137
 ip address 202.3.16.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet6/0.138
 encapsulation dot1Q 138
 ip address 202.3.17.1 255.255.255.128
!
interface GigabitEthernet6/0.139
 encapsulation dot1Q 139
 ip address 202.3.17.129 255.255.255.128
!
router ospf 12
 log-adjacency-changes
 network 202.3.12.0 0.0.0.255 area 0
 network 202.3.13.0 0.0.0.255 area 0
 network 202.3.16.0 0.0.0.255 area 0
 network 202.3.17.0 0.0.0.127 area 0
 network 202.3.17.128 0.0.0.127 area 0
 network 202.3.20.28 0.0.0.3 area 0
 network 202.3.20.32 0.0.0.3 area 0
 network 202.3.20.68 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
no cdp log mismatch duplex
!
control-plane
!
gatekeeper
 shutdown
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
 stopbits 1

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Файл конфігурації R_3_12_7

```

R_3_12_7#sh run
Building configuration...

Current configuration : 2263 bytes
!
upgrade fpd auto
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R_3_12_7
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
logging message-counter syslog
!
no aaa new-model
ip source-route
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
ip dhcp excluded-address 202.3.14.1 202.3.14.12
ip dhcp excluded-address 202.3.15.1 202.3.15.12
!
ip dhcp pool VLAN_141
    network 202.3.14.0 255.255.255.0
    default-router 202.3.14.1
    domain-name arrow.net
!
ip dhcp pool VLAN_142
    network 202.3.15.0 255.255.255.0
    default-router 202.3.15.1
    domain-name arrow.net
!
!
no ip domain lookup
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
archive
    log config
    hidekeys
!

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
ip tcp synwait-time 5
!
!
interface Port-channel1
ip address 202.3.20.74 255.255.255.252
hold-queue 150 in
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex half
!
interface GigabitEthernet1/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet2/0
no ip address
negotiation auto
channel-group 1
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 202.3.20.42 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
ip address 202.3.20.45 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet5/0
ip address 202.3.20.57 255.255.255.252
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet6/0
no ip address
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet6/0.141
encapsulation dot1Q 141
ip address 202.3.14.1 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet6/0.142
encapsulation dot1Q 142
ip address 202.3.15.1 255.255.255.0
!
router ospf 12
log-adjacency-changes
network 202.3.14.0 0.0.0.255 area 0
network 202.3.15.0 0.0.0.255 area 0
network 202.3.20.40 0.0.0.3 area 0

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

```

network 202.3.20.44 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.56 0.0.0.3 area 0
network 202.3.20.72 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
control-plane
!
!
gatekeeper
shutdown
!
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

SW_3_12_8#sh run

Building configuration...

Current configuration : 1701 bytes

!

! Last configuration change at 10:45:01 UTC Sat Jun 6 2020

!

version 15.2

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

service compress-config

!

hostname SW_3_12_8

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

!

logging discriminator EXCESS severity drops 6 msg-body drops EXCESSCOLL

logging buffered 50000

logging console discriminator EXCESS

!

no aaa new-model

!

!

!

!

!

no ip icmp rate-limit unreachable

!

!

!

no ip domain-lookup

ip cef

no ipv6 cef

!

!

!

spanning-tree mode rapid-pvst

spanning-tree extend system-id

!

vlan internal allocation policy ascending

!

ip tcp synwait-time 5

!

!

!

!

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

```

!
interface Ethernet0/0
 switchport trunk allowed vlan 141,142
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
!
interface Ethernet0/1
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
!
interface Ethernet0/2
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
!
interface Ethernet0/3
!
interface Ethernet1/0
!
interface Ethernet1/1
!
interface Ethernet1/2
!
interface Ethernet1/3
!
interface Ethernet2/0
!
interface Ethernet2/1
!
interface Ethernet2/2
!
interface Ethernet2/3
!
interface Ethernet3/0
!
interface Ethernet3/1
!
interface Ethernet3/2
!
interface Ethernet3/3
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
interface Vlan141
 ip address 202.3.14.2 255.255.255.0
!
interface Vlan142
 ip address 202.3.15.2 255.255.255.0
!
ip forward-protocol nd
!

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

```

!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
!
!
control-plane
!
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
!
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєв В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Файл конфігурації SW_3_12_10

```
SW_3_12_10#sh run
Building configuration...
```

```
Current configuration : 1669 bytes
!
! Last configuration change at 10:39:09 UTC Sat Jun 6 2020
!
version 15.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
service compress-config
!
hostname SW_3_12_10
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
logging discriminator EXCESS severity drops 6 msg-body drops EXCESSCOLL
logging buffered 50000
logging console discriminator EXCESS
!
no aaa new-model
!
!
!
!
!
no ip icmp rate-limit unreachable
!
!
!
no ip domain-lookup
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
ip tcp synwait-time 5
!
!
!
!
```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface Ethernet0/0
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 switchport nonegotiate
!
interface Ethernet0/1
 switchport access vlan 141
 switchport mode access
!
interface Ethernet0/2
 switchport access vlan 142
 switchport mode access
!
interface Ethernet0/3
!
interface Ethernet1/0
!
interface Ethernet1/1
!
interface Ethernet1/2
!
interface Ethernet1/3
!
interface Ethernet2/0
!
interface Ethernet2/1
!
interface Ethernet2/2
!
interface Ethernet2/3
!
interface Ethernet3/0
!
interface Ethernet3/1
!
interface Ethernet3/2
!
interface Ethernet3/3
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

```

interface Vlan141
 ip address 202.3.14.3 255.255.255.0
!
interface Vlan142
 ip address 202.3.15.3 255.255.255.0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
!
!
control-plane
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line aux 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line vty 0 4
 login
!
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полтораєв В.П.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Файл конфігурації SW_3_12_13

```
SW_3_12_13#sh run
Building configuration...
```

```
Current configuration : 1713 bytes
!
! Last configuration change at 10:48:22 UTC Sat Jun 6 2020
!
version 15.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
service compress-config
!
hostname SW_3_12_13
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
logging discriminator EXCESS severity drops 6 msg-body drops EXCESSCOLL
logging buffered 50000
logging console discriminator EXCESS
!
no aaa new-model
!
!
!
!
!
no ip icmp rate-limit unreachable
!
!
!
no ip domain-lookup
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
spanning-tree mode rapid-pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
ip tcp synwait-time 5
!
!
!
!
```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface Ethernet0/0
!
interface Ethernet0/1
switchport trunk allowed vlan 123,124
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
switchport nonegotiate
!
interface Ethernet0/2
switchport access vlan 124
switchport mode access
!
interface Ethernet0/3
switchport access vlan 123
switchport mode access
!
interface Ethernet1/0
!
interface Ethernet1/1
!
interface Ethernet1/2
!
interface Ethernet1/3
!
interface Ethernet2/0
!
interface Ethernet2/1
!
interface Ethernet2/2
!
interface Ethernet2/3
!
interface Ethernet3/0
!
interface Ethernet3/1
!
interface Ethernet3/2
!
interface Ethernet3/3
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

!
interface Vlan123
 ip address 202.3.19.2 255.255.255.192
!
interface Vlan124
 ip address 202.3.19.66 255.255.255.192
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
!
!
control-plane
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line aux 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line vty 0 4
 login
!
!
end

```

		Зимін С.В.			КБ.КР.Б. – 125 – 22 – ПЗ	Арк.
		Полторак В.П.				72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		