

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр
Освітній рівень

**ЗАХИЩЕНА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
VLAN**

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма «Телекомунікації, медійні технології
та інтелектуальні мережі»

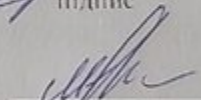
КПТР.2019034.01.15 ПЗ

Виконав:
здобувач 3 курсу, група ТР2с-19-1


підпис

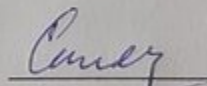
Ю.М. ДУДАР
Ініціали, прізвище

Керівник: к.т.н., доцент


підпис

В.В. МІШАН
Ініціали, прізвище

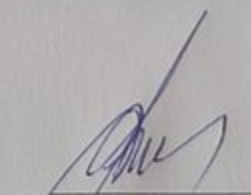
Нормоконтроль


підпис

В.І. СТЕЦЮК
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри телекомунікацій
медійних та інтелектуальних
технологій

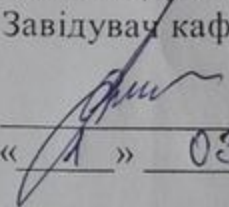

підпис

С.К. ПІДЧЕНКО
Ініціали, прізвище

« 8 » 06 2022р.

Факультет інформаційних технологій
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій
Освітній рівень бакалавр
Галузь знань 17 - «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 - «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма 172 - «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТМІТ


« 1 » 03 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Дудар Юрій Михайлович

(Прізвище, ім'я, по батькові студента)

1 Тема проєкту Захищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN

керівник проєкту Мишан В.В., к.т.н., доцент

(Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання)

Затверджено наказом ректора університету від 1 03 2022 р. № 18

2 Строк подання студентом проєкту на кафедру « 20 » 05 2022 р.

3 Вихідні дані до проєкту провести моделювання телекомунікаційної мережі із застосуванням VLAN

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Огляд літературних джерел

2) Аналіз принципів побудови віртуальних мереж

3) Моделювання віртуальних локальних мереж

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1) Структурна схема побудованої телекомунікаційної мережі

2) Застосування технології VLAN для сегментації локальної мережі

3) Телекомунікаційна мережа в середовищі Cisco Packet Tracer Student 6.2

4) Тестування телекомунікаційної мережі за допомогою вбудованого модуля симуляції руху пакетів

Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
	завдання видав	Завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 1.03.22р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) Кваліфікаційного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Вступ. Аналіз літературних джерел	1.02.2022	<i>Виконав</i>
2.	Аналіз принципів побудови віртуальних мереж	1.04.2022	<i>Виконав</i>
3.	Програмне забезпечення для моделювання віртуальних локальних мереж	30.04.2022	<i>Виконав</i>
4.	Висновки. Презентаційні матеріали за результатами виконання кваліфікаційного проєкту	20.05.2022	<i>Виконав</i>
5.			

Здобувач

[Підпис] 02.06.22
(підпис, дата)

Ю.М. ДУДАР

Керівник проєкту

[Підпис] 20.06.22
(підпис, дата)

В.В. МІШАН

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проекту:

«Захищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN».

Автор роботи: Дудар Юрій Михайлович

Керівник роботи: к.т.н., доцент Мішан В.В.

Пояснювальна записка: 58 сторінок, 49 рисунків, 1 таблиця, 26 джерел.

Графічна частина: 4 плакати, 11 презентаційних слайдів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: VLAN, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА,
КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР

Метою кваліфікаційного проекту є – проектування захищеної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології віртуальних мереж з використанням маршрутизаторів та комутаторів другого і третього рівня.

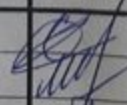
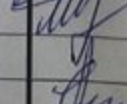
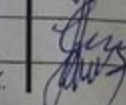
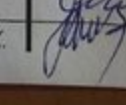
Спроектована телекомунікаційна локальна мережа, яка поділена на логічні сегменти з використанням технології віртуальних мереж. За допомогою програмного забезпечення компанії Cisco було проведено моделювання локальної мережі. Проведено тестування створеної локальної мережі у середовищі Cisco Packet Tracer з використанням вбудованого програмного модуля симуляції руху пакетів між пристроями у локальній мережі в режимі реального часу.

Ю.М. ДУДАР



Поз.	Форм.	Позначення	Найменування	Кільк	Примітка
1	A4	КПТР 2019034.01.15 ПЗ	<u>Текстова частина</u> Пояснювальна записка	58	
2	A1	Плакат 1	<u>Графічна частина</u> Структурна схема телекомунікаційної мережі	1	
3	A1	Плакат 2	Застосування технології VLAN для сегментації локальної мережі	1	
4	A1	Плакат 3	Телекомунікаційна мережа в середовищі Cisco Packet Tracer	1	
5	A1	Плакат 4	Тестування телекомунікаційної мережі	1	

КПТР 2019034.01.15 ВП

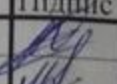
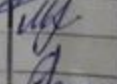
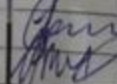
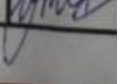
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
Розроб.		Дудар Ю.М.		01.06
Перевір.		Мішан В.В.		20.06.16
Реценз.				
Н. Контр.		Стецюк В.І.		
атвер.		Підченко С.К.		08.06.16

Захищена
телекомунікаційна мережа
із застосуванням VLAN
Відомість дипломного
проекту

Літера	Аркуш	Аркушів
Н		1

ХНУ, гр. TP2c-19-1

1 ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	10
1.1 Структура та принципи створення телекомунікаційних мереж.....	10
1.2 Використання комутаторів та маршрутизаторів у телекомунікаційних мережах.....	12
1.3 Рівні та режими комутації.....	17
1.4 Використання технології віртуальних мереж.....	19
1.5 Постановка задачі.....	21
2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ВІРТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	22
2.1 Віртуальні локальні мережі, їх основні функції та призначення.....	22
2.2 Типи локальних віртуальних мереж.....	24
2.3 Протоколи, які використовують при побудові віртуальних локальних мереж.....	28
2.3.1 Протоколи сімейства сполучного дерева.....	29
2.3.2 Протоколи GVRP та VTP.....	32
2.3.3 Агрегування каналів зв'язку у віртуальних мережах.....	33
3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	36
3.1 Створення телекомунікаційної мережі в програмі Cisco Packet Tracer 6.2 з використанням технології VLAN.....	36
3.2 Тестування телекомунікаційної мережі із використанням вбудованого модуля симуляції руху пакетів.....	52
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	56

				КПТР2019034.01.15 ПЗ			
і. Арк.	Недокум.	Підпис	Дата	Захищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркуші
іконав	Дудар Ю.М.		07.06		у	6	58
еревір.	Мішан В.В.		200				
Контр	Стецюк В.І.						
контр.	Підченко С.К.		08.06.2016				
атвер.					ХНУ, гр. ТР2с-19-1		

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

A	– абонент
TB	– транзитний вузол
GVRP	– generic attribute registration protocol virtual local area network registration protocol (мережевий протокол каналного рівня)
ICMP	– internet control message protocol (міжмережевий протокол керуючих повідомлень)
IP	– internet protocol (міжмережевий протокол)
LACP	– link aggregation control protocol (протокол агрегування каналів)
MSTP	– multiple spanning tree protocol (протокол множинного сполучного дерева)
NGN	– next generation network (мережі нового покоління)
OSI	– open systems interconnection model (мережева модель стеку)
PDU	– protocol data unit (одиниця даних протоколу)
RSTP	– rapid spanning tree protocol (швидкий протокол кістякового дерева)
STP	– spanning tree protocol (протокол кістякового дерева)
TCP	– transmission control protocol (протокол керування передаванням)
UDP	– user datagram protocol (протокол користувачьких датаграм)
VLAN	– virtual local area network (віртуальна локальна комп'ютерна мережа)
VTP	– virtual local area network trunking protocol (протокол для обміну інформацією про віртуальні мережі)

					КПТР 2019034.01.15 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

При проектуванні телекомунікаційних мереж все частіше використовують логічну сегментацію мережі за допомогою технології віртуальних мереж. Будь-який проект локальної мережі підприємства, в якому фізична мережа поділена на віртуальні мережі, має ряд суттєвих переваг. Віртуальні мережі дозволяють швидко налаштувати та поділити мережу на частини без фізичного переміщення обладнання. Заощадити кошти на додаткове мережеве обладнання, кабелі та адміністрування мережі. **Актуальність теми проєкту** полягає у моделюванні сучасної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології VLAN, що дозволяє підвищити безпеку мережі, відокремити ширококомовний трафік по сегментам мережі та знизити її вартість. Так ширококомовний трафік, що передається в одному сегменті віртуальної мережі не буде потрапляти у інші сегменти.

Одна віртуальна мережа, що налаштована на різних комутаторах об'єднає їх порти в один ширококомовний домен. Мережа, що має логічний поділ на віртуальні мережі дозволяє застосовувати політики безпеки до цілих підмереж.

Мета роботи – проектування захищеної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології віртуальних мереж з використанням маршрутизаторів та комутаторів другого і третього рівня.

Об'єкт дослідження - є процес побудови логічної топології мережі із застосуванням технології VLAN, який не залежить від фізичної топології мережі.

Предмет дослідження – є налаштування магістральних каналів проміжних вузлів мережі та маршрутизація пакетів між віртуальними локальними мережами.

Методи дослідження – методи комп'ютерного моделювання та тестування локальних комп'ютерних мереж.

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

Проаналізувавши існуючі рішення, щодо побудови логічної структури телекомунікаційних мереж із застосуванням технології VLAN необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати сучасні телекомунікаційні мережі на базі маршрутизаторів та комутаторів, встановити переваги та причини побудови VLAN;

- проаналізувати основні типи, протоколи VLAN та розглянути приклади побудови віртуальних мереж;

- змоделювати телекомунікаційну мережу із застосуванням технології VLAN у додатку Cisco Packet Tracer 6.2, протестувати мережу за допомогою модуля симуляції руху пакетів між пристроями в мережі.

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

мультисервісні. В NGN увесь трафік передаються по єдиній мультисервісній телекомунікаційній мережі[4].

Така NGN мережа дозволяє скористатися великим набором різноманітних мережевих послуг із великими можливостями та легкістю управління.

Перехід до NGN дає величезні можливості по реалізації послуг і для корпоративного сектора. Основною задачею NGN мереж є забезпечення роботи різнорідних інформаційних і телекомунікаційних систем і додатків в єдиному транспортному середовищі. Мультисервісна мережа дозволяє використовувати багатоканальне кабельне телебачення, багато каналів відеоспостереження, збирати дані і керувати різноманітними пристроями, користуватись високошвидкісним інтернетом. Мережі нового покоління складаються із: транзитних вузлів ТВ, що здійснюють перенос та комутацію; шлюзи, які надають підключення традиційних мереж зв'язку; контролери сигналізації, які здійснюють обробку інформації сигналізації, керування дзвінками і з'єднаннями; кінцевих абонентів. Елементи мультисервісних мереж, являють собою апаратно-програмні засоби нового типу. До таких елементів відносяться, наприклад, програмні комутатори (Softswitch) та медіашлюзи. Програмні комутатори (Softswitch) – це сервери, які керують потоками трафіку різних видів.

1.2 Використання комутаторів та маршрутизаторів у телекомунікаційних мережах

Щоб уникнути колізій локальні комп'ютерні мережі сегментують використовуючи мости, комутатори та маршрутизатори. Для об'єднання персональних комп'ютерів у локальну мережу їх спочатку підключають до L2-комутаторів, а далі для виходу в мережу Інтернет застосовують маршрутизатори. Мости в сучасних локальних мережах майже не застосовуються, їх витіснили комутатори, які мають ширший функціонал та

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

вищу швидкодiю. Комутатори мають велику кількість портiв зi спеціальними процесорами, якi в буферi пам'ятi зберiгають кадри, що проходять через порт.

Частина локальної мережi, а саме порт комутатора з пiдключеним до нього пристроєм або концентратором є елементом колiзiй. Якщо виникає колiзiя в сегментi мережi, де присутнiй концентратор, концентратор посилає сигнал на всi свої порти, а далi сигнал колiзiй поступає лише на один порт комутатора[4, 24].

У телекомунiкацiйних мережах використовують напiвдуплексний (half-duplex) i повнодуплексний (full-duplex) режими зв'язку. Якщо мережа працює у half-duplex режимi роботи, один вузол або передає або приймає данi. Якщо мережа використовує full-duplex вузол може, як приймати так i передавати повідомлення. Бiльшiсть сучасних мереж переважно працюють в full-duplex режимi, але можливе використання обох режимiв передачi повідомлень. Сучаснi L2 та L3 комутатори використовують, як full-duplex так i half-duplex режими передачi повідомлень. Тобто, пiдключений комп'ютер до порту L2-комутатора являє собою мiкросегмент. В half-duplex локальнiй мережi виникають колiзiї, коли в режимi реального часу одночасно почнуть передавати повідомлення комутатор та комп'ютер. В full-duplex локальнiй мережi у мiкросегментах не виникає колiзiй. Завдяки буферизацiї кадрiв, коли два джерела одночасно передають данi до певного отримувача, кадри передаються по черзi, i не втрачаються. В такiй full-duplex мережi де немає колiзiй використовують з'єднання комп'ютерiв iндивiдуальними лiнiями до портiв комутатора. L2-комутатор працює на другому рiвнi мережевої моделi. На другому рiвнi для позначення адрес пристроiв використовують MAC-адрес. Мережевий адаптер кожного вузла має свою унiкальну MAC-адресу, яку використовують для адресацiї (рис.1.2):

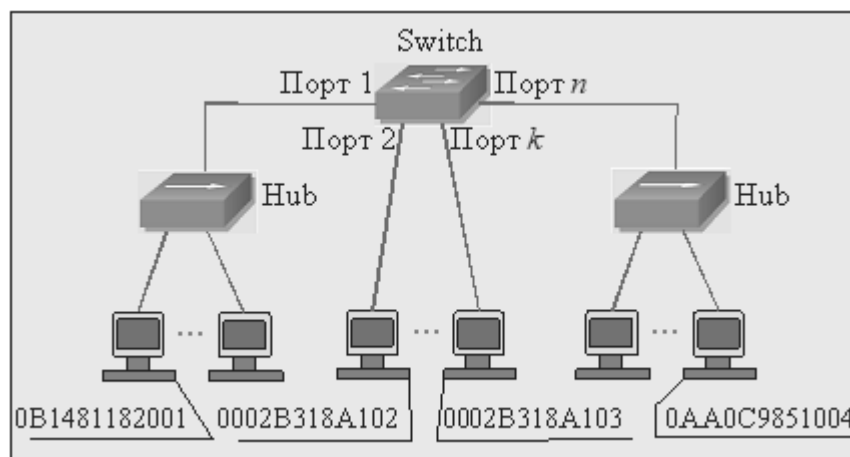


Рисунок 1.2 – Адресація на основі MAC-адрес

Відповідно до стандарту IEEE 802.1D у телекомунікаційних мережах використовують алгоритм прозорого мосту, щоб передати кадри. Для застосування даного алгоритму створюються статичні та динамічні записи в адресній таблиці комутації. Адміністратор мережі прописує статичні записи в адресну таблицю. А сам L2-комутатор, що використовує динамічний режим роботи буде створювати динамічні записи в таблиці комутації. Буфер пам'яті комутатора при переміщенні кадрів через порт, запам'ятовує кадри. С початку підключення інформація про MAC-адрес вузла, який підключений до порту L2-комутатора відсутня. Коли кадр приходить на комутатор, далі він передається на всі його порти, крім порту, що отримав кадр. Комутатор отримує MAC-адрес джерела повідомлення та записує його у адресну таблицю. До прикладу, вузол який має MAC-адрес 0C5734019092 передав кадр вузлу з MAC-адресою 1D3865389435 тоді у комутації таблиці (табл. 1.1) буде перший запис. При отриманні повідомлення від пристрою з MAC-адресою 9F7835674532 до пристрою з MAC-адресою 7H9034675634 в адресній таблиці буде другий запис.

Кількість записів у адресній таблиці комутації буде відповідати числу вузлів в локальній мережі[1].

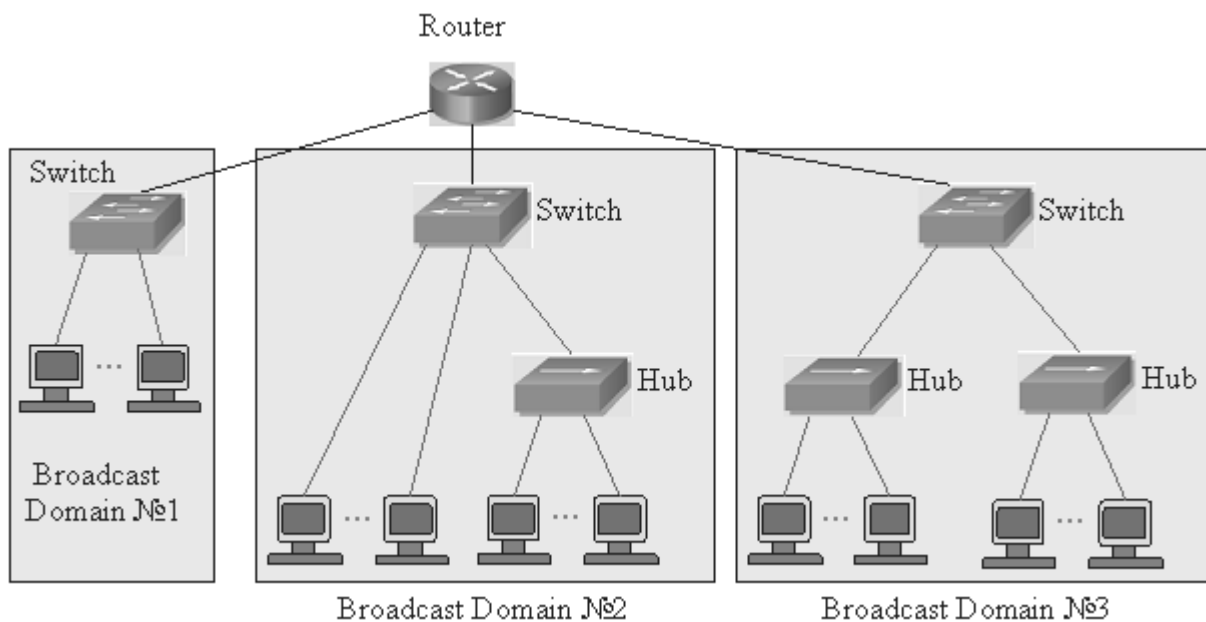


Рисунок 1.3 – Сегментація локальної мережі на ширококомвні домени

Комутатори, що використовуються у локальних мережах, бувають різних видів. Є керовані комутатори, які можна гнучко налаштовувати і вони мають багато можливостей по створенню гнучких функціональних мереж. Такими комутатора є, наприклад модель DES-3250TG та DES-3226S. Також широко використовуються модульні, стекові та автономні комутатори[6].

Серед модульних комутаторів широкої популярності набула модель DES-7000. Щодо автономних комутаторів їх найчастіше використовують у невеликих фірмах та організаціях. Стекові комутатори найбільш універсальні, оскільки дозволяють об'єднати декілька комутаторів в один. Найбільш популярні стекові комутатори DES-3326S та DES-3226S (рис. 1.4):



Рисунок 1.4 – Стекові комутатори DES-3326S

користуються інформацією мережевого рівня. Таким чином L3-комутатори є більш універсальними ніж L2-комутатори. L3-комутатори мають швидкість L2-комутаторів і при цьому виконують функції маршрутизаторів. L3-комутатори можуть здійснювати обробку пакетів, так само, як маршрутизатори.

Але на відміну від маршрутизаторів, L3-комутатори, ще мають апаратну складову. Вони можуть працювати, як звичайні L2-комутатори. Тому дуже часто у мережах для маршрутизації трафіку застосовують L3-комутатори, оскільки вони швидші і дешевші маршрутизаторів[4].

Найвищий рівень комутації – це четвертий рівень, що використовує апаратну маршрутизацію. При передачі пакетів береться до уваги MAC-адреса, IP-адреса, номер порту і ін.. При комутації четвертого рівня маршрутизатори керують трафіком, використовуючи інформацію транспортного рівня. При цьому створюються розширені списки доступу. Перевагою комутації четвертого рівня є програмна частина. Можна запрограмувати комутатор обробляти трафік по пріоритетах певних додатків, що значно підвищить швидкість роботи окремих програм. Тобто весь трафік можна розподілити між додатками по пріоритетах.

Спеціальні комутатори з функцією маршрутизації можуть здійснювати статичну та динамічну маршрутизацію.

Комутатори мають можливість працювати в декількох режимах роботи. В залежності від того, що нам потрібно максимальна швидкодія чи максимальна надійність, або і те і інше. При зміні режиму роботи комутатора змінюються затримки і надійність передачі даних. Для того, щоб нам отримати максимальну швидкодію передачі даних використовують режим наскрізної комутації. Його ще називають cut-through switching. В режимі cut-through switching відбувається передача кадра, одразу після отримання MAC-address отримувача. В режимі cut-through switching комутатор працює з найменшою затримкою.

Другий режим роботи комутатора програє в швидкодії але виграє у надійності. Такий режим називають комутація з проміжним зберіганням. В

						<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			18

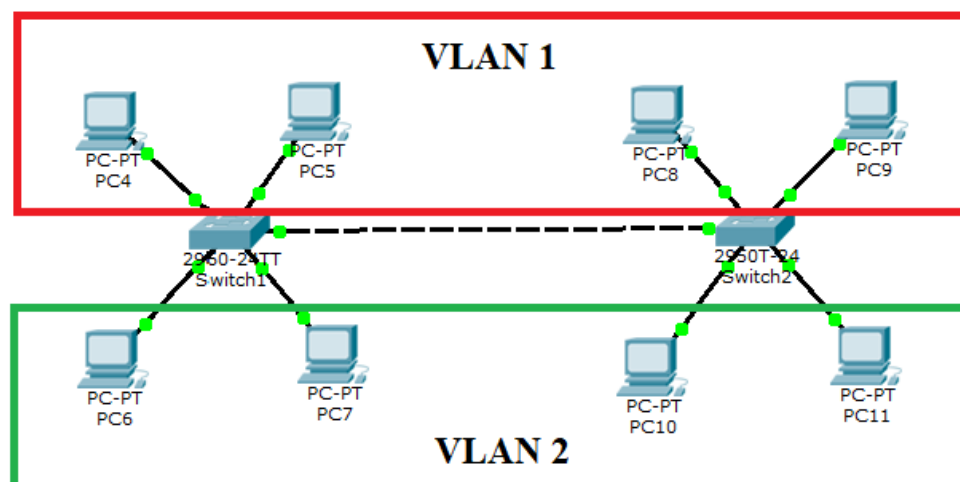


Рисунок 1.6 – Поділ фізичної мережі на віртуальні мережі

Віртуальні мережі слугують основою побудови будь-якої захищеної мережі. В якій можна відділити сервери, адміністраторів, робочі групи, IP камери, звичайних користувачів. Логічну структури такої мережі дуже зручно адмініструвати і обслуговувати[2, 4].

Віртуальні мережі застосовують для підвищення безпеки, відокремивши таким чином трафік гостей від комп'ютерів-серверів. Для взаємодії користувачам різних віртуальних мереж потрібно піднятися на третій рівень мережевої моделі. Тобто для взаємодії між віртуальними мережами весь трафік має проходити або через маршрутизатор або L3-комутатор (рис. 1.7):

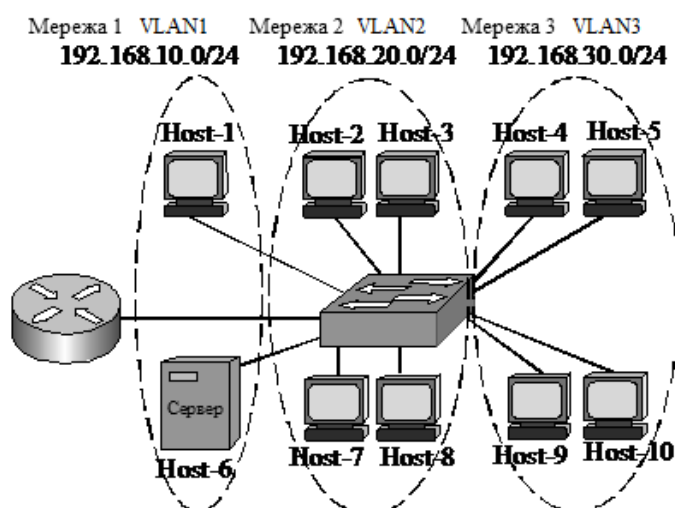


Рисунок 1.7 – Поділ фізичної мережі на віртуальні мережі із застосуванням маршрутизатора

Застосування технології віртуальних мереж дозволяє зменшити ширококомовний трафік, оскільки кожна створена віртуальна мережа є окремим ширококомовним доменом. L2-комутатор по замовчуванню знаходиться в одному ширококомовному домені, тому ширококомовні кадри передаються через усі порти всій мережі. Розбиття коммутатора на декілька віртуальних мереж, розділяє його на декілька ширококомовних доменів. Тобто така сегментація розділяє ширококомовний трафік. Поділ мережі на окремі віртуальні мережі здійснюють з інтерфейсу командної стрічки комутаторів.

1.5 Постановка задачі

Як було відзначено вище, віртуальні мережі дозволяють зробити таку структуру мережі, яка вам потрібна, без фізичного переміщення обладнання. І увесь трафік окремих груп та комп'ютерів буде відокремлений, що значно підвищує рівень безпеки передачі інформації. Застосування технології віртуальних мереж дозволяє зменшити ширококомовний трафік, оскільки кожна створена віртуальна мережа є окремим ширококомовним доменом.

Проаналізувавши існуючі рішення, щодо побудови логічної структури телекомунікаційних мереж із застосуванням технології VLAN необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати сучасні телекомунікаційні мережі на базі маршрутизаторів та комутаторів, встановити переваги та причини побудови VLAN;
- проаналізувати основні типи, протоколи VLAN та розглянути приклади побудови віртуальних мереж;
- змодельувати телекомунікаційну мережу із застосуванням технології VLAN у додатку Cisco Packet Tracer 6.2, протестувати мережу за допомогою модуля симуляції руху пакетів між пристроями в мережі.

2 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ВІРТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ

2.1 Віртуальні локальні мережі, їх основні функції та призначення

Група пристроїв, що взаємодіють на каналному рівні утворюють віртуальну локальну комп'ютерну мережу (VLAN). Фізично комп'ютери можуть бути під'єднаними до будь-яких комутаторів. Комп'ютери, що розташовані в різних віртуальних мережах, можуть бути підключені до одного комутатора і при цьому між ними немає зв'язку на каналному рівні. Зв'язок між комп'ютерами різних VLAN з'являється на мережевому або більш високих рівнях OSI. Сучасні мережі використовують VLAN, як основний інструмент для побудови логічної структури мережі, який не залежить від фізичної мережевої структури. Для підвищення продуктивності мережі, безпеки мережі та зменшення ширококомовного трафіку застосовують VLAN. Мережі VLAN призначені для: гнучкого поділу пристроїв на групи, зменшення кількості ширококомовного трафіку, підвищення безпеки та керованості мережі. Зазвичай певному VLAN відповідає лише одна підмережа. Тобто пристрої, які знаходяться у різних віртуальних мережах, також знаходяться в різних підмережах. Віртуальна мережа не має привязки до місцезнаходження комп'ютерів, тому комп'ютери можуть знаходитись на відстані але бути в одній віртуальній мережі. Кожна віртуальна мережа є окремим ширококомовним доменом. Створення додаткових віртуальних на комутаторі дає змогу розбити комутатор на декілька ширококомовних доменів. Одна віртуальна мережа, що налаштована на різних комутаторах об'єднає їх порти в один ширококомовний домен. Мережа, що має логічний поділ на віртуальні мережі дозволяє застосовувати політики безпеки до цілих підмереж. Щоб перейти з однієї віртуальної мережі до іншої потрібно, як правило, пройти через пристрій третього рівня (L3-комутатор, маршрутизатор). На пристрої 3-го рівня застосовують політики безпеки, які регулюють доступ між віртуальними локальними мережами. Комп'ютер, що відправляє інформацію в мережу не здогадується, що він є частиною віртуальної мережі, про це знає комутатор.

					КПТР 2019034.01.15 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

Комутатор знає, які комп'ютери підключені до яких портів, і в яких віртуальних мережах вони знаходяться. Тобто при проходженні через порт трафіку від різних VLAN, комутатор має його розрізняти. Для цього кожний кадр (frame) необхідно помітити певним чином, щоб знати якій віртуальній мережі він належить. Даний спосіб ставлення мітки описано в стандарті IEEE 802.1Q [24].

Для зображення ефективності логічного поділу мережі за допомогою віртуальних мереж, розглянемо приклад вирішення типового завдання - організації доступу до мережі Internet працівникам фірми, коли необхідно розділити трафік окремих відділів.

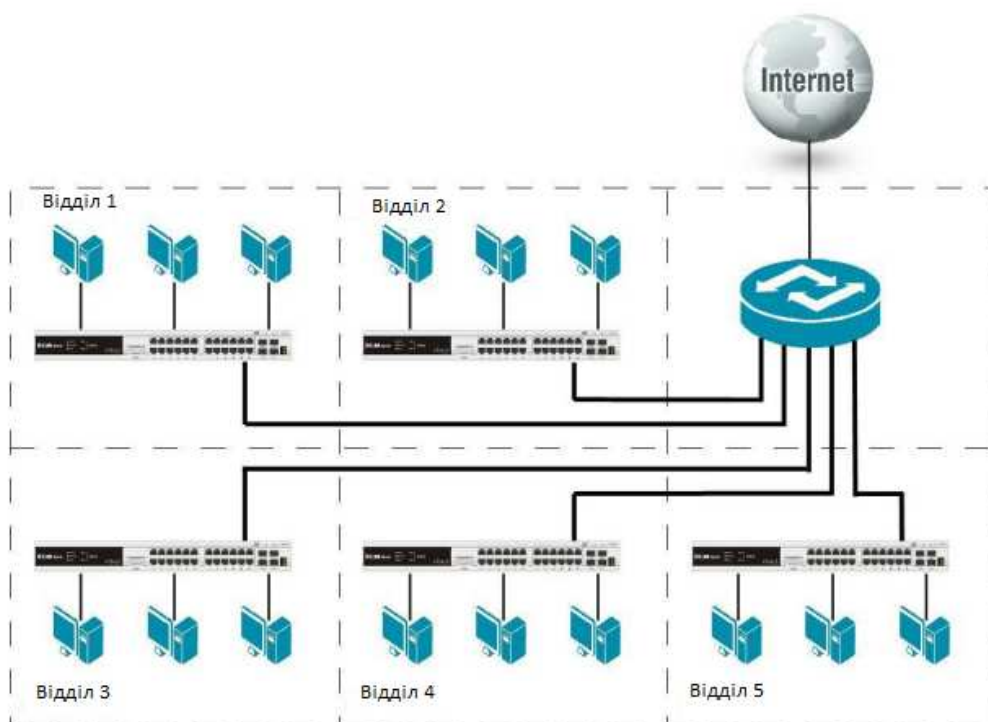


Рисунок 2.1 – Фізична будова локальної мережі

Нехай, офіс компанії поділений на декілька кабінетів із різними робочими групами по декілька співробітників. Якщо ми використаємо лише фізичну сегментацію трафіку кожної робочої групи. У кожне приміщення необхідно встановити L2-комутатор, що підключається до маршрутизатора, для доступу в Internet. Таке з'єднання важко змаштабувати і є досить дорогим, при зростанні

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

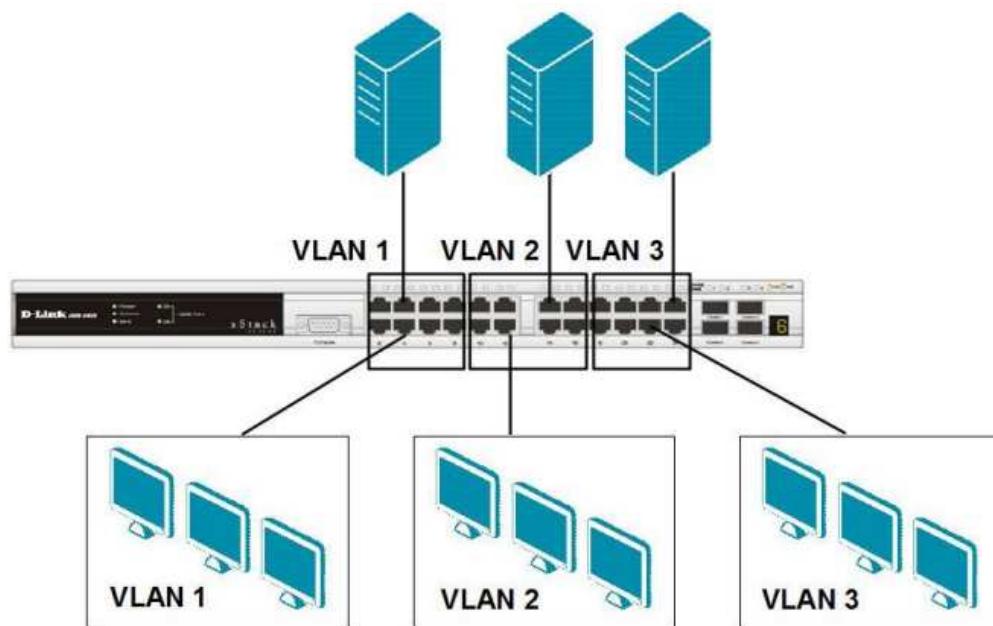


Рисунок 2.3 – Сегментація логічної мережі на основі портів

Також таку мережу легко логічно сementувати, без фізичного переміщення обладнання. Недоліком такого типу підключення є те, що для виходу в мережу Інтернет або об'єднання декількох віртуальних мереж необхідно кожен віртуальну мережу створену на комутаторі другого рівня підключати окремим кабелем до L-3 комутатора або маршрутизатора (рис. 2.4):

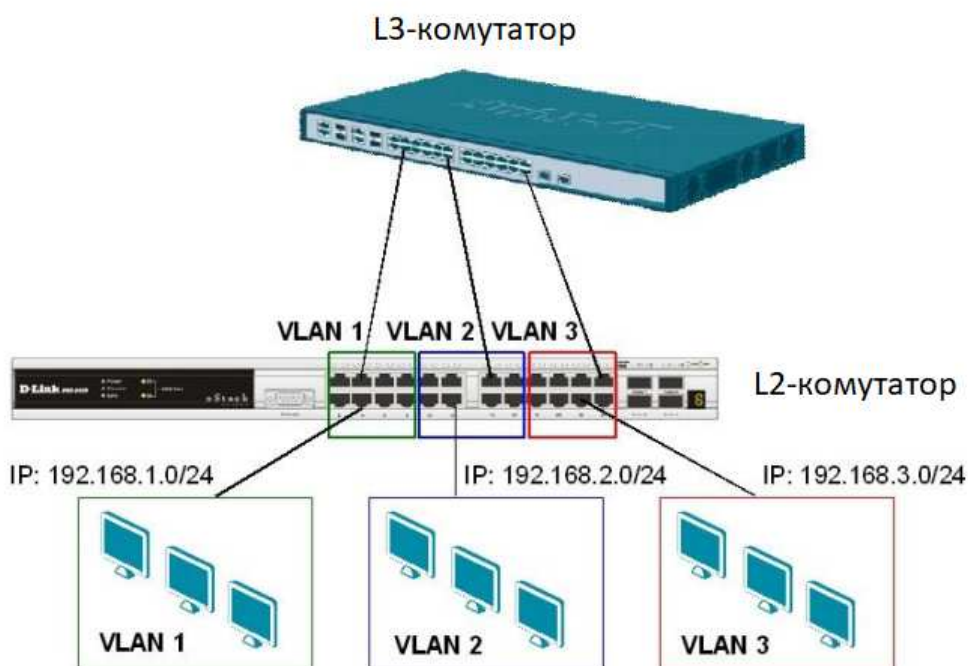


Рисунок 2.4 – Вихід в мережу Інтернет за допомогою L3-комутатора

Другим типом віртуальних мереж є – віртуальні мережі на основі групування MAC-адрес. Даний спосіб потребує великої кількості ручних налаштувань комутаторів для маркування MAC-адрес (рис.2.5):

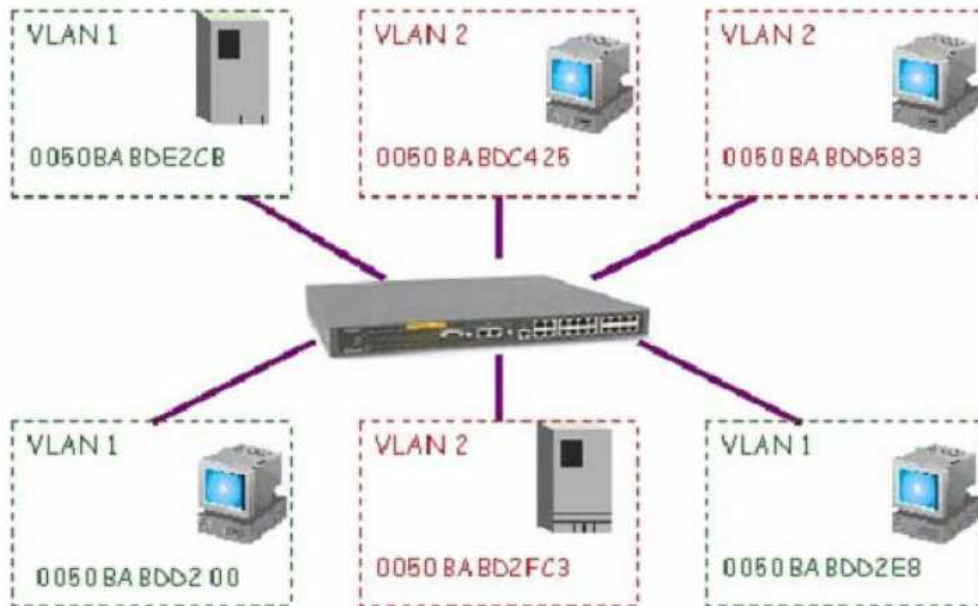


Рисунок 2.5 – Віртуальна мережа на основі MAC-адрес

Використовуючи такий спосіб підключення комп'ютери можна підключати до будь-якого порту комутатора, причому ПК буде залишатися в тому самому широкомовному домені і не потрібно буде змінювати налаштування конфігурації. Даний спосіб є досить незручним і тривалим в налаштуванні, якщо віртуальна мережа буде налічувати десятки і сотні пристроїв розділених територіально.

Третім типом віртуальних мереж є – віртуальні мережі на основі стандарту IEEE 802.1Q. Цей тип мережі використовує додаткові поля кадру для зберігання інформації про приналежність цього кадру до певної віртуальної мережі при його переміщенні. Даний тип побудови віртуальних мереж є досить гнучким у налаштуванні. Можливо створення декількох віртуальних мереж, як на одному комутаторі так і на різних комутаторах мережі, які підтримують стандарт IEEE 802.1Q. Завдяки використанню тегів кожен комутатор знає до якої віртуальної мережі налажить трафік, що через нього проходить. Причому

трафік від декількох віртуальних мереж рухається одним магістральним каналом. Даний тип віртуальної мережі використовує протокол Spanning Tree, що дозволяє комутаторам визначити деревовидну структуру зв'язків в мережі та заблокувати надлишкові маршрути. Використання Spanning Tree автоматично усуває виникнення петель в мережі. Також цей вид побудови віртуальних мереж дозволяє використання пристроїв різних виробників, що підтримують стандарт IEEE 802.1Q (рис. 2.6):

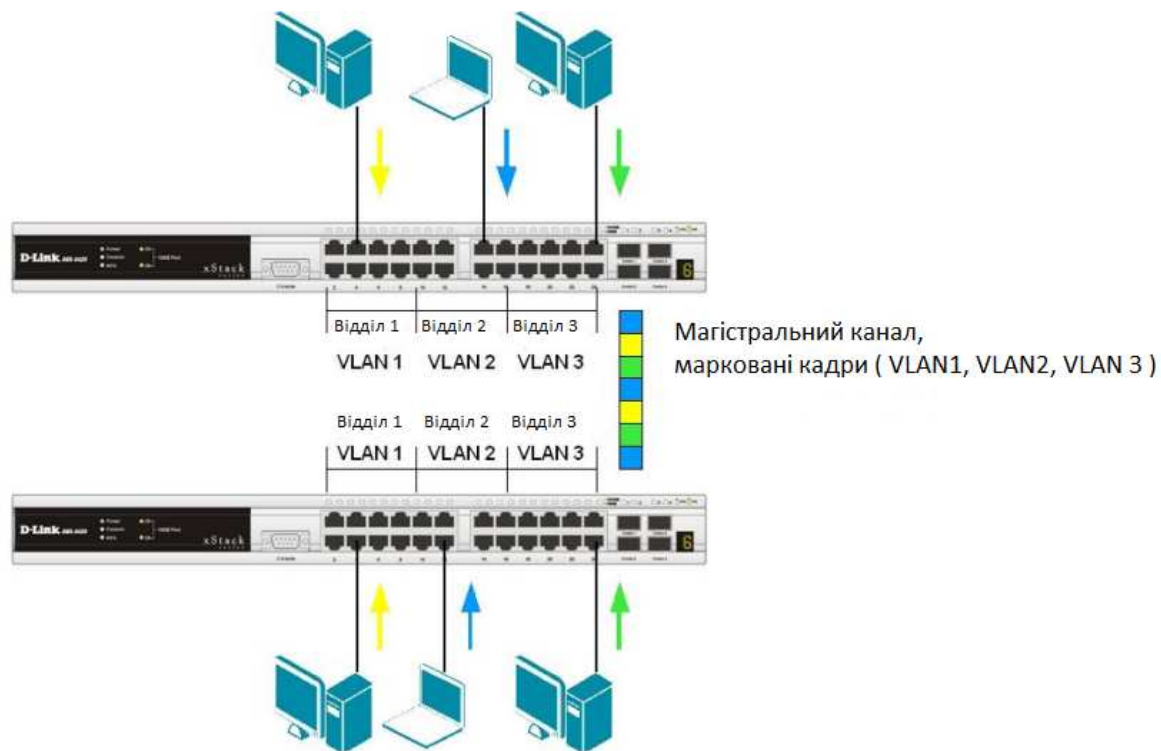


Рисунок 2.6 – Передача трафіку через магістральний канал

Для правильної роботи віртуальної мережі необхідно, щоб в базі даних фільтрації містилась інформація про приналежність пристроїв до певної віртуальної мережі. Щоб встановити приналежність пристроїв до тої, чи іншої мережі використовують статичні та динамічні віртуальні мережі. В статичних віртуальних мережах приналежність обладнання до віртуальної мережі здійснюється адміністратором в ручному режимі. В динамічних віртуальних мережах приналежність пристроїв встановлюється динамічно на магістральних інтерфейсах комутаторів використовуючи GVRP-протокол. Приклад налаштування віртуальної мережі з використанням 1Q показано у [24].

Четвертим типом віртуальних мереж є – віртуальні мережі на основі стандарту IEEE 802.1v, на основі протоколів та портів. Цей стандарт є продовженням стандарту 1Q. Стандарт 1v дає можливість об'єднувати пристрої у VLAN на базі протоколів, які вони підтримують. Щоб встановити приналежність пристрою до віртуальної мережі згідно стандарту 1v, здійснюється класифікація немаркованих кадрів по типу порта або протокола. На основі таблиці віртуальної локальної мережі здійснюється передача цих кадрів, які всередині L2-комутатора є маркованими. Коли порт призначення і вхідний порт знаходяться в одній віртуальній мережі, він здійснює передачу кадру в під'єднаний до нього сегмент мережі. В іншому випадку кадр відкидається. Аналогічні правила використовуються для вихідних мережевих портів, як і для стандарту 1Q. Приклад налаштування віртуальної мережі на базі 1v показаний у [24].

Для отримання доступу до серверів, інтернет-шлюзів та інших пристроїв користувачами із різних віртуальних мереж на комутаторах другого рівня програмно реалізована функція асиметричних віртуальних мереж. Цей програмний додаток дозволяє користувачам із різних віртуальних мереж взаємодіяти із серверами, які не підтримують стандарт 1Q через один фізичний канал зв'язку з L2-комутатором, без використання зовнішнього маршрутизатора. За допомогою асиметричних віртуальних мереж порти L2-комутатора, що не марковані стають складниками декількох віртуальних мереж. При цьому комп'ютери залишаються ізольованими один від одного. Окремі адресні таблиці MAC-адрес використовують симетричні віртуальні мережі. Асиметричні використовують одну загальну таблицю MAC-адрес. Приклад налаштування асиметричної віртуальної мережі показано у [24].

2.3 Протоколи, які використовують при побудові віртуальних локальних мереж

На сучасному етапі розвитку комп'ютерних мереж існує певний перелік протоколів і функцій, які використовуються для підвищення їх надійності та продуктивності. Найбільш поширеними є методи створення резервних каналів зв'язку, серед них: використання протоколів сполучного дерева (Spanning Tree) та використання механізму агрегування портів.

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		28

2.3.1 Протоколи сімейства сполучного дерева

Протокол сполучного дерева (STP) працює на каналному рівні і дозволяє будувати деревоподібні зв'язки між комутаторами без утворення петель. Петлі можуть виникати, якщо існує декілька маршрутів, які зв'язують комутатори через проміжні мережі. Мережі, які мають декілька маршрутів між джерелом та отримувачем повідомлення відрізняються підвищеною відмовостійкістю. В результаті у мережах з надлишковими зв'язками, петлі спричиняють: множинні копії кадрів, широкомовні шторми, множинні петлі (рис. 2.7).

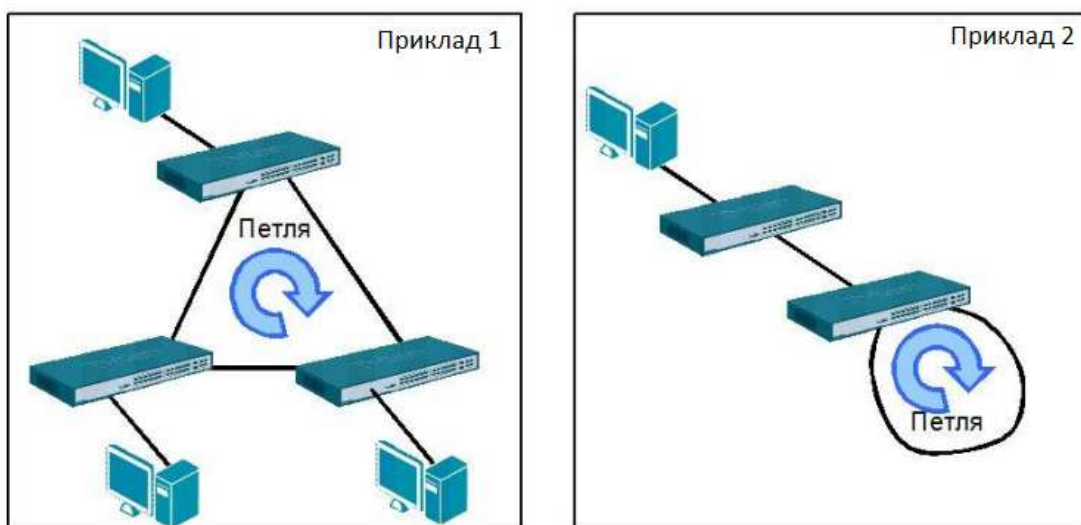


Рисунок 2.7 – Утворення петель

Для вирішення проблем петель був розроблений протокол STP. Комутатори з підтримкою протоколу STP автоматично створюють деревоподібну структуру зв'язків без петель в локальній мережі. Така структура мережі називається сполучним деревом.

Розглянемо, роботу протоколу STP. Для всіх комутаторів присвоюють ID-моста, кожному порту відповідно вартість шляху, ID-порта. Процес побудови Spanning Tree починають з вибору коренево комутатора. В якості кореневого вибирають комутатор із найменшим значенням ID-моста, призначені порти якого знаходяться в стані передачі даних (рис.2.8):

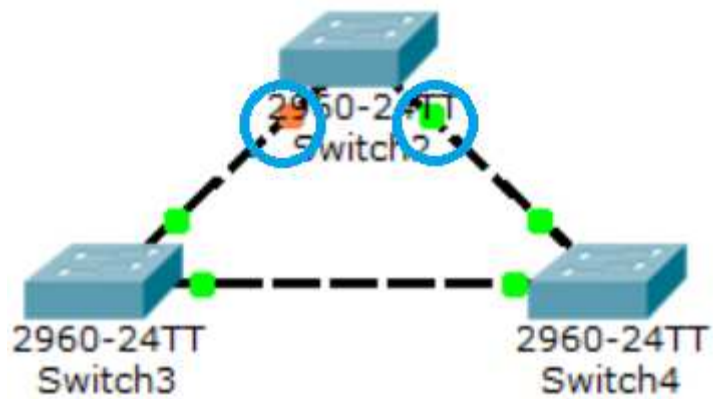


Рисунок 2.8 – Призначені порти комутатора

Далі слід визначити кореневі порти некореневого комутатора, які обираються відповідно до вартості шляху між некореневим та кореневим коммутаторами (рис.2.9). Чим більша пропускна здатність каналу, тим менша вартість шляху і навпаки.

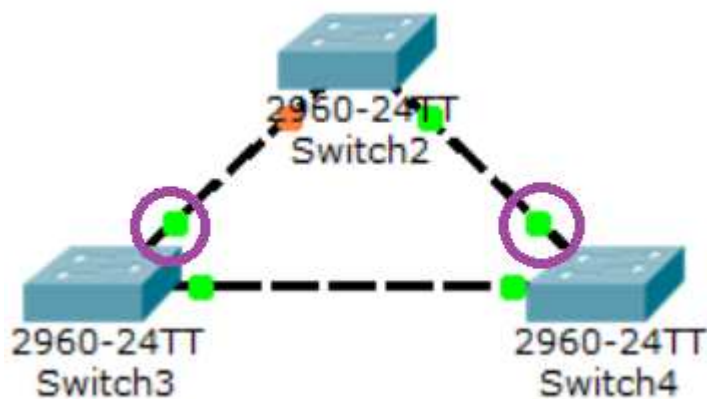


Рисунок 2.9 – Кореневі порти комутаторів

Далі нам потрібно вибрати призначений інтерфейс (порт) комутатора. Призначений інтерфейс вибирають на некореновому комутаторі, якщо шлях від нього до кореневого комутатора має найменшу вартість (див.рис. 2.10-2.11). Приклад налаштування віртуальної мережі з використанням протоколу STP показано у [24].

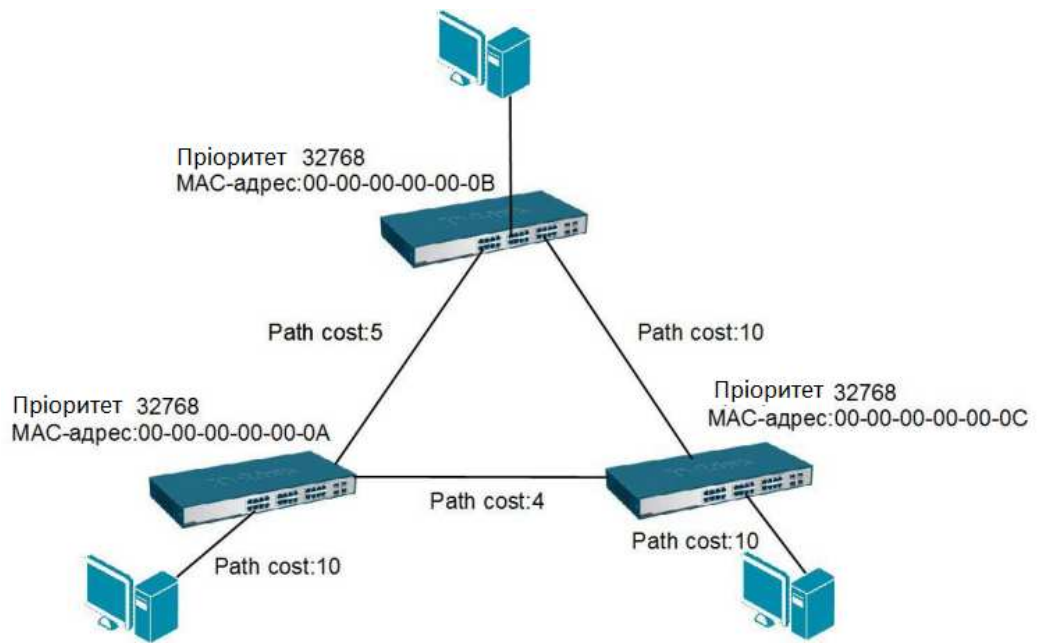


Рисунок 2.10 – Мережа без застосування STP

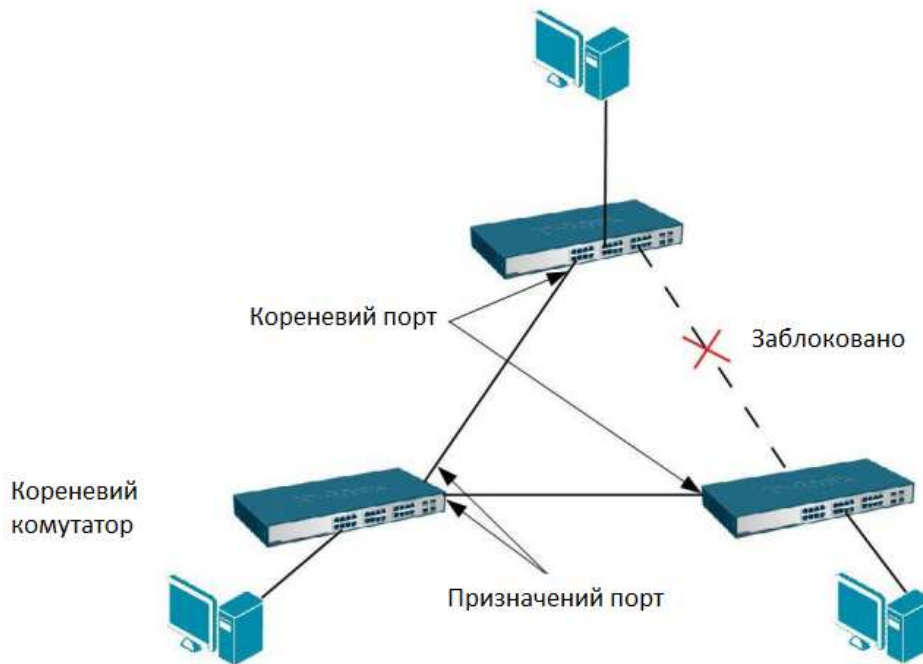


Рисунок 2.11 – Мережа з застосування STP

Оскільки протокол STP має досить великий час сходимості, порядку 35-60с. Коли у нас падає основний канал зв'язку, щоб переключитися на резервний необхідно затратити до 1 хв. Тому зараз використовуються

розширені протоколи, а саме RSTP і MSTP. В даних протоколів час сходимості вдалося зменшити до 1с.

2.3.2 Протоколи GVRP та VTP

В локальній обчислювальній мережі застосовують протоколи GVRP і VTP, які призначені для автоматичного надання інформації про віртуальні мережі коммутаторам. Протокол VTP розроблений Cisco, інші виробники використовують протокол GVRP. За допомогою GVRP можна в динамічному режимі створювати та видаляти віртуальні мережі на транкових портах. Автоматично включати та видаляти порти в віртуальних локальних мережах.

Протокол VTP дозволяє створювати та видаляти віртуальні мережі на мережевих пристроях. Він використовується у мережах з великою кількістю комутаторів. Оскільки у таких мережах налаштувати віртуальні мережі на кожному окремому комутаторі досить непросто та трудомістко. VTP дозволяє автоматично створювати віртуальні мережі на багатьох комутаторах одночасно.

Протокол VTP активно розвивається. VTP перших версій працював на комутаторах у трьох режимах: серверному, клієнтському та прозорому. В третій версії протоколу VTP додався четвертий режим роботи, який носить назву вільний [24].

Серверний режим використовується по замовчуванню. В цьому режимі із інтерфейсу командної стрічки можна виконувати потрібні дії над віртуальними мережами (створювати, видаляти, змінювати). В серверному режимі поновлюється інформація про створені віртуальні мережі, також можна зберігати налаштування віртуальних мереж. В клієнтському режимі можна робити все те саме, що в серверному, крім виконання дій з віртуальними мережами в командній стрічці. В прозорому режимі можна виконувати потрібні дії над віртуальними мережами (створювати, видаляти, змінювати) але лише для локального комутатора. Не відбувається генерації об'яв VTP, а лише передає об'яв від інших комутаторів. Детальніше про налаштування VTP описано в [24].

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

В агрегованих каналах використовують статичний та динамічний розподіл кадрів між портами. Кадри окремого сеансу закріплюють за окремим портом. Використовуючи статичний метод розподілу, порт для певного сеансу обирають за спеціальним алгоритмом за допомогою певних ознак. Наприклад, виробник мережевого обладнання D-Link використовує аж дев'ять алгоритмів агрегування портів: MAC-адреса джерела; MAC-адреса отримувача; MAC-адреса і джерела і отримувача; IP-адреса джерела; IP-адреса отримувача; IP-адреса і джерела і отримувача; TCP/UDP – порт джерела; TCP/UDP-порт отримувача; TCP/UDP - і джерела і отримувача.

За замовчуванням у комутаторах компанія D-Link використовує алгоритм MAC-адреса джерела (рис. 2.13):

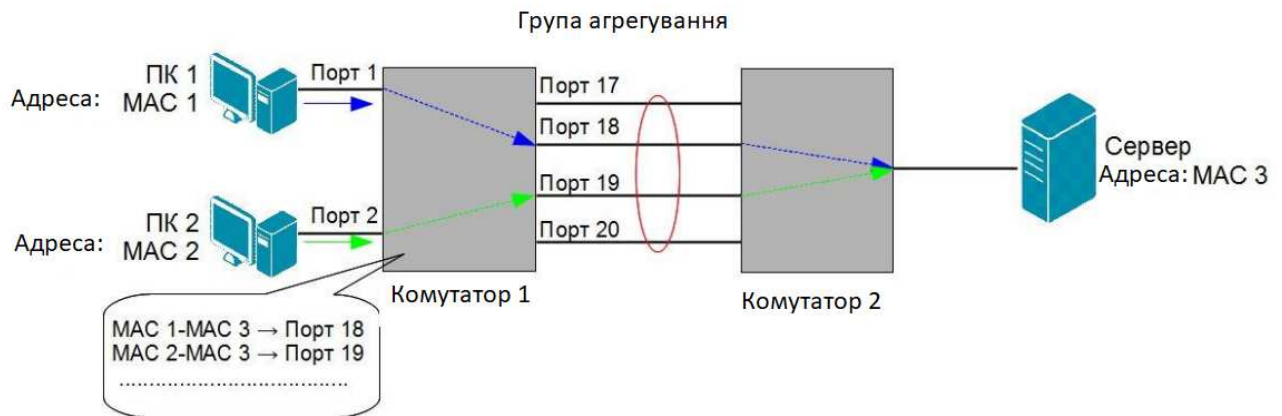


Рисунок 2.13 – Розподіл трафіку по агрегованим каналам між комутаторами D-Link

Щоб налаштувати мережу і збільшити швидкість передачі даних використовують метод агрегації каналів між комутаторами або комутаторами і серверами. Також цей метод використовують для підвищення надійності мережі. Компанія D-Link у своєму обладнанні використовує, як статичне так і динамічне агрегування каналів. Коли у нас невелика мережа і невелика кількість комутаторів можна використати статичний метод. У випадку великої мережі використовують динамічний метод, який використовує протокол Link Aggregation Control Protocol. Даний протокол дозволяє об'єднувати фізичні

порти у одну логічну групу та керує роботою цієї групи. Щоб об'єднати фізичні порти в один агрегований канал за допомогою протоколу LACP потрібно, щоб вони мали однакові характеристики: швидкості, режиму роботи, методів керування і ін [2, 4, 8]. Якщо на портах налаштованні функції аутентифікації, блокування портів та дзеркалювання трафіку, вони не будуть працювати з протоколом LACP. Приклади статичного та динамічного налаштування агрегованих каналів показані в [24].

					<i>КПТР 2019034.01.15 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ

3.1 Створення телекомунікаційної мережі в програмі Cisco Packet Tracer 6.2 з використанням технології VLAN

Припустимо, що ми маємо компанію філіали якої знаходяться в різних частинах міста. Нам потрібно створити проект телекомунікаційної мережі, що з'єднає два філіали одного підприємства. Спочатку будемо мережу для першого філіалу компанії за допомогою середовища Cisco Packet Tracer 6.2. Перший філіал компанії невеликий у ньому знаходяться декілька працівників, тому нам достатньо декілька ноутбуків, одного комутатора та одного маршрутизатора для виходу в Internet. Спочатку з'єднаємо ноутбуки з коммутатором рис. 3.1

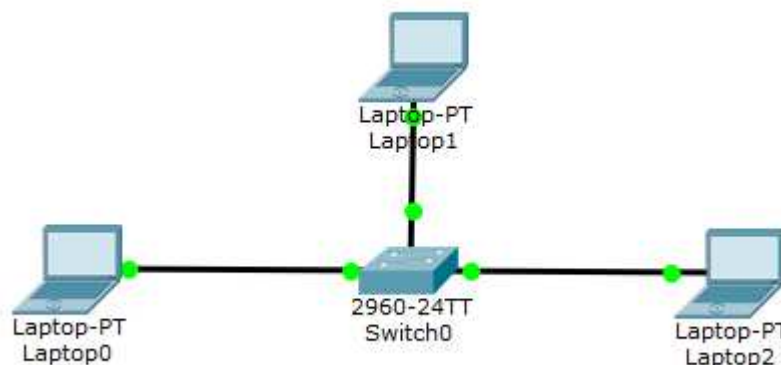


Рисунок 3.1 – Підключення ноутбуків до комутатора

Для цього з'єднаємо мережеві інтерфейси ноутбуків з портами коммутатора Fa0-Fa0/1, Fa0-Fa0/2, Fa0-Fa0/3. Далі відкриємо налаштування та призначимо усім ноутбукам IP-адреси від 192.168.1.2 до 192.168.1.4. Протестуємо мережу виконавши команду ping с першого ноутбука.

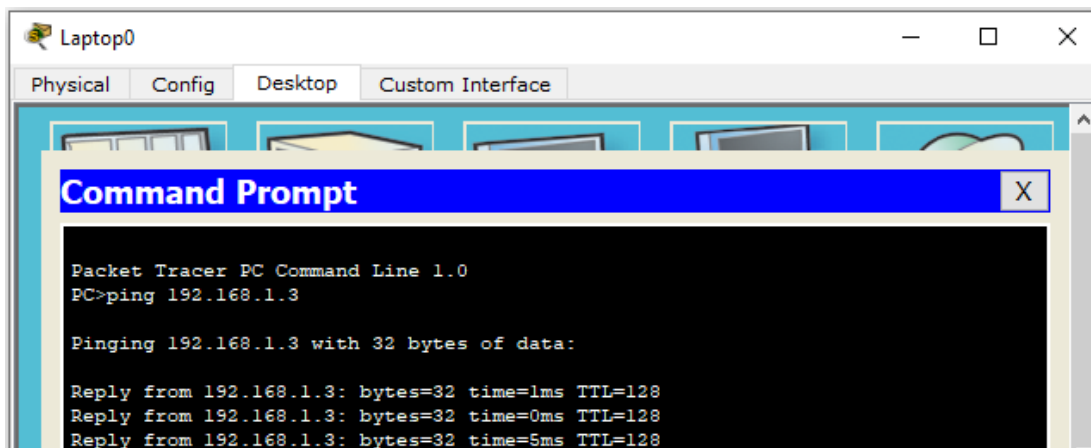


Рисунок 3.2 – Результат виконання команди ping

Для підвищення безпеки та розподілу трафіку нам необхідно розділити локальну мережу на декілька віртуальних мереж. Відкриємо командний інтерфейс комутатора і проведемо відповідні налаштування. Для цього створимо декілька віртуальних мереж і присвоїмо їм назви рис.3.3:

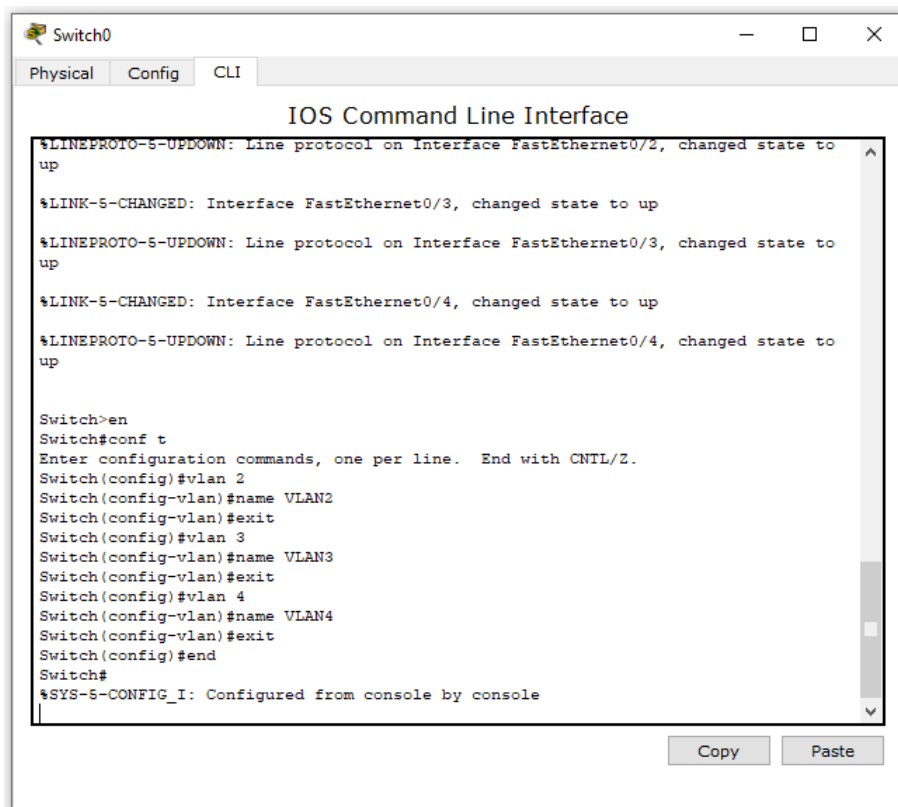


Рисунок 3.3 – Налаштування віртуальних мереж на Cisco 2960

VLAN4. Далі налаштуємо trunk-порт на комутаторі Cisco 2960, що об'єднує комутатор з роутером через інтерфейс Fa0/4-Fa0/0 (рис. 3.6):

```

Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#
Switch(config)#int fa
% Incomplete command.
Switch(config)#int fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 2
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 3
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/3
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 4
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/4
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3,4
Switch(config-if)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
    
```

Рисунок 3.6 – Налаштування VLAN на Cisco 2960

Тепер змодульована мережа першого філіалу з поділом на три віртуальні мережі набуває вигляду (рис.3.7):

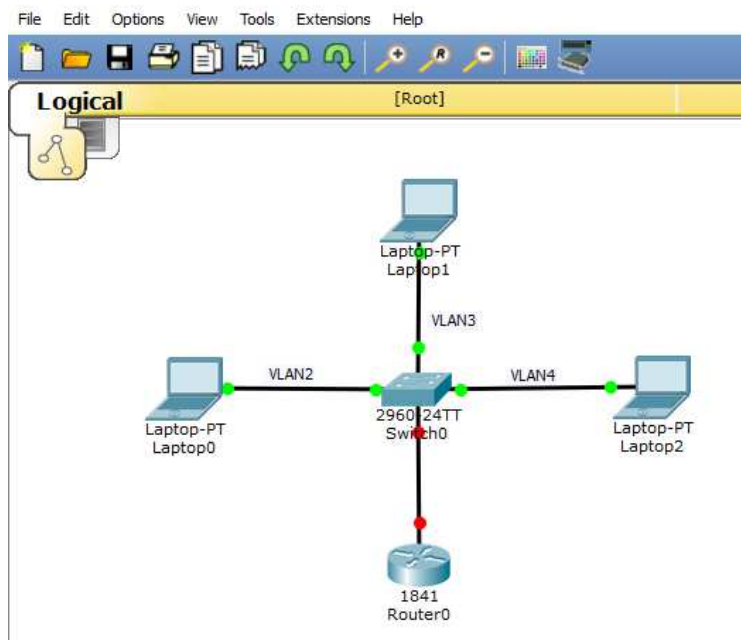


Рисунок 3.7 – Мережа філіалу №1 з поділом на 3 VLAN на Cisco 2960

Сконфігуруємо роутер Cisco 1841. Для цього відкриємо командний інтерфейс роутера Cisco 1841 та виконаємо відповідні налаштування маршрутизатору (рис.3.8). У маршрутизатора на відміну від коммутатора фізичні порти відключені, тому потрібно підняти порт Fa0/0. Далі створюємо три підінтерфейси для трьох віртуальних мереж VLAN2-4. Для створення підінтерфейсів використовуємо команду «interface». Де до порту Fa0/0 додається цифра відповідної віртуальної мережі (0/0.2 VLAN2, 0/0.3 VLAN3, 0/0.4 VLAN4). Команда «encapsulation dot1Q» використовується для присвоєння номерів віртуальним мережам. За допомогою команди ip-address створюємо і присвоюємо ip-адресу для VLAN 2-4: 192.168.2.1, 192.168.3.1, 192.168.4.1 з маскою 255.255.255.0.

```

Router0
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
Technical support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 18-Jul-07 04:52 by pt_team
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fastEthernet 0/0
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.2
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.2, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.2, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.3
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.3, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.3, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 3
Router(config-subif)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.4
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.4, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.4, changed state to up

Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 4
Router(config-subif)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#
Copy Paste

```

Рисунок 3.8 – Створення підінтерфейсів для VLAN 2-4 на Cisco 1841

мережі, рис. 3.12.

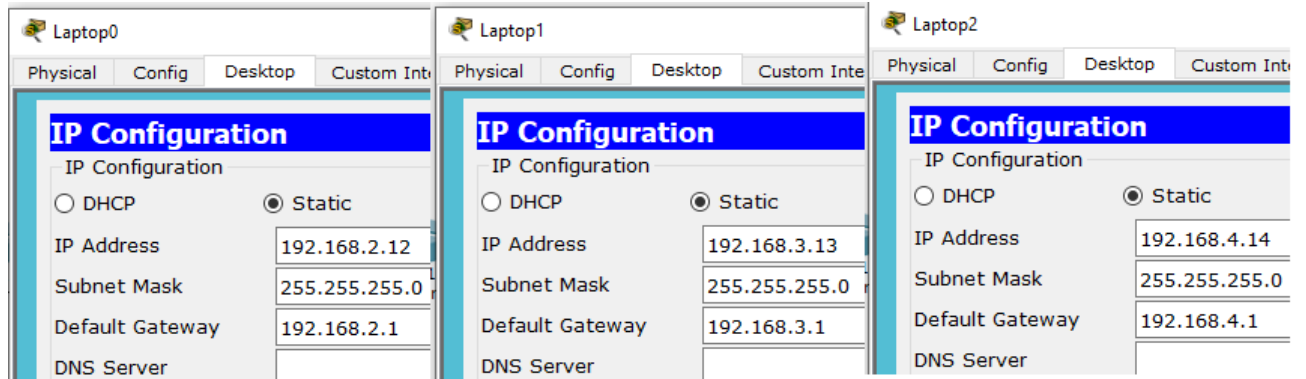


Рисунок 3.11 – Мережева конфігурація ноутбуків

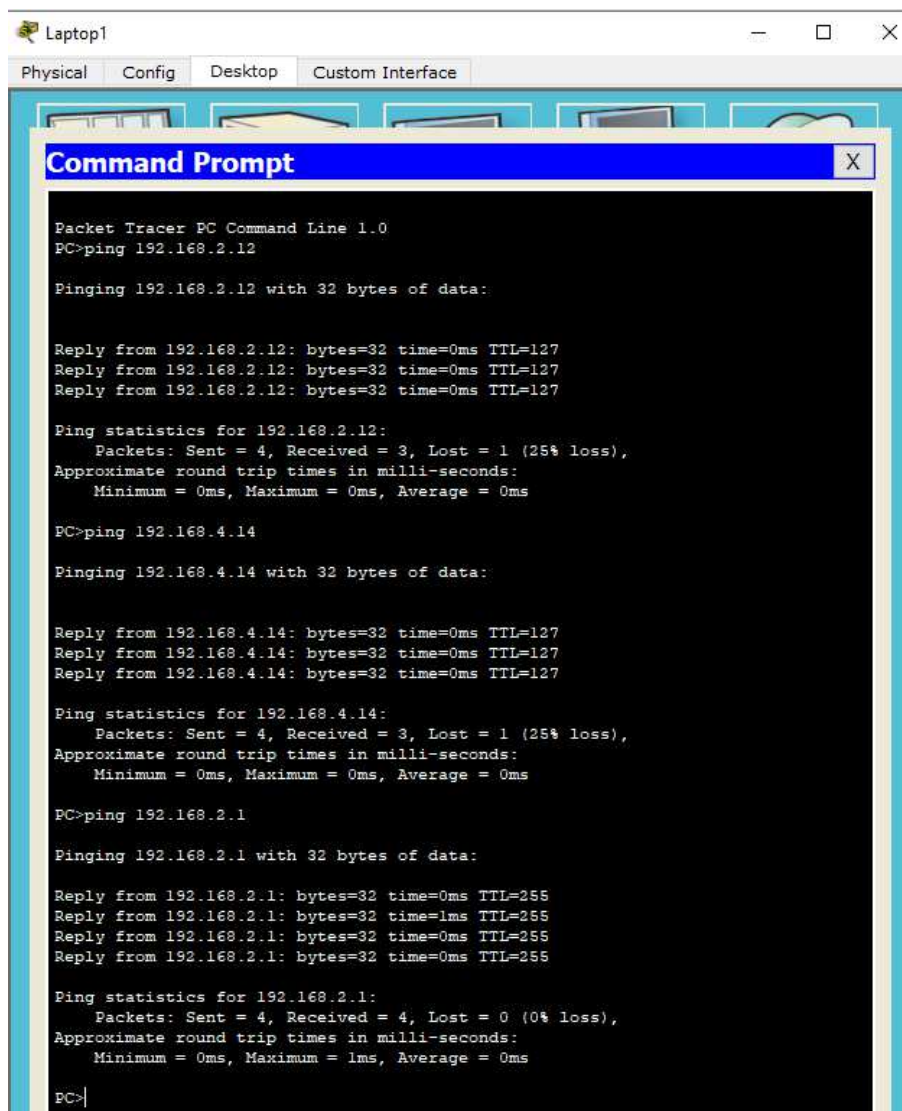


Рисунок 3.12 – Laptop1 команда ping

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КПТР 2019034.01.15 ПЗ

Арк.

42

Таким чином з Comand Promt Laptop1, спочатку перевіривши з'єднання з ір-адресами інших сегментів мережі, а далі зі шлюзом з ір-адресою 192.168.2.1 ми переконались у працездатності змодельованої мережі. Змодельована і протестована телекомунікаційна мережа першого філіалу компанії показана на рис. 3.13:

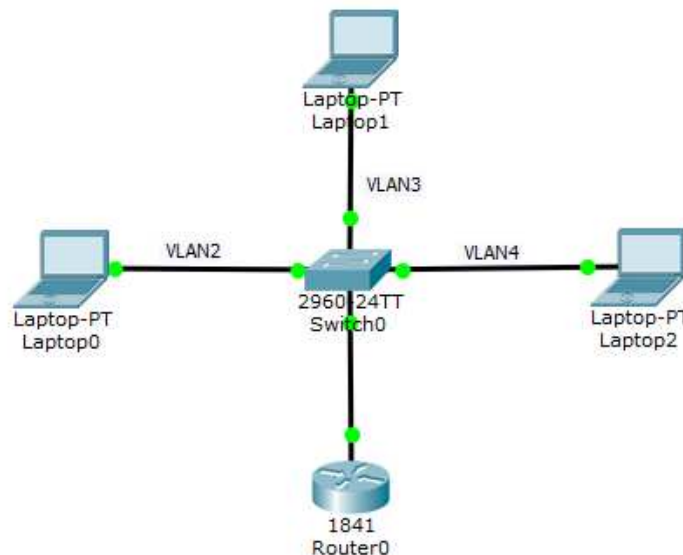


Рисунок 3.13 – Телекомунікаційна мережа на базі Cisco 1841 та Cisco 2960-24TT

Перейдемо до моделювання телекомунікаційної мережі другого філіалу компанії, який налічує декілька десятків співробітників. Трафік другого філіалу є значно більшим у порівнянні із першим філіалом. У другому приміщенні крім ноутбуків знаходяться сервери. Для обслуговування телекомунікаційної мережі з таким навантаженням крім комутаторів 2-го рівня до яких підключені комп'ютери та маршрутизаторів нам знадобиться L3-комутатор. У мережі зі значним локальним трафіком необхідний швидкий доступ до усіх сегментів мережі та комп'ютерів-серверів. Змодельована телекомунікаційна мережа другого філіалу показана на рис. 3.14:

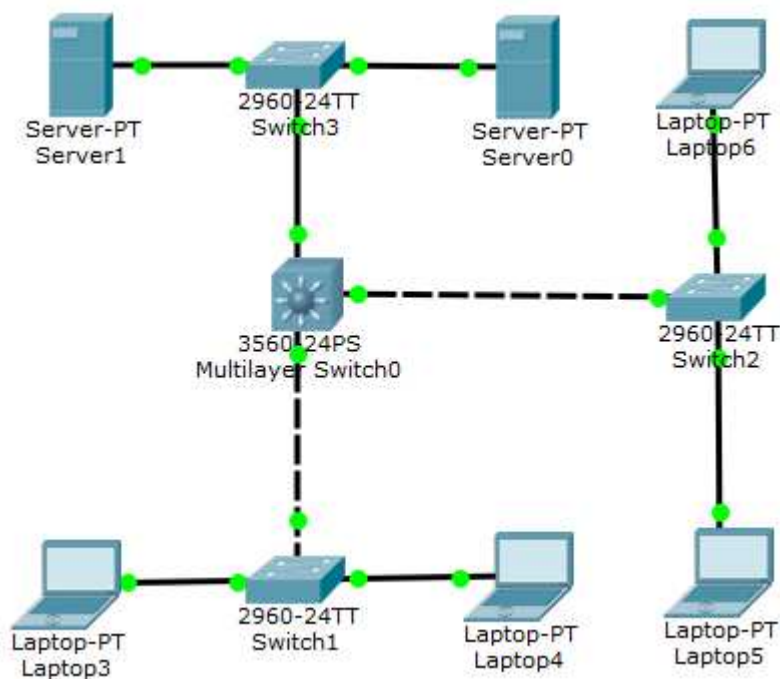


Рисунок 3.14 – Змодельована телекомунікаційна мережа філіалу №2

Мережа другого філіалу складається з трьох сегментів, які підключені до L3-комутатора. Поділимо локальну мережу другого філіалу на декілька віртуальних мереж: Laptop3 та Laptop5 помістимо у VLAN2, Laptop4 та Laptop6 помістимо у VLAN3, SERVER0 та SERVER1 помістимо у VLAN4, між Cisco 2911 та Cisco 3560-24PS створимо VLAN5.

Спочатку налаштовуємо перший сегмент мережі, тобто ноутбуки Laptop3 та Laptop4 підключені до коммутатора №1. Для цього з'єднаємо мережеві інтерфейси ноутбуків з портами коммутатора Fa0-Fa0/1, Fa0-Fa0/2. Розділяємо локальну мережу на дві віртуальні мережі VLAN2 та 3. Налаштування аналогічні тим, які ми робили раніше (див. рис. 3.3, рис. 3.6).

Аналогічно налаштуємо другий сегмент мережі філіалу №2(див. рис. 3.3, рис. 3.6). Ноутбуки Laptop5 та Laptop6, що підключені до комутатора №2. Помістимо Laptop5 у другий VLAN, а Laptop6 у третій VLAN.

Далі налаштуємо третій сегмент мережі, до якого підключені SERVER0 та SERVER1 через комутатор №3(див. рис. 3.3, рис. 3.6). Сервери розміщені у одній віртуальній мережі VLAN4. Для перегляду налаштувань комутаторів 1-3

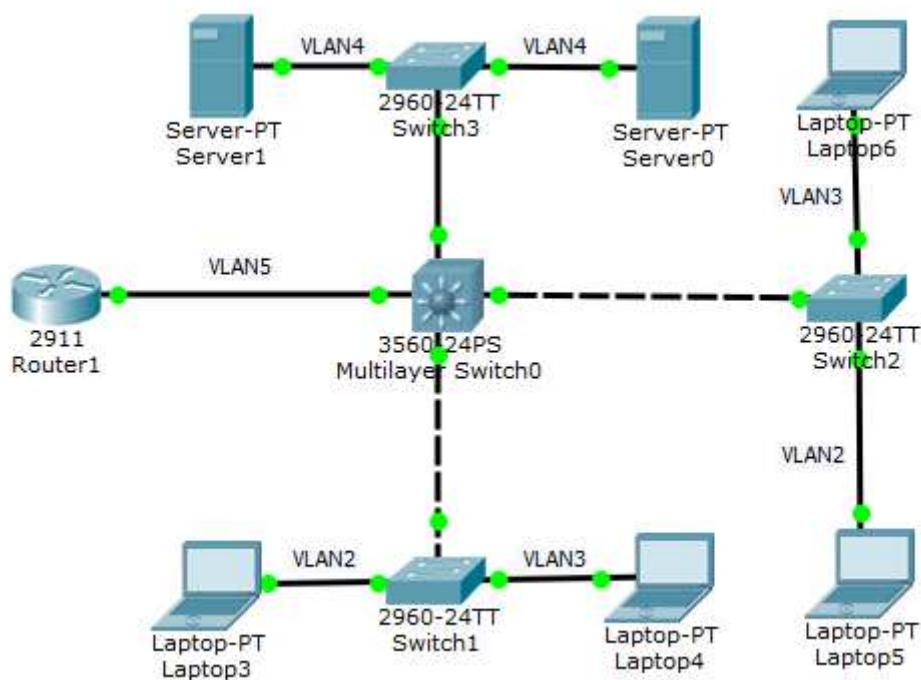


Рисунок 3.17 – Телекомунікаційна мережа другого філіалу із VLAN 1-4

Далі налаштуємо L3-комутатор Cisco 3560. Налаштування аналогічні показаним вище (див. рис. 3.6, рис. 3.8, 3.9). А саме нам необхідно налаштувати підінтерфейси на кожному інтерфейсі підключення усіх сегментів мережі другого філіалу(рис. 3.18).

<pre> Multilayer Switch0 Physical Config CLI IOS Comman ! ! ! interface FastEthernet0/1 switchport trunk allowed vlan 2-3 switchport trunk encapsulation dot1q ! interface FastEthernet0/2 switchport trunk allowed vlan 2-3 switchport trunk encapsulation dot1q ! interface FastEthernet0/3 switchport trunk allowed vlan 4 switchport trunk encapsulation dot1q </pre>	<pre> Multilayer Switch0 Physical Config CLI IOS Comman interface GigabitEthernet0/2 ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! interface Vlan2 ip address 192.168.22.1 255.255.255.0 ! interface Vlan3 ip address 192.168.33.1 255.255.255.0 ! interface Vlan4 ip address 192.168.44.1 255.255.255.0 </pre>
---	--

Рисунок 3.18 – Налаштування на L3-комутаторі 3560

У комутаторі Cisco 3560-24PS, порту Gi0/1 призначемо ip-address – 192.168.55.2. Далі налаштуємо роутер Cisco 2911. Піднімемо високошвидкісний порт Gi0/0 і призначемо йому ip-address – 192.168.55.1. Реально роутер Cisco 2911 виглядає, як показано на рис. 3.21:



Рисунок 3.21 – Роутер Cisco 2911

Для об'єднання двох філіалів компанії через мережу інтернет: мережа першого філіалу (рис. 3.13) та мережа другого філіалу (рис. 3.17) нам потрібно використати, ще один маршрутизатор Cisco 1841. Тобто нам потрібно налаштувати статичну маршрутизацію на маршрутизаторах 0, 1, 2 та L3-комутаторі та створити необхідні маршрути.

Router0	Router1
Physical	Config
CLI	CLI
<pre>IOS Command Line Interface duplex auto speed auto ! interface FastEthernet0/0.2 encapsulation dot1Q 2 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 ! interface FastEthernet0/0.3 encapsulation dot1Q 3 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0 ! interface FastEthernet0/0.4 encapsulation dot1Q 4 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0 ! interface FastEthernet0/1 ip address 192.168.70.2 255.255.255.0 duplex auto speed auto ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! ip classless ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.70.1 !</pre>	<pre>IOS Command Line Interface ! interface GigabitEthernet0/0 ip address 192.168.55.1 255.255.255.0 duplex auto speed auto ! interface GigabitEthernet0/1 ip address 192.168.80.2 255.255.255.0 duplex auto speed auto ! interface GigabitEthernet0/2 no ip address duplex auto speed auto shutdown ! interface Vlan1 no ip address shutdown ! ip classless ip route 192.168.22.0 255.255.255.0 192.168.55.2 ip route 192.168.33.0 255.255.255.0 192.168.55.2 ip route 192.168.44.0 255.255.255.0 192.168.55.2 ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.80.1 !</pre>

Рисунок 3.22 – Налаштування Cisco 1841(0) та Cisco 2911(1)

В полі TC1:0x3 знаходиться мітка віртуальної мережі. Коли пакет пройде trunk-канал структура PDU Information зміниться дзеркально (рис. 3.28).

На Cisco 2960(3) на вкладці Outbound PDU – напис Ethernet II для відправки пакету до Server0. У Inbound – напис Ethernet 802.1q показує, що ICMP пакет інкапсульований.

Переконаємось у працездатності змодельованої мережі передавши пакети у реальному часі між локальними мережами двох філіалів компанії: з Laptop0 VALN2 до Server1 VLAN4, з Laptop1 VALN3 до Laptop4 VLAN3, з Laptop2 VALN4 до Laptop6 VLAN3 (рис. 3.29).

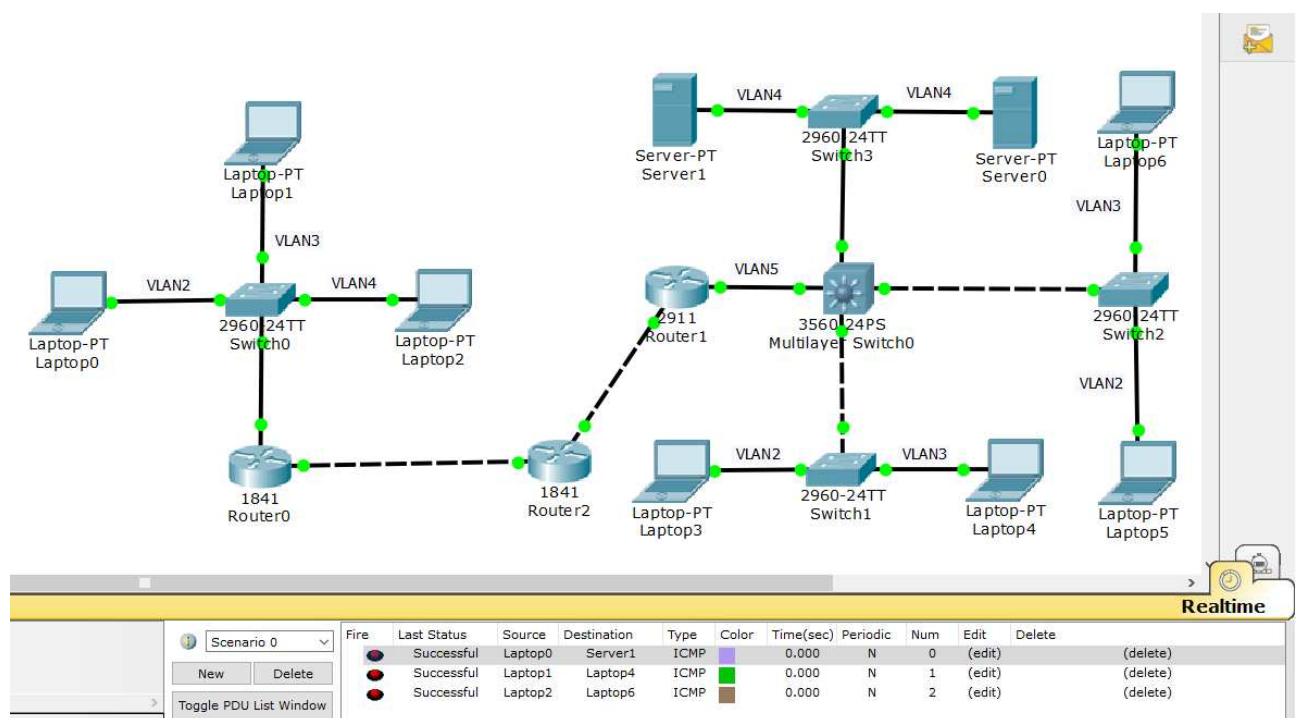


Рисунок 3.29 – Тестування мережі в режимі реального часу

Результат передачі – успіх, зконфігурована мережа працює абсолютно вірно.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційного проекту вирішено завдання, яке полягало у проектуванні захищеної телекомунікаційної мережі з застосуванням технології VLAN. Застосування технології VLAN дозволило створити логічну структуру мережі не змінюючи її фізичну структуру. Застосування віртуальних локальних мереж дозволяє суттєво підвищити безпеку локальних мереж, дозволяє ізолювати весь трафік групи вузлів від основної мережі, допомагає структурувати мережу – можна виділити в одну мережу групу комп'ютерів підключену до загального комутатора певного відділу фірми.

Проаналізувавши існуючі рішення, щодо побудови логічної структури телекомунікаційних мереж із застосуванням технології VLAN ми виконати наступні завдання:

- проаналізували сучасні телекомунікаційні мережі, встановити переваги та причини побудови VLAN;
- проаналізували основні типи та протоколи VLAN, розглянути приклади побудови віртуальних мереж;
- змодельовали телекомунікаційну мережу фірми, яка має два філіали, які знаходяться у різних частинах міста у додатку Cisco Packet Tracer 6.2. Змодельовану мережу розділили на декілька віртуальних мереж. Протестували змодельовану мережу за допомогою модуля симуляції руху пакетів між пристроями в мережі. Переконались, що змодельована мережа сконфігурована та працює абсолютно вірно.

					КПТР 2019034.01.15 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		55

12. Марк А. Спортак Компьютерные сети. Книга 1. High-Performance Networking. Энциклопедия пользователя / Марк А. – К.: ДиаСофт, 1999. – 432 с.
13. Марк А. Спортак Компьютерные сети. Книга 2: Networking Essentials. Энциклопедия пользователя / Марк А. – К.: ДиаСофт, 1999. – 432 с.
14. Основы компьютерных сетей: учеб. пособие / Под ред. Л.Г. Гагариной. – М.: Форум»: ИНФРА-М, 2012. – 272 с.
15. Остерлох Х. Маршрутизация в IP-сетях. Принципы, протоколы, настройка: Пер. с англ. / В. Плешаков. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2010. – 512 с.
16. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNT/CCNA/CCND1/ Одом, Уэнделл, 3-е изд. – Москва, Вильямс, 2015– 668 с.
17. Пакет К. Создание масштабируемых сетей CISCO / К. Пакет, Д. Тир : [пер. с англ.] – М.: Изд. дом “Вильямс”, 2002. – 792 с.
18. Пакет К. Создание масштабируемых сетей CISCO / К. Пакет, Д. Тир// : [пер. с англ.] – М.: Изд. дом “Вильямс”, 2002. – 792 с.
19. Программа сетевой академии Cisco CCNA 1 и 2. Вспомогательное руководство. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1168 с.
20. Программа сетевой академии Cisco CCNA 3 и 4. Вспомогательное руководство. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1000 с.
21. Стеклов В. К. Проектування телекомунікаційних мереж / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. ; під ред. В. К. Стеклова – Київ : Техніка, 2002. – 792 с.
22. Стеклов В. К. Сучасні системи управління в телекомунікація / В. К. Стеклов, Б. Я. Костік, Л. Н. Беркман ; під ред. В. К. Стеклова – Київ : Техніка, 2005. – 395 с.
23. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [Для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 710с.

24. Технологии коммутации и маршрутизации современных сетей Ethernet.
 Базовый курс D-Link [Электронный ресурс] - Режим доступа:
<http://vk.smolapo.ru/sites/default/files/vl/84/umm/230115-230113/lect.pdf>
25. Учебное пособие: Коммутаторы локальных сетей D-Link. Москва, 2006 – 156 с.
26. Хилл Б. Полный справочник по CISCO / Хилл Б. //: [пер. с англ.] – М. : изд. дом “Вильямс”, 2004. – 1088 с.

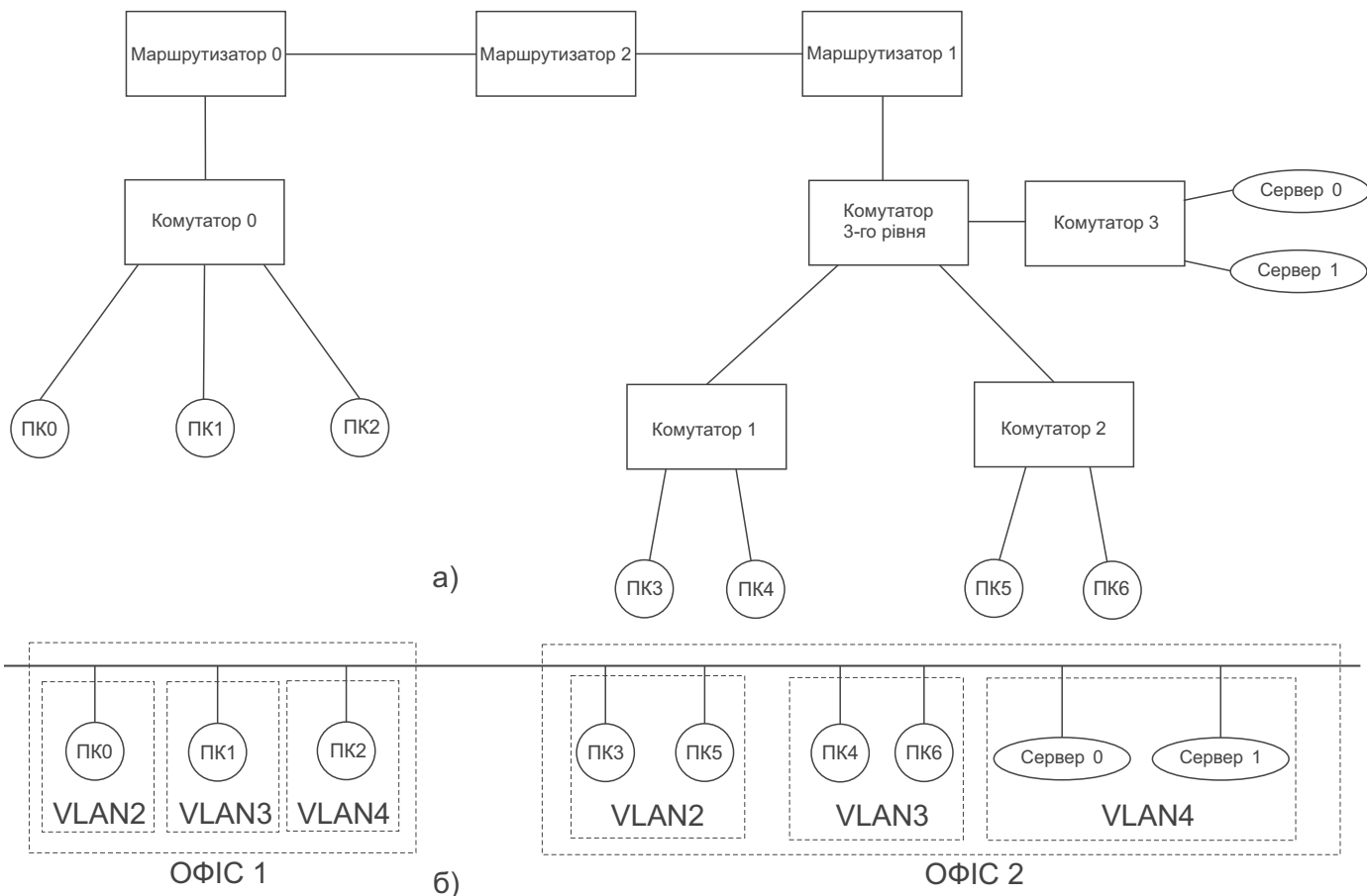


Рисунок 1 - Структурна схема побудованої телекомунікаційної мережі: а-фізична структура; б-логічна структура

Застосування технології VLAN для сегментації локальної мережі

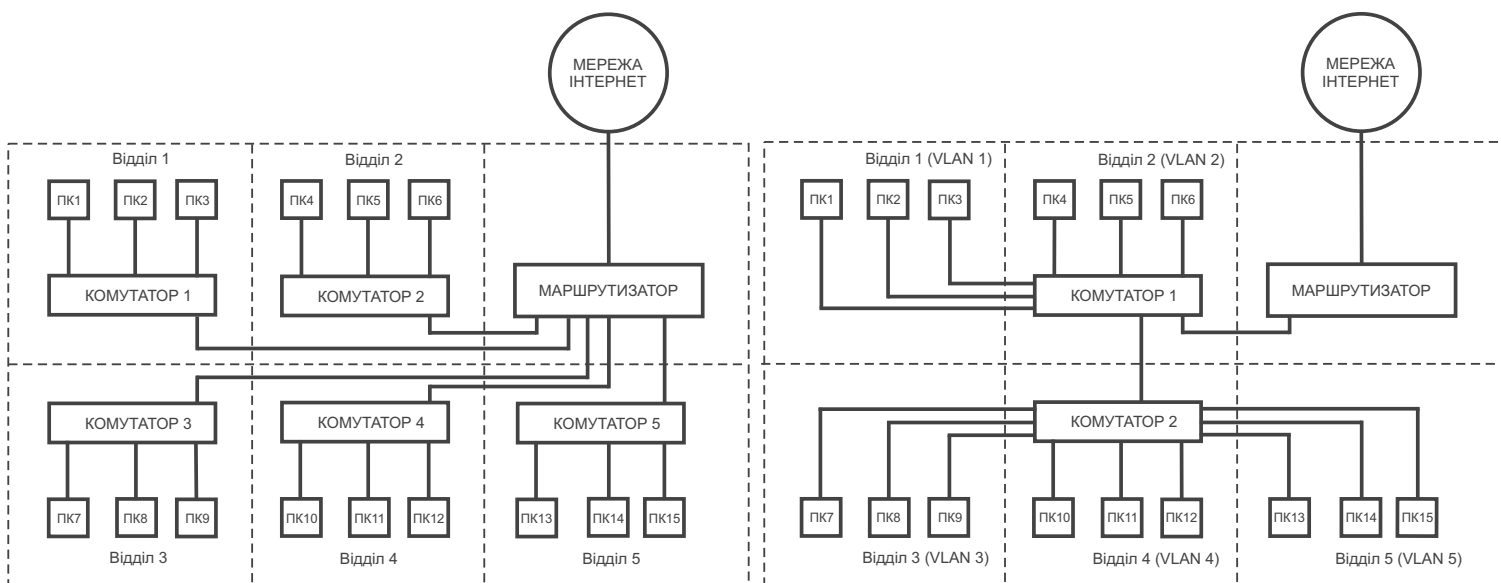
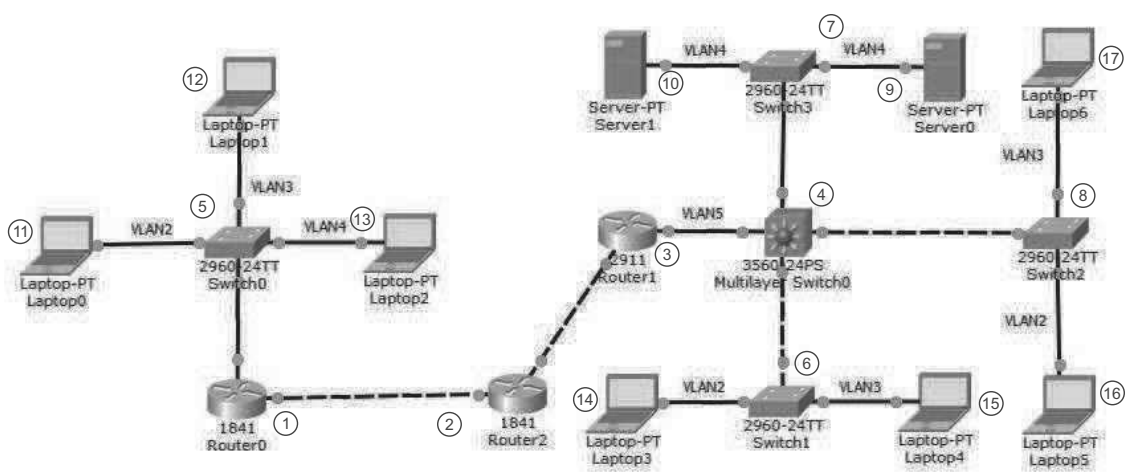


Рисунок 2.1 - Фізична будова локальної мережі

Рисунок 2.2 - Локальна мережа з поділом на VLAN

Телекомунікаційна мережа в середовищі Cisco Packet Tracer Student 6.2



- Перелік обладнання:
- 1 - Маршрутизатор Cisco 1841 (0)
 - 2 - Маршрутизатор Cisco 1841 (2)
 - 3 - Маршрутизатор Cisco 2911 (1)
 - 4 - Комутатор 3-го рівня Cisco 3560-24PS (0)
 - 5 - Комутатор Cisco 2960-24TT (0)
 - 6 - Комутатор Cisco 2960-24TT (1)
 - 7 - Комутатор Cisco 2960-24TT (3)
 - 8 - Комутатор Cisco 2960-24TT (2)
 - 9 - Сервер Cisco (0)
 - 10 - Сервер Cisco (1)
 - 11 - Ноутбук (0)
 - 12 - Ноутбук (1)
 - 13 - Ноутбук (2)
 - 14 - Ноутбук (3)
 - 15 - Ноутбук (4)
 - 16 - Ноутбук (5)
 - 17 - Ноутбук (6)

Рисунок 3 - Телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN

Тестування телекомунікаційної мережі за допомогою вбудованого модуля симуляції руху пакетів

Time(sec)	Last Device	All Device	Type	Info
0.000		Laptop4	ICMP	
0.001	Laptop4	Switch1	ICMP	
0.002	Switch1	Multilayer Switch0	ICMP	
0.003	Multilayer Switch0	Switch3	ICMP	
0.004	Switch3	Server0	ICMP	
0.005	Server0	Switch3	ICMP	
0.006	Switch3	Multilayer Switch0	ICMP	
0.007	Multilayer Switch0	Switch1	ICMP	
0.008	Switch1	Laptop4	ICMP	

Рисунок 4.1 - Рух ICMP пакету з Laptop4 до SERVER0

Рисунок 4.2 - PDU Information на Cisco 2960(1)

Рисунок 4.3 - PDU Information на Cisco 2960(3)



Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет

Дудар Юрій Михайлович

ЗАХИЩЕНА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ VLAN

2022

Загальні характеристики роботи

2

Мета роботи проектування захищеної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології віртуальних мереж з використанням маршрутизаторів та комутаторів другого і третього рівня.

Об'єктом дослідження є процес побудови логічної топології мережі із застосуванням технології VLAN, який не залежить від фізичної топології мережі.

Предметом дослідження є налаштування магістральних каналів проміжних вузлів мережі та маршрутизація пакетів між віртуальними локальними мережами.

Методи дослідження методи комп'ютерного моделювання та тестування локальних комп'ютерних мереж.

Проаналізувавши існуючі рішення, щодо побудови логічної структури телекомунікаційних мереж із застосуванням технології VLAN необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати сучасні телекомунікаційні мережі на базі маршрутизаторів та комутаторів, встановити переваги та причини побудови VLAN;
- проаналізувати основні типи, протоколи VLAN та розглянути приклади побудови віртуальних мереж;
- змодельювати телекомунікаційну мережу із застосуванням технології VLAN у додатку Cisco Packet Tracer 6.2, протестувати мережу за допомогою модуля симуляції руху пакетів між пристроями в мережі.

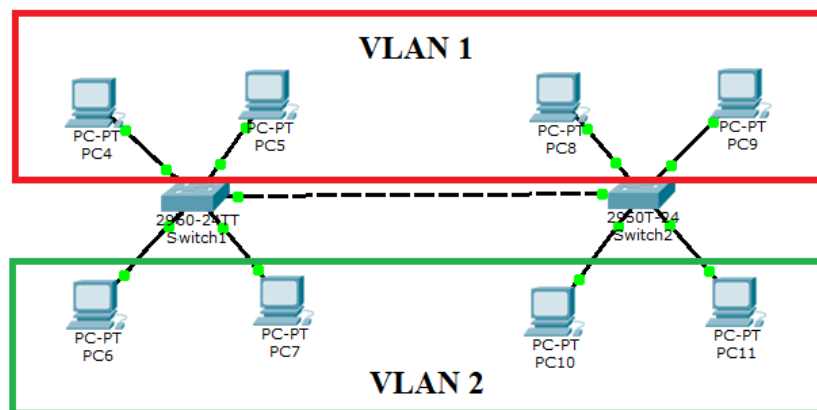
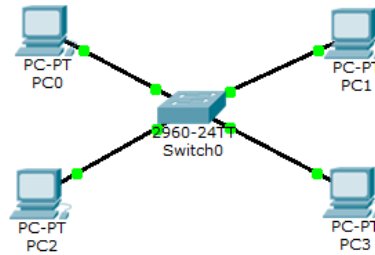


Рисунок 4 – Побудова віртуальної мережі за допомогою комутаторів

1. VLAN можна порівняти з комутатором всередині комутатора.
2. VLAN дозволяє об'єднати комп'ютери в одну мережу на каналному рівні навіть, якщо вони фізично під'єднанні до різних комутаторів.
3. VLAN дозволяє ізолювати весь трафік групи вузлів від основної мережі.
4. VLAN допомагає структурувати мережу – можна виділити в одну мережу групу комп'ютерів підключену до загального комутатора певного відділу фірми.

Схема з одним комутатором:

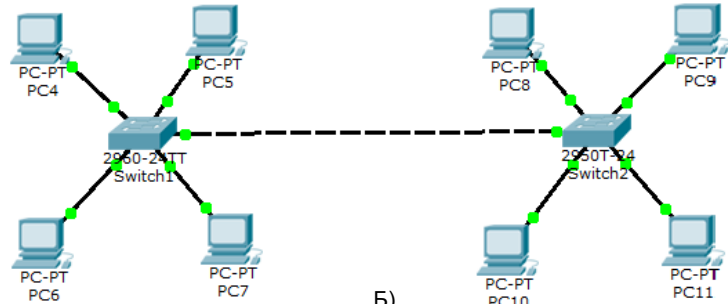
1. Створюємо VLAN
2. Визначаємо access порти



A)

Схема з двома комутаторами:

1. Створюємо VLAN
2. Визначаємо access порти
3. Визначаємо trunk порти



B)

Рисунок 5 – VLAN з одним та двома комутаторами

Результати моделювання

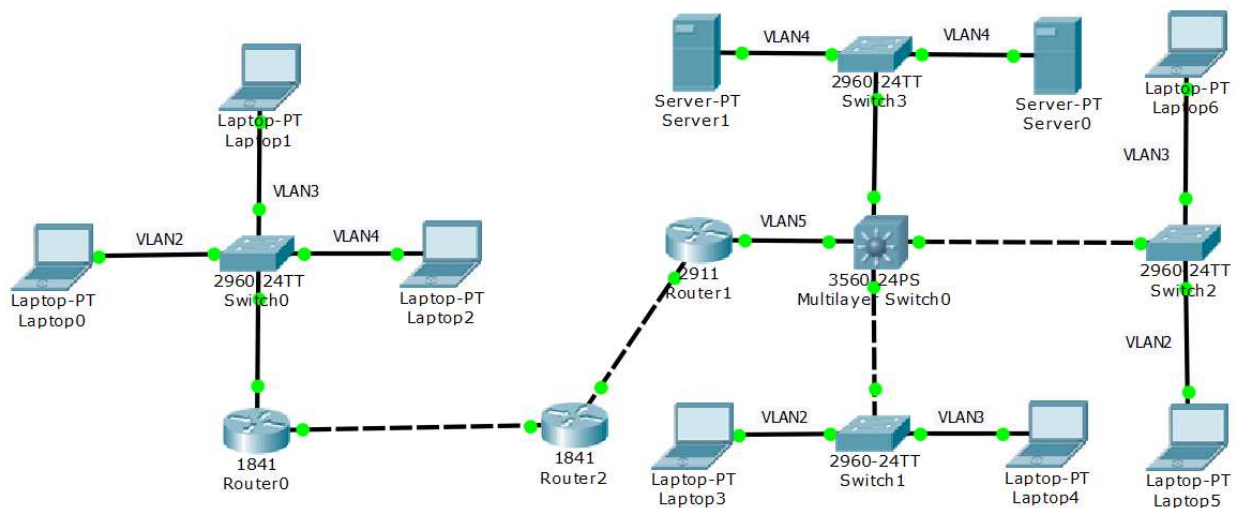


Рисунок 6 – Змодельована телекомунікаційна мережа з поділом на VLAN 1-5

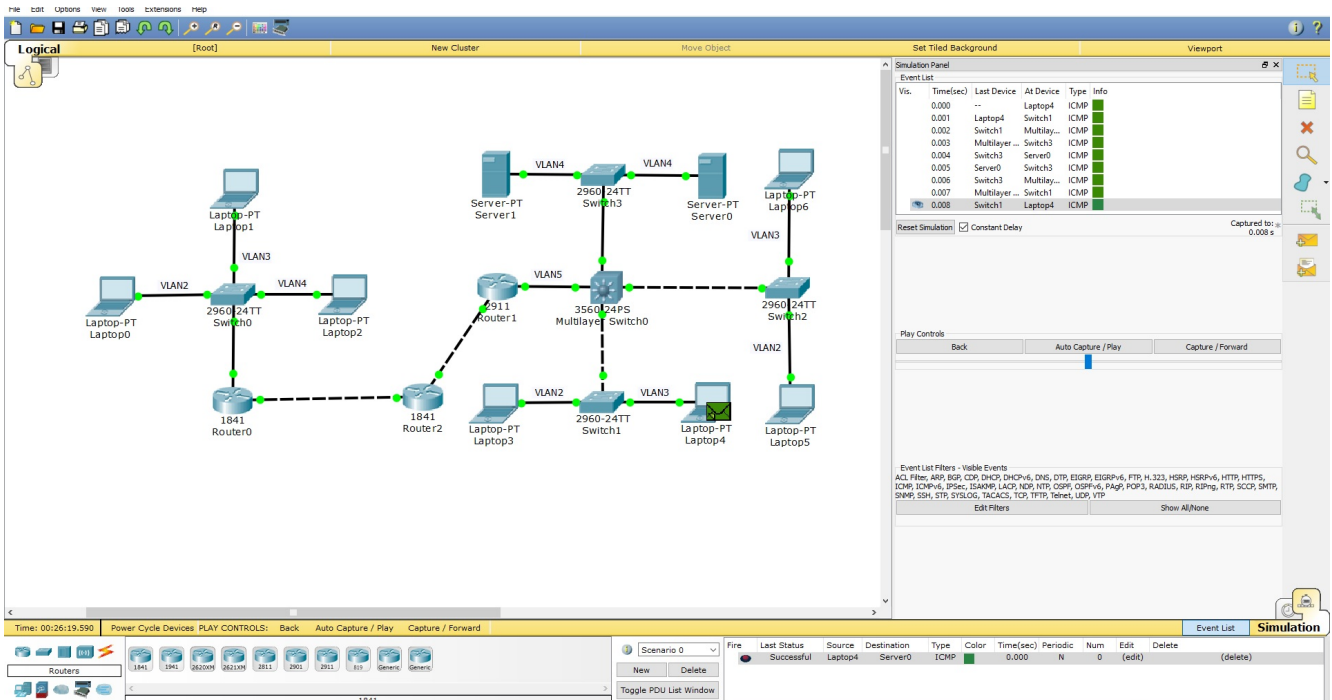


Рисунок 7 – Тестування мережі за допомогою вбудованого модуля симуляції руху пакетів

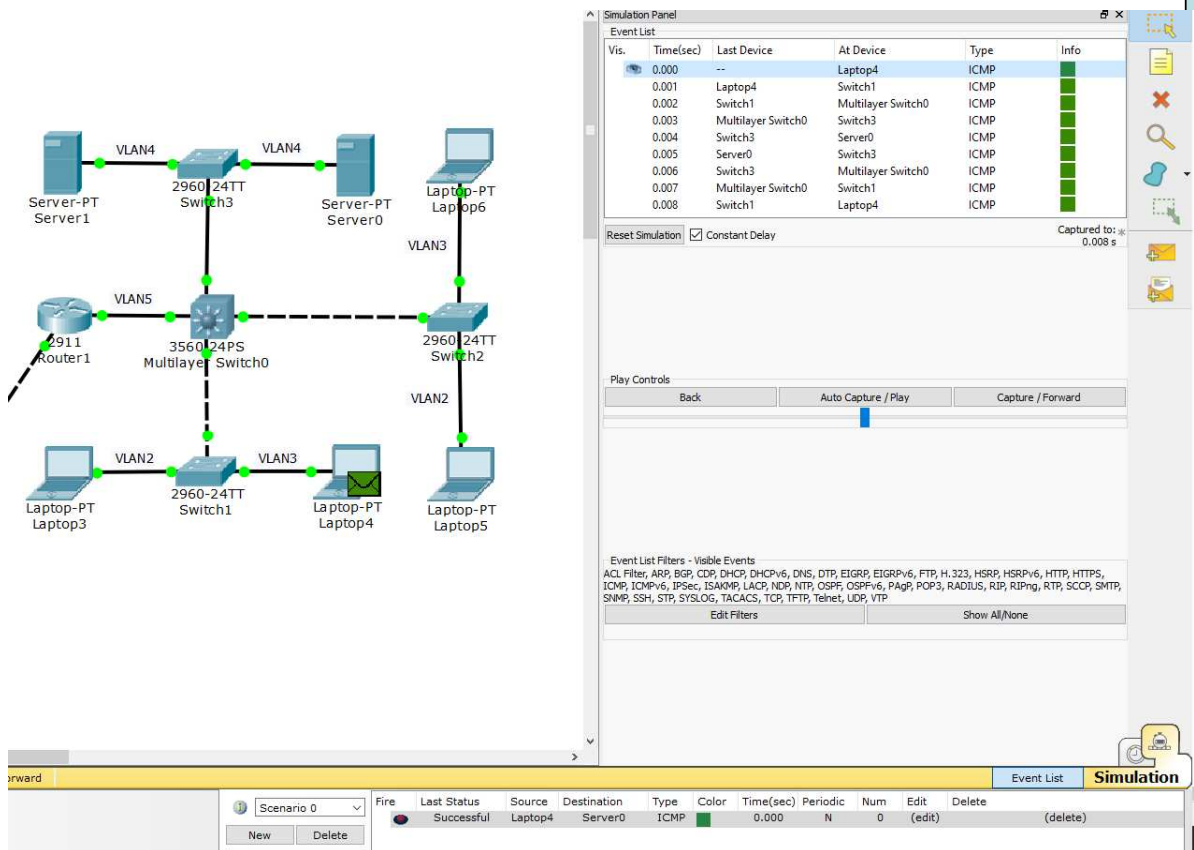


Рисунок 8 – Рух ICMP пакету з Laptop4 до SERVER0

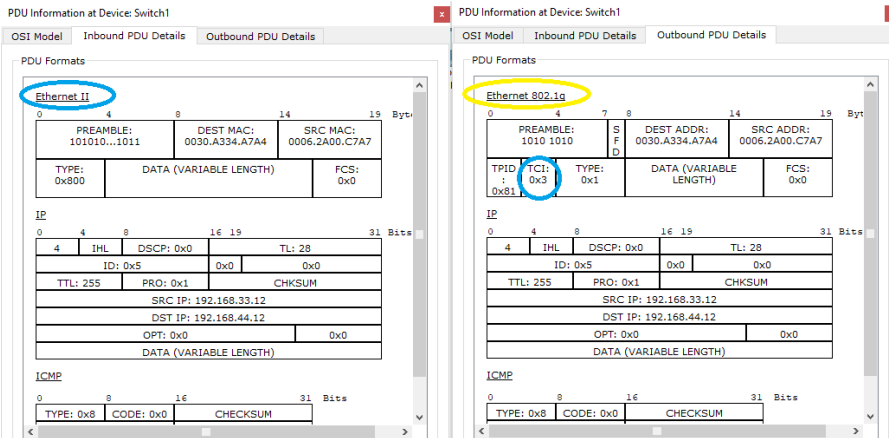


Рисунок 9.1 – Структура пакету на вихідному комутаторі на Cisco 2960(1)

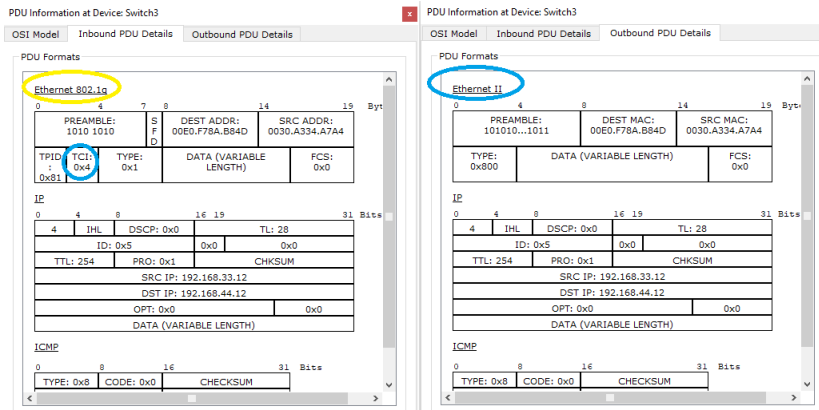


Рисунок 9.2 – Структура пакету на вхідному комутаторі Cisco 2960(3)

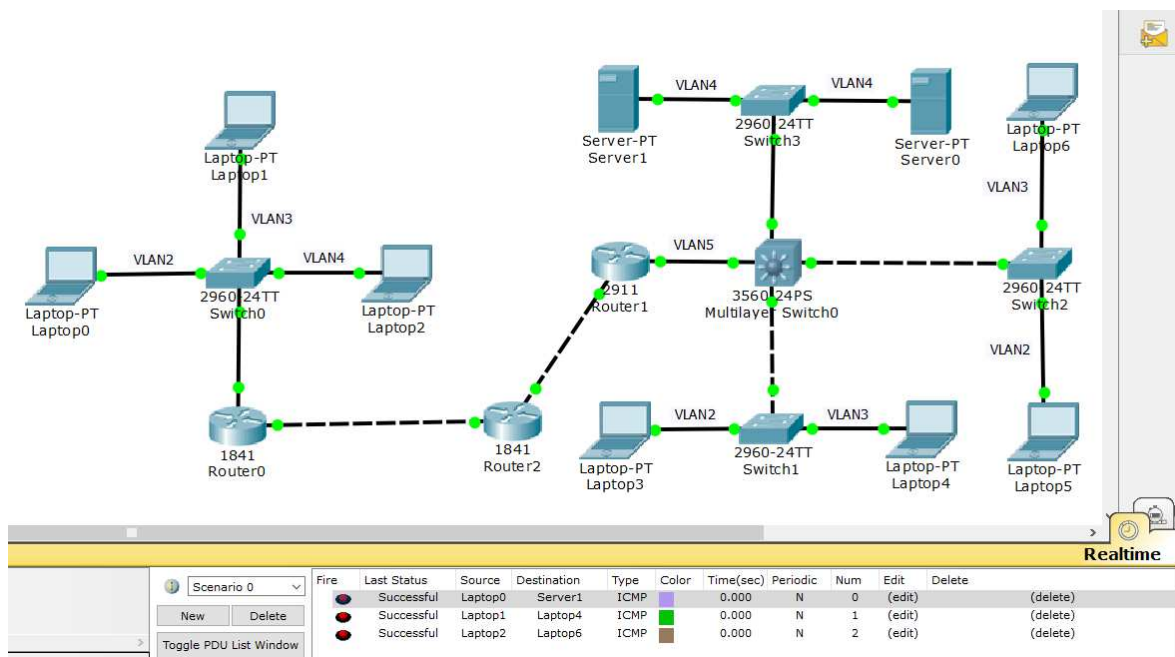


Рисунок 10 – Тестування мережі в режимі реального часу

Висновки

У результаті виконання кваліфікаційного проєкту вирішено завдання, яке полягало у проектуванні захищеної телекомунікаційної мережі з застосуванням технології VLAN. Застосування технології VLAN дозволило створити логічну структуру мережі не змінюючи її фізичну структуру. Застосування віртуальних локальних мереж дозволяє суттєво підвищити безпеку локальних мереж, дозволяє ізолювати весь трафік групи вузлів від основної мережі, допомагає структурувати мережу – можна виділити в одну мережу групу комп'ютерів підключену до загального комутатора певного відділу фірми.

Проаналізувавши існуючі рішення, щодо побудови логічної структури телекомунікаційних мереж із застосуванням технології VLAN ми виконати наступні завдання:

- проаналізували сучасні телекомунікаційні мережі, встановити переваги та причини побудови VLAN;
- проаналізували основні типи та протоколи VLAN, розглянути приклади побудови віртуальних мереж;
- змодельювали телекомунікаційну мережу фірми, яка має два філіали, які знаходяться у різних частинах міста у додатку Cisco Packet Tracer 6.2. Змодельовану мережу розділили на декілька віртуальних мереж. Протестували змодельовану мережу за допомогою модуля симуляції руху пакетів між пристроями в мережі. Переконались, що змодельована мережа сконфігурована та працює абсолютно вірно.

Завідувачу кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних технологій ХНУ
Підченку Сергію Костянтинівичу
здобувача вищої освіти, студента Дудар Юрій
Михайлович, факультету
інформаційних технологій, 3-го курсу,
група TP2c-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу мого кваліфікаційного проєкту виконаного за темою «Радіоприймальний пристрій з цифровою фільтрацією» для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

01.06.2022

дата


підпис

Имя пользователя:
Kafedra TMIT KhNU

ID проверки:
1011488315

Дата проверки:
07.06.2022 13:54:26 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet

Дата отчета:
07.06.2022 14:04:40 EEST

ID пользователя:
100005657

Название файла: Дудар_ТРС19-1

Количество страниц: 54 Количество слов: 7355 Количество символов: 57727 Размер файла: 1.46 MB ID файла: 1011365047

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

1.28%

Совпадения

Наибольшее совпадение: 0.42% с Интернет-источником (<http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/9519/1/%D0>).

1.28% Источники из Интернета 167 Страница 56

Поиск совпадений с Библиотекой не производился

0.45% Цитат

Цитаты 2 Страница 57

Не найдено ни одной ссылки

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 1

Подозрительное форматирование 17 страниц

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 14%

ID: 104687 Название: Защищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN Добавлено в БД: 2022-06-07 Авторы: Дудар Юрий Михайлович Руководители: Мішан Віктор Володимирович Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	44102	689	733 (2%)	11 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: **ЗАХИЩЕНА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ VLAN**

Автор: Дудар Юрій Михайлович

Спеціальність: **172 Телекомунікації та радіотехніка**

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: **к.т.н., доц. Мішан В.В.**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	<u>Відповідає</u>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 1,28% виявлені в роботі відповідають текст стандартних бланків. Решта запозичень є випадковими, або такими на які надає посилання на авторські матеріали і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.

Науковий керівник

В.В. Мішан

Зав.каф. ТМІТ

С.К. Підченко

Відгук
на кваліфікаційний проєкт Дудара Юрія Михайловича
“Захищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN”, за
спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

В кваліфікаційному проєкті студента Дудара Юрія Михайловича проведено моделювання телекомунікаційної мережі з використанням технології VLAN.

На сучасному етапі розвитку телекомунікаційного обладнання одним із найважливіших напрямів розробки – є розробка програмного та апаратного забезпечення для сегментації фізичної локальної мережі. До фізичної мережі застосовується логічна сегментація з використанням технології віртуальних мереж. Віртуальна мережа (VLAN) – це свого роду програмний комутатор в середині фізичного комутатора. Віртуальні мережі пов'язують комп'ютери між собою на другому рівні мережевої моделі. Комп'ютери при цьому можуть бути підключені до різних комутаторів. Віртуальні мережі дозволяють зробити таку структуру мережі, яка вам потрібна, без фізичного переміщення обладнання. І увесь трафік окремих груп та комп'ютерів буде відокремлений, що значно підвищує рівень безпеки передачі інформації.

Віртуальні мережі слугують основою побудови будь-якої захищеної мережі. В якій можна відділити сервери, адміністраторів, робочі групи, IP камери, звичайних користувачів. Логічну структуру такої мережі дуже зручно адмініструвати і обслуговувати.

Віртуальні мережі застосовують для підвищення безпеки, відокремивши таким чином трафік гостей від комп'ютерів-серверів. Для взаємодії користувачам різних віртуальних мереж потрібно піднятися на третій рівень мережевої моделі. Тобто для взаємодії між віртуальними мережами весь трафік має проходити або через маршрутизатор або L3-комутатор

Актуальність теми проєкту полягає у моделюванні сучасної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології VLAN, що дозволяє підвищити безпеку мережі, відокремити ширококомовний трафік по сегментах мережі та знизити її вартість. Так ширококомовний трафік, що передається в одному сегменті віртуальної мережі не буде потрапляти у інші сегменти.

У представленій бакалаврській роботі викладені результати, що пов'язані застосуванням віртуальних мереж при проектуванні телекомунікаційних мереж. Показано приклад застосування протоколу STP для вирішення проблем із появою комутаційних петель. Застосовано технологію VLAN, яка дозволила структурувати мережу.

В цілому дослідження віртуальних локальних мереж виконано на належному технічному рівні, має актуальність в області сучасних телекомунікацій, а студент Дудар Юрій Михайлович заслуговує оцінки «добре».

к.т.н., доц.

кафедри ТМІТ



В.В. МИШАН

РЕЦЕНЗІЯ
на кваліфікаційний проєкт Дудара Юрія Михайловича
“Захищена телекомунікаційна мережа із застосуванням VLAN”, за
спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Тема бакалаврської роботи є доволі актуальною. Сучасні тенденції розвитку телекомунікаційних мереж і систем передачі інформації передбачають надання різноманітних послуг, таких як: обмін даними між користувачами, передача аудіо-та відеоінформації по єдиній мультисервісній мережі зв'язку. Для цієї мети створюються мережі нового покоління Next Generation Network - NGN.

При проектуванні телекомунікаційних мереж все частіше використовують логічну сегментацію мережі за допомогою технології віртуальних мереж. Будь-який проєкт локальної мережі підприємства, в якому фізична мережа поділена на віртуальні мережі, має ряд суттєвих переваг. Віртуальні мережі дозволяють швидко налаштувати та поділити мережу на частини без фізичного переміщення обладнання. Заощадити кошти на додаткове мережеве обладнання, кабелі та адміністрування мережі.

Актуальність теми проєкту полягає у моделюванні сучасної телекомунікаційної мережі із застосуванням технології VLAN, що дозволяє підвищити безпеку мережі, відокремити ширококомовний трафік по сегментах мережі та знизити її вартість. Так ширококомовний трафік, що передається в одному сегменті віртуальної мережі не буде потрапляти у інші сегменти.

У представленій бакалаврській роботі викладені результати, що пов'язані застосуванням віртуальних мереж при проектуванні телекомунікаційних мереж. Показано приклад застосування протоколу STP для вирішення проблем із появою комутаційних петель. Застосовано технологію VLAN, яка дозволила структурувати мережу. Автором запропоновано використовувати комутатори третього рівня доступу тому, що зазвичай вони швидше і дешевше маршрутизаторів, тому їх використання в локальних мережах дуже привабливо.

До недоліків роботи слід віднести такі зауваження:

1. В роботі не має математичних моделей та розрахунків.
2. В роботі містяться помилки стилістичного характеру.

Незважаючи на зазначені вище зауваження та недоліки, робота Дудара Юрія Михайловича є закінченим дослідженням, яке за предметом досліджень, метою, вирішеним завданням, висновками відповідає вимогам до бакалаврських кваліфікаційних робіт за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Результати роботи мають практичну цінність для задач з побудови сучасних телекомунікаційних мереж з використанням поділу на віртуальні мережі.

Автор роботи, Дудар Юрій Михайлович, заслуговує на оцінку «добре».

к.т.н., доц. кафедри
фізики і електротехніки



І.В. ГУЛА