

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
Кафедра інформаційних технологій

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Проектування локальної мережі торгівельної компанії за
технологією VLAN

Виконав студент 4 курсу групи К-41
Напрямок 6.050101 комп'ютерні науки,
Воробйов Дмитро Олександрович

Керівник к.геогр.н., доцент
Кузніченко Світлана Дмитрівна

Консультант _____

Рецензент к.т.н., доцент
Гнатовська Ганна Арнольдівна

Одеса 2019

ЗМІСТ

Список скорочень та умовних позначень	6
Вступ.....	8
1 Види мереж: локальна, глобальна та міська мережа.....	10
1.1 Особливості локальної мережі	11
1.1.1 Опис однорангової локальної мережі	11
1.1.2 Локальна мережа на основі сервера.....	12
1.1.3 Технічна підтримка локальної мережі.....	12
1.1.3.1 Види топологій локальних мереж.....	15
1.1.4 Опис мережевого протоколу та пакетного протоколу.....	18
1.2 Розвиток глобальної комп'ютерної мережі Інтернет.....	20
1.2.1 Виконання адресація в Internet	21
1.2.1.1 Характеристика IP-адрес.....	21
1.2.1.2 Характеристика DNS-адрес	22
1.3 Опис міської мережі	22
2 Розгляд програмного забезпечення CISCO та характеристика технології VLAN.....	24
2.1 Опис програмного забезпечення CISCO Packet Tracer	24
2.2 Опис технології VLAN	25
2.2.1 Способи поділу на VLAN	30
3 Проектування локальної мережі торгівельної компанії	32
3.1 Розподіл підмереж робочих станцій SH єдиної мережі передачі даних	36
3.2 Побудова графа єдиної мережі передачі даних	37
3.3 Перелік технічних засобів.....	38

	5
3.4 План IP-адресації підмереж робочих станцій SH.....	39
3.5 План IP-адресації підмереж маршрутизаторів SR.....	43
3.6 Побудова таблиць маршрутизації єдиної мережі передачі даних	45
3.7 Результати моделювання мережі в середовищі Cisco Packet Tracer та налаштування VLAN	46
Висновки	49
Перелік джерел посилання	51
Додаток А Таблиця 1 – Адресація під мереж робочих станцій SH	53
Додаток Б Таблиця 2 – Адресація підмереж робочих станцій S _R	55
Додаток В Таблиця 3 – Інформація про маршрути вузлів в підмережах	57
Додаток Г Таблиця 4 – Адресація бездротового сегмента мережі	58

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Біт	– мінімальна одиниця кількості інформації, яка дорівнює одному двійковому розряду, який може бути рівним одному з двох значень/станів (0 або 1), застосовуваних для представлення даних у двійковій системі числення.
Біт/сек	– базова одиниця вимірювання швидкості передачі інформації в обчислювальній техніці і телекомунікаціях, що окреслює кількість інформації (у бітах), що передається за певний проміжок часу (за секунду).
ЕОМ	– Електронна обчислювальна машина.
Кілобіт	– одиниця вимірювання двійкової інформації при передачі цифрових даних або збереженні ($1 \text{ кілобіт} = 10^3 \text{ біт} = 1000 \text{ біт}$).
ЛОМ	– Локально обчислювальна мережа.
Мбіт	– кількість інформації ($\text{Мегабіт} = 10 \cdot 10^5 \text{ біт} = 1\,000\,000 \text{ біт}$).
asw	– Access switch.
BUM	– невідомий одноадресний та багатоадресний трафік.
DNS	– Domain Name Service, служба доменних імен.
dsw	– Distribution switch.
Ethernet	– базова технологія локальних комп'ютерних мереж з комутацією пакетів, що використовує протокол CSMA/CD (множинний доступ з контролем несучої та виявленням колізій).
gw	– GateWay.
IP	– Internet Protocol, Інтернет-протокол міжмережевого обміну даних)
LAN	– Local Area Network, локальні мережі.

MAC	– Media Access Control, керування доступом до середовища передачі.
MAN	– Metropolitan Area Network, глобальні мережі.
PoE	– Power over Ethernet, технологія передачі електроенергії та даних за допомогою «звитої пари».
QoS	– Quality of service, якість обслуговування.
SMTP	– Simple Mail Transport Protocol.
STP	– Spanning Tree Protocol.
TCP	– Transmission Control Protocol, протокол управління
URL	– Uniform Resource Locator, уніфікований визначник ресурсів.
VLAN	– Virtual Local Area Network, віртуальна локальна мережа.
WAN	– Wide Area Network, міські мережі. передачею.

ВСТУП

Сьогодні все більше компаній різних розмірів і цілей зосереджуються на IT-інфраструктурі та ресурсах для підвищення якості обслуговування та розширення сфери своєї діяльності. Це стосується не лише тих, хто надає послуги центрів обробки даних або мереж – багато фірм піклуються про те, як вони керують внутрішнім потоком документів, безпекою даних та енергоефективністю.

Метою даної роботи є вдосконалення існуючої корпоративної мережі передачі даних торгівельної компанії, що займається продажом електрообладнання, за рахунок впровадження нового програмного та апаратного забезпечення, що базуються на сучасних телекомунікаційних технологіях. Після деяких серйозних проблем з безпекою і втрат документів компанія вирішила вдосконалити власну IT-інфраструктуру і покращити безпеку – як внутрішню, так і зовнішню – шляхом впровадження сучасних технологій, зокрема технології VLAN, для запобігання вищезазначених проблем майбутньому.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- розглянути види мереж (локальна, глобальна та міська);
- підготувати основну документації: схеми мережі на фізичному, каналному і мережевому рівнях, план IP-адресації, список пристроїв;
- здійснити дослідження існуючої мережі підприємства та виявити потенційні проблеми;
- здійснити планування заходів щодо покращення існуючої корпоративної мережі підприємства за рахунок використання технології VLAN;
- виконати моделювання мережі у емуляторі Cisco Packet Tracer.

Після реалізації запропонованого проекту, підвищиться продуктивність праці, скоротиться час на отримання і обробку інформації, буде можливість виконувати точний і повний аналіз даних, забезпечувати отримання будь-

яких форм звітів за підсумками роботи. Як наслідок, утворюються додаткові тимчасові ресурси для розробки і реалізації нових проектів.

На сьогоднішній день існують різні способи зв'язку окремих комп'ютерів у мережу. Діапазон апаратних і програмних засобів, для управління ними – великий. Іноді це може призвести до деяких ускладнень при виборі типу мережі та її програмного забезпечення. Неправильний вибір в подальшому може призвести до неможливості функціонування програм у разі збільшення кількості комп'ютерів у мережі або зростання вимог до швидкості і обсягів інформації, що передається.

Потрібно обов'язково розуміти принципи побудови локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) і правильно вибрати програмні та апаратні засоби для управління мережею. Комп'ютерна мережа (Computer Network) – це безліч комп'ютерів, з'єднаних лініями зв'язку і працюють під управлінням спеціального програмного забезпечення.

Структура бакалаврської кваліфікаційної роботи складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань на 16 найменувань, додатків. Повний обсяг роботи становить 59 сторінки, містить 16 рисунків і 4 таблиці.

1 ВИДИ МЕРЕЖ: ЛОКАЛЬНА, ГЛОБАЛЬНА ТА МІСЬКА МЕРЕЖА

На сьогоднішній день існує 3 види мереж локальна, глобальна та міська мережа [1]¹⁾.

До локальних мереж (Local Area Network, LAN) зазвичай відносять мережі, комп'ютери яких зосереджені на відносно невеликих територіях (як правило, в радіусі до 1-2 км). Класичним прикладом локальних мереж є мережа одного підприємства, розташованого в одному або декількох стоять поруч будівлях. Невеликий розмір локальних мереж дозволяє використовувати для їх побудови досить дорогі і високоякісні технології, що забезпечує високу швидкість обміну інформацією між комп'ютерами.

Глобальні мережі (Wide Area Network, WAN) – це мережі, призначені для об'єднання окремих комп'ютерів і локальних мереж, розташованих на значній відстані (сотні і тисячі кілометрів) один від одного. Оскільки організація спеціалізованих високоякісних каналів зв'язку великої протяжності є досить дорогою, то в глобальних мережах нерідко використовуються вже існуючі і спочатку не призначені для побудови комп'ютерних мереж лінії (наприклад, телефонні або телеграфні). У зв'язку з цим швидкість передачі даних в таких мережах істотно нижче, ніж в локальних.

Не так давно до двох вище зазначених типів мереж додалися ще – так звані міські мережі (Metropolitan Area Network, MAN). Такі мережі призначені для забезпечення взаємодії комп'ютерів і / (або) локальних мереж, розосереджених на території великого міста (як правило, в радіусі до 100 км), а також для підключення локальних мереж до глобальних.

Для побудови таких мереж використовуються досить якісні цифрові лінії зв'язку, що дозволяють здійснювати взаємодію на відносно високих у порівнянні з глобальними мережами швидкостях.

¹⁾ [1] Комп'ютерні мережі. URL: https://stud.com.ua/53328/informatika/kompyuterni_merezhi (дата звернення 18.04.2019).

1.1 Особливості локальної мережі

Локальна мережа об'єднує комп'ютери, встановлені в одному приміщенні (наприклад, комп'ютерний клас, що складається з 8-12 комп'ютерів) або в одній будівлі (кілька десятків комп'ютерів, встановлених в різних кабінетах деякого установи).

Локальна мережа – комунікаційна система, що складається з декількох комп'ютерів, з'єднаних між собою за допомогою кабелів (телефонних ліній, радіоканалів), що дозволяє користувачам спільно використовувати ресурси комп'ютера: програми, файли, папки, а також периферійні пристрої: принтери, диски, модеми [2]¹⁾. Види локальних мереж:

- однорангова локальна мережа;
- локальна мережа на основі сервера.
- технічна підтримка локальної мережі;
- мережевий протокол та пакетний протокол.

1.1.1 Опис однорангової локальної мережі

У невеликих локальних мережах всі комп'ютери зазвичай рівноправні, тобто користувачі самостійно вирішують, які ресурси свого комп'ютера зробити загальнодоступними. Такі мережі називають одноранговими.

Однорангова локальна мережа – це мережа, яка підтримує рівноправність комп'ютерів і надає користувачам самостійно вирішувати, які певні ресурси свого комп'ютера, такі як: папки, файли, програми зробити загальнодоступними.

¹⁾ [2] Доступ до загальних ресурсів комп'ютера MS Windows (протокол SAMBA). Як організувати доступ до ресурсів свого комп'ютера в локальній мережі. URL: <https://bumotors.ru/uk/dostup-k-obshchim-resursam-kompyutera-ms-windows-protokol-samba-kak-organizovat.html> (дата звернення 20.04.2019).

1.1.2 Локальна мережа на основі сервера

Якщо до локальної мережі підключено більше 10 комп'ютерів, однорангова мережа може виявитися недостатньо продуктивною [2]¹⁾.

Для збільшення продуктивності, а також з метою забезпечення більшої надійності при зберіганні інформації в мережі, деякі комп'ютери спеціально виділяються для зберігання файлів або програм-додатків. Такі комп'ютери називаються серверами, а локальна мережа – мережею на основі серверів.

Сервер – спеціальний керуючий комп'ютер, призначений для:

- зберігання даних для всієї мережі;
- підключення периферійних пристроїв;
- централізованого управління всією мережею;
- визначення маршрутів передачі повідомлень.

1.1.3 Технічна підтримка локальної мережі

Кожен комп'ютер, підключений до локальної мережі, повинен мати [3]²⁾:

- а) Мережевий адаптер – це спеціальна плата, призначена для передачі і прийому інформації з мережі. З'єднання комп'ютерів (мережевих адаптерів) між собою проводиться за допомогою кабелів різних типів (коаксіальний, вита пара, оптоволоконний);
- б) Кабель (основний канал зв'язку) – це фізичне середовище передачі інформації. Основна характеристика каналу зв'язку – пропускна здатність, тобто максимальна швидкість передачі інформації (вимі-

¹⁾ [2] Доступ до загальних ресурсів комп'ютера MS Windows (протокол SAMBA). Як організувати доступ до ресурсів свого комп'ютера в локальній мережі. URL: <https://bumotors.ru/uk/dostup-k-obshchim-resursam-kompyutera-ms-windows-protokol-samba-kak-organizovat.html> (дата звернення 20.04.2019).

²⁾ [3] Кузніченко С.Д. «Комп'ютерні мережі» Конспект лекцій. Одеса: Вид-во «Екологія», 2007. 123 с.

рюється в біт/сек, кілобіт/сек та мегабіт/сек). У локальних мережах використовуються наступні види каналів зв'язку:

- 1) Витя пара – це провідний канал зв'язку, що містить пару скручених провідників, має малу пропускну здатність – менше 1 Мбіт/сек. Скручування дозволяє підвищити стійкість кабелю і знизити вплив кожної пари на все решта (див. рис. 1);



Рисунок 1 – Кабель «вита пара»

- 2) Коаксіальний кабель – складається з центрального провідника (суцільного або багатожильного), покритого шаром полімерного ізолятора, поверх якого розташований інший провідник (екран). Екран являє собою обплетення з мідного дроту навколо ізолятора або обгорнуту навколо ізолятора фольгу (рис. 2);



Рисунок 2 – Коаксіальний кабель

- 3) Витя пара категорій 5, 5е, 6, 6е, 7 провідний канал зв'язку, що містить пару скручених провідників, має гарну пропускну здатність – від 100 Мбіт/сек і вище;
- 4) Оптичне волоконне кабелю – складається з тонкого скляного циліндра, покритого оболонкою з іншим коефіцієнтом заломлення. Типова швидкість від 10 Гбіт/сек і вище, рис. 3 [3]¹⁾;



Рисунок 3 – Оптичне волоконне кабелю

- в) Хаб (комутатор, концентратор) – спеціальний пристрій, що передає сигнали від одних підключених до нього комп'ютерів до інших. Кожен хаб має від 8 до 30 роз'ємів (портів) для підключення або комп'ютера, або іншого хаба. До кожного порту підключається тільки один пристрій. Хаби є серцем системи і багато в чому визначають її функціональність і можливості.

Потрібно зазначити, що існують і бездротові локальні мережі. У них інформація між ПК передається за допомогою інфрачервоних променів.

Недолік: наявність перешкод, створюваних іншими джерелами тієї ж частоти, а також складність захисту даних від несанкціонованого доступу, оскільки передані повідомлення в такому випадку може сприймати будь-який приймач, налаштований на ту ж частоту.

¹⁾ [3] Кузнiченко С.Д. «Комп'ютерні мережі» Конспект лекцій. Одеса: Вид-во «Екологія», 2007. 123 с.

1.1.3.1 Види топологій локальних мереж

На сайті [4]¹⁾, надане наступне визначення, топологія (структура) локальної мережі – конфігурація мережі, порядок з'єднання комп'ютерів в мережі і зовнішній вигляд мережі. За допомогою кабелю в локальній мережі кожен комп'ютер з'єднується з іншими комп'ютерами.

Структуру локальної мережі можна описати за допомогою мережевої інформаційної моделі.

Шинна (лінійна шина) топологія – варіант з'єднання комп'ютерів між собою, коли кабель проходить від одного комп'ютера до іншого, послідовно з'єднуючи комп'ютери між собою. Якщо конкретніше, при складанні використовується один провідний кабель, від нього вже відходять дроти до призначених для користувача комп'ютерів. Основний шнур безпосередньо підключений до сервера, який зберігає інформацію. У ньому ж відбувається відбір і фільтрація даних, надання або обмеження доступів (рис. 4).

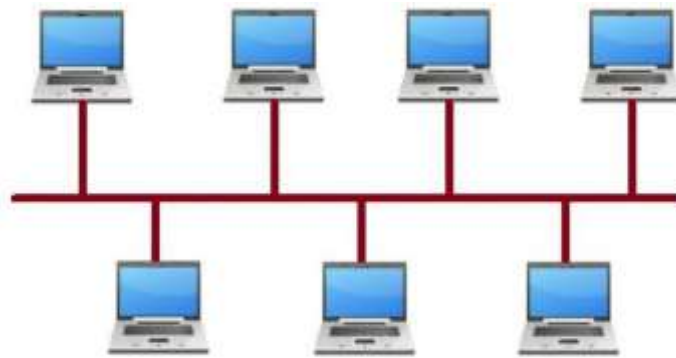


Рисунок 4 – Шинна структура з'єднання

До переваг шинної структури можна віднести:

- проектування локальної мережі організації досить просте;

¹⁾ [4] Проектирование и расчет локальных вычислительных сетей. URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-i-raschet-lokalnyh--vychislitelnyh-setey> (дата звернення 29.04.2019).

- відключення або проблеми з одним елементом не порушують дії іншої сітки;
- відносно низька вартість монтажу та витратних матеріалів.

Недоліками цієї топології є:

- збій або пошкодження кабелю (що несе інформацію) припиняє роботу всієї системи;
- невелику ділянку може бути підключена за допомогою такої топології;
- швидкодія може від цього страждати, тим більше якщо зв'язок проходить між пристроями, більше ніж 10.

Топологія «Зірка» – до кожної робочої станції підходить окремий кабель з одного вузла – сервера [4]¹⁾. Сервер забезпечує централізоване управління всією мережею, визначає маршрути передачі повідомлень, підключає периферійні пристрої, є сховищем даних для всієї мережі. Потрібно зауважити, це паралельне включення пристроїв в мережу до загального джерела - сервера. Як центр найчастіше застосовується хаб або концентратор.

Всі дані передаються через нього. Таким способом може здійснюватися робота не тільки комп'ютерів, але і принтерів, факсів та іншого обладнання. На сучасних підприємствах це самий частотний застосовуваний метод організації діяльності (див. рис. 5).

Перевагами топології «Зірка» є:

- легко здійснити підключення ще одного місця;
- продуктивність не залежить від швидкодії окремих елементів, тому залишається на стабільному високому рівні;
- просто знайти поломку.

¹⁾ [4] Проектирование и расчет локальных вычислительных сетей. URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-i-raschet-lokalnyh--vychislitelnyh-setey> (дата звернення 29.04.2019).

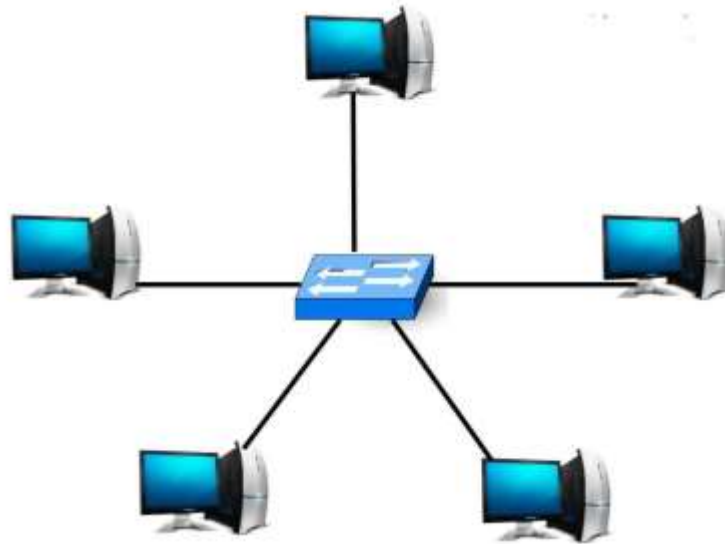


Рисунок 5 – Структура з'єднання «Зірка»

До недоліків цієї ж топології можна віднести:

- несправність центрального приладу припиняє діяльність всіх користувачів;
- кількість підключень обумовлено числом портів серверного пристрою.

Кільцева топологія – всі комп'ютери пов'язані в кільце, і функції сервера розподілені між усіма машинами мережі. Всі призначені для користувача комп'ютери з'єднані послідовно – від одного приладу до іншого. Так часто роблять в разі тимчасових ЛОМ (ЛВС). В цілому ця технологія застосовується все рідше, рис. 6 [4]¹⁾.

Перевагами кільцевої топології є:

- передавати інформацію можуть відразу кілька користувачів;
- немає витрат на концентратор, маршрутизатор та інше мережеве обладнання.

¹⁾ [4] Проектирование и расчет локальных вычислительных сетей. URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-i-raschet-lokalnyh--vychislitelnyh-setey> (дата звернення 29.04.2019).

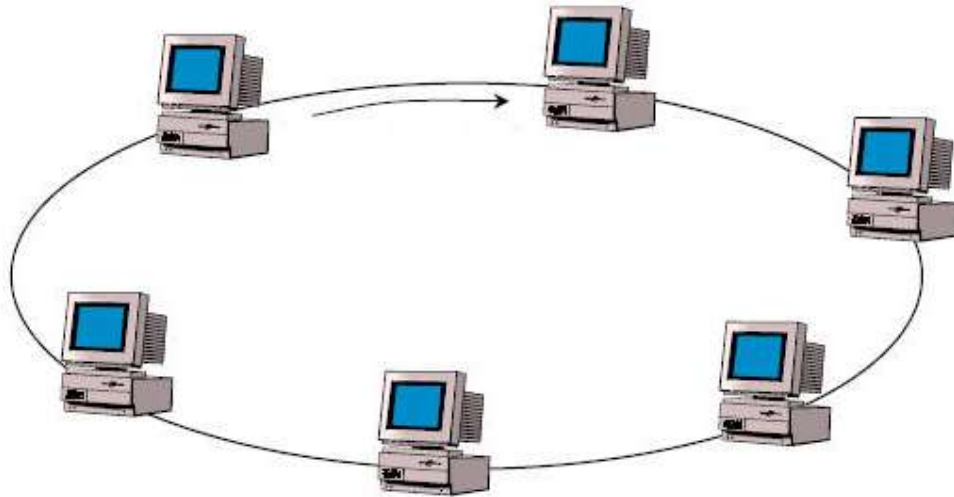


Рисунок 6 – Кільцева структура з'єднання

Недоліками кільцевої структури з'єднання [4]¹⁾:

- налаштовувати таку систему досить складно;
- швидкість передачі в усій сітці залежить від потужності самого повільного процесора;
- при підключенні додаткового робочого місця необхідно переривати загальну діяльність;
- при неполадках в кабелі або при відсутності підключення будь-якого елемента припиняється спільна робота.

1.1.4 Опис мережевого протоколу та пакетного протоколу

Роботою комп'ютерів в локальній мережі управляють програми. Для того щоб всі комп'ютери могли розуміти один одного, відправляти один одному запити і отримувати відповіді, вони повинні спілкуватися однією мовою. Така мова спілкування комп'ютерів називається мережевим протоколом.

¹⁾ [4] Проектирование и расчет локальных вычислительных сетей. URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-i-raschet-lokalnyh--vychislitelnyh-setey> (дата звернення 29.04.2019).

Останнім часом широке застосування знайшли так звані пакетні протоколи [5]¹⁾. При використанні протоколів цього типу дані, якими обмінюються комп'ютери, ріжуться на невеликі блоки. Кожен блок як би вкладається в «конверт» (інкапсулюється), в результаті чого утворюється пакет. Пакет містить як самі дані, так і службову інформацію: від кого відправлений, кому призначений, який пакет повинен слідувати за ним і інше. Пакетний протокол забезпечує циркуляцію пакетів в мережі, а також отримання їх адресатом і складання. Кожна робоча станція періодично підключається до мережі (по перериваннях) і перевіряє проходять пакети. Ті, що адресовані їй, вона забирає, а інші пересилає далі.

Розглянемо простий приклад пакетного зв'язку. Припустимо, ми написали лист другу на трьох аркушах, потім вклали їх в три конверти, поставили на них цифри 1, 2, 3 і опустили в три різних поштових ящика. Кожен листок піде до адресата своїм шляхом. Можливо, що третій листок прийде раніше першого, але це не завадить зібрати їх в правильному порядку і прочитати. У будь-листуванні особливу роль відіграє конверт – необхідний елемент протоколу, встановленого поштовою службою. На конверті написано, куди треба доставити лист (адреса і поштовий індекс одержувача), і вказано, куди треба повернути конверт в разі, якщо лист не був доставлений (зворотну адресу). В тому разі, коли конверт підписаний неправильно або на ньому немає марки, що свідчить про те, що послуга оплачена, то протокол не дотримано і лист до адресата може не дійти.

Таким чином, функціонування будь-якої локальної мережі засноване на наступних принципах:

- кожна з машин, включених в мережу, має свій власний номер (ідентифікатор);
- інформація від кожної машини надходить в мережу у вигляді окремих порцій (пакетів);

¹⁾ [5] Сетевой протокол. пакетный поток. URL: <http://cntruo.ru/setevoj-protokol-paketnyj-potok/> (дата звернення 01.05.2019).

- пакет забезпечується інформацією про те, для якої машини він призначений;
- пакет вільно переміщається по мережі, причому ця його частина інформації порівнюється з ідентифікатором кожної ЕОМ і в разі збігу повідомлення віддається відповідній машині.

1.2 Розвиток глобальної комп'ютерної мережі Інтернет

У 1969 році в США була створена комп'ютерна мережа ARPAnet, об'єднуюча комп'ютерні центри міністерства оборони і ряду академічних організацій. Ця мережа була призначена для вузької мети: головним чином для вивчення того, як підтримувати зв'язок у разі ядерного нападу і для допомоги дослідникам в обміні інформацією. У міру зростання цієї мережі створювалися і розвивалися багато інших мереж [6]¹⁾.

Ще до настання ери персональних комп'ютерів творці ARPAnet приступили до розробки програми Interneting Project ("Проект об'єднання мереж"). Успіх цього проекту привів до наступних результатів. По-перше, була створена найбільша в США мережа internet (з малої літери і). По-друге, були випробувані різні варіанти взаємодії цієї мережі з поряд інших мереж США. Це створило передумови для успішної інтеграції багатьох мереж в єдину світову мережу. Таку "мережу мереж" тепер усюди називають Internet (у вітчизняних публікаціях широко застосовується і українськомовне написання – Інтернет).

В даний час на десятках мільйонів комп'ютерів, підключених до Internet, зберігається величезний обсяг інформації (сотні мільйонів файлів, документів і т.д.). І сотні мільйонів людей користуються інформаційними послугами глобальної мережі.

¹⁾ [6] Послуги комп'ютерних мереж. URL: <http://compi.com.ua/kompyuterni-merej.html?page=3> (дата звернення 03.05.2019).

Internet – це глобальна комп'ютерна мережа, яка об'єднує багато локальних, регіональних і корпоративних мереж і що включає в себе десятки мільйонів комп'ютерів.

У кожній локальній або корпоративній мережі зазвичай є, принаймні, один комп'ютер, який має постійне підключення до Internet за допомогою лінії зв'язку з високою пропускнуою спроможністю (сервер Internet) [6]¹⁾.

Надійність функціонування глобальної мережі забезпечується надмірністю ліній зв'язку: як правило, сервери мають більше двох ліній зв'язку, що з'єднують їх з Internet. Основу, «каркас» Internet складають більше ста мільйонів серверів, постійно підключених до мережі. До серверів Internet можуть підключатися за допомогою локальних мереж або комутованих телефонних ліній сотні мільйонів користувачів мережі.

1.2.1 Виконання адресація в Internet

Для того, щоб зв'язатися з деяким комп'ютером в мережі Internet, Вам потрібно знати його унікальну Internet – адресу.

Існують два рівноцінні формати адрес [7]²⁾, які розрізняються лише за своєю формою: IP-адреса і DNS-адреса .

1.2.1.1 Характеристика IP-адрес

IP-адреса складається з чотирьох блоків цифр, між якими ставлять крапку. Він може мати такий вигляд: 84.42.63.1

Кожен блок може містити число від 0 до 255. Завдяки такій організації можна отримати понад чотири мільярди можливих адрес. Але так як деякі адреси зарезервовані для спеціальних цілей, а блоки конфігуруються залежно

¹⁾ [6] Послуги комп'ютерних мереж. URL: <http://compi.com.ua/kompyuterni-merej.html?page=3> (дата звернення 03.05.2019).

²⁾ [7] Информатика. URL: http://inform9.narod.ru/bilet_19.htm (дата звернення 10.05.2019).

від типу мережі, то фактична кількість можливих адрес трохи менше. І тим не менш, його більш ніж достатньо для майбутнього розширення Internet [7]¹⁾.

З поняттям IP-адреси тісно пов'язане поняття "хост". Під хостом розуміється будь-який пристрій, що використовує протокол TCP/IP для спілкування з іншим обладнанням. Це може бути не тільки комп'ютер, але і маршрутизатор, концентратор і т.п. Всі ці пристрої, підключені до мережі, зобов'язані мати свою унікальну IP-адресу.

1.2.1.2 Характеристика DNS-адрес

IP-адреса має числовий вигляд, так як його використовують в своїй роботі комп'ютери. Але він дуже складний для запам'ятовування, тому була розроблена доменна система імен: DNS. DNS-адреса включає зручніші для користувача буквені скорочення, які також розділяються крапками на окремі інформаційні блоки (домени). наприклад: `www.klyaksa.net`

Якщо Ви вводите DNS-адресу, то вона спочатку прямує в так званий сервер імен, який перетворює його в 32-бітну IP-адресу для машинного зчитування.

1.3 Опис міської мережі

Міська мережа (або мережі мегаполісів) – Metropolitan Area Network (MAN) – не дуже поширений тип комп'ютерної мережі. Ці мережі з'явилися порівняно недавно. Вони розроблені для обслуговування території великого міста-мегаполісу [8]²⁾.

¹⁾ [7] Информатика. URL: http://inform9.narod.ru/bilet_19.htm (дата звернення 10.05.2019).

²⁾ [8] Введение в вычислительные сети. Сети с коммутацией пакетов, дейтаграмные механизмы и механизм виртуальных каналов. URL: <https://lektsii.com/1-77956.html> (дата звернення 10.05.2019).

Міська мережа займає проміжне положення між локальною мережею і глобальною мережею. Міські мережі, як правило, використовують цифрові магістральні лінії зв'язку, часто оптоволоконні, зі швидкостями від 45 Мбіт/сек і призначені для зв'язку локальних мереж в масштабах міста і подальшого з'єднання локальних мереж з глобальними.

Спочатку мережі мегаполісів були розроблені тільки для передачі даних, але зараз вони підтримують і такі послуги, як відеоконференції і інтегральну передачу голосу та тексту.

Так вийшло, що розгортання мереж MAN випало на долю місцевих телефонних компаній, які ніяк не могли привернути до себе увагу через своїх низьких технічних можливостей. Тому ці компанії, щоб якось вижити серед жорстокої конкуренції, всерйоз взялися "штурмувати" найновіші мережеві технології і впроваджувати їх в життя. Мережі мегаполісів є суспільними мережами, і тому їх послуги обходяться дешевше, ніж побудова власної (приватної) мережі в межах міста.

2 РОЗГЛЯД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ CISCO ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ VLAN

2.1 Опис програмного забезпечення CISCO Packet Tracer

Cisco Systems inc. – це лідер світового розвитку в роботі з мережами для Інтернету. Компанія була заснована в 1984 році двома комп'ютерними вченими зі Стенфордського університету, які шукали більш легкий спосіб підключення різних типів комп'ютерних систем.

Cisco Systems поставила свій перший продукт у 1986 році і в даний час є багатонаціональною корпорацією, яка нараховує понад 35 000 співробітників у більш ніж 115 країнах. Сьогодні рішення Cisco є мережевими фундаментами для постачальників послуг, малого та середнього бізнесу та корпоративних клієнтів, до складу яких входять корпорації, державні установи, комунальні підприємства та навчальні заклади [9]¹⁾.

Cisco для мереж – це рішення, яке з'єднують людей, обчислювальні пристрої та комп'ютерні мережі, дозволяючи людям отримувати доступ або передавати інформацію, незважаючи на відмінності у часі, місці або типі комп'ютерної системи.

Компанія Cisco [10]²⁾ розробила Packet Tracer, щоб допомогти студентам Мережевої академії досягти найбільш оптимального досвіду навчання при отриманні практичних навичок мережевих технологій.

Packet Tracer (див. рис. 7) є інноваційною та потужною платформою (інструментом) для моделювання мережі та дозволяє експериментувати з поведінкою мережі та запитувати питання "що, якщо". Ця платформа доповнює фізичне обладнання, при цьому дозволяє створювати мережу з майже необмеженою кількістю пристроїв, заохочуючи практику, виявлення та усунення несправностей.

¹⁾ [9] Who is Cisco. URL: https://www.cisco.com/c/en_au/about/who-is-head.html (дата звернення 11.05.2019).

²⁾ [10] Cisco Packet Tracer. URL: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer> (дата звернення 11.05.2019).



Рисунок 7 – Логотип Cisco Packet Tracer

На сьогоднішній день вже є можливість працювати безпосередньо з мобільного телефону. Cisco створив Packet Tracer For Mobile Devices, дистрибутив можна завантажити та вже після цього – починати працювати безпосередньо в цьому програмному забезпеченні. Інтерфейс досить зручний, але не відразу зрозумілий. Також є проблем з розширення, оскільки нижня частина не відмальовується чітко.

2.2 Опис технології VLAN

Сайт [11]¹⁾ дає наступне визначення, VLAN (Virtual Local Area Network, віртуальна локальна мережа) – це функція в роутерах і комутаторах, що дозволяє на одному фізичному мережевому інтерфейсі (Ethernet, Wi-Fi інтерфейсі) створити кілька віртуальних локальних мереж. VLAN використовують

¹⁾ [11] Что такое VLAN? URL: https://www.technotrade.com.ua/Articles/what_is_vlan.php (дата звернення 15.05.2019).

для створення логічної топології мережі, яка ніяк не залежить від фізичної топології.

VLAN абстрагує ідею локальної мережі (LAN), надаючи зв'язок передачі даних для підмережі [12]¹⁾. Безліч незалежних мереж VLAN можуть підтримуватися одним або більше мережевим комутатором, створюючи реалізацію підмереж Layer 2 (data link). VLAN асоціюється з широкомовним доменом. Він, як правило, складається з одного або декількох комутаторів Ethernet.

Технологія VLAN полегшує мережевим адміністраторам розділити одну комутовану мережу. Це робиться для того, щоб відповідати функціональним вимогам та вимогам безпеки систем без необхідності запускати нові кабелі або вносити значні зміни в поточну мережеву інфраструктуру.

Порти (інтерфейси) на комутаторах можуть бути призначені для однієї або декількох мереж VLAN, що дозволяє розділяти системи на логічні групи – на основі яких відділів вони пов'язані, і встановлювати правила про те, як системам в окремих групах дозволяється спілкуватися один з одним. Ці групи можуть варіюватися від простих і практичних (комп'ютери в одній VLAN можуть бачити принтер на цій VLAN, але комп'ютери поза межами VLAN не можуть), до складних і юридичних (наприклад, комп'ютери в роздрібних банківських відділах не можуть взаємодіяти з комп'ютерами в торговельних підрозділах).

Кожна VLAN забезпечує доступ до каналу передачі даних для всіх хостів, підключених до портів комутатора, сконфігурованих з ідентичним ідентифікатором VLAN. Тег VLAN – це 12-бітове поле в заголовку Ethernet, що забезпечує підтримку до 4096 VLAN на домен перемикання. Позначення VLAN стандартизовано в IEEE (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки) 802.1Q і часто називається Dot1Q.

¹⁾ [12] VLAN (virtual LAN). URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-LAN> (дата звернення 17.05.2019).

Кілька VLAN можуть бути налаштовані на одному порту за допомогою конфігурації trunk, в якій кожен кадр, надісланий через порт, позначається ідентифікатором VLAN, як описано вище. Інтерфейс сусіднього пристрою, який може бути на іншому комутаторі або на хості, який підтримує 802.1Q тегування, повинен підтримувати конфігурацію магістрального режиму для передачі і прийому позначених кадрів. Будь-які кадри Ethernet без тегів призначені для VLAN за замовчуванням, який може бути призначений у конфігурації комутатора.

Коли комутатор з підтримкою VLAN отримує кадр Ethernet від приєднаного каналу з приєднаного хоста, він додає тег VLAN, призначений для вхідного інтерфейсу. Кадр переадресується до порту хоста з адресою MAC-адреси (адреса управління доступом до носія). Трансляція, невідомий одноадресний та багатоадресний трафік (BUM) перенаправляється до всіх портів VLAN. Коли раніше невідомий хост відповідає на невідомий одноадресний кадр, комутатори дізнаються розташування цього хоста і не заповнюють наступні кадри, адресовані цьому хосту [12]¹⁾.

Таблиці переадресації підтримуються двома механізмами. По-перше, старі записи переадресації видаляються з таблиць переадресації на періодичній основі, часто настраюється таймер. По-друге, будь-яка зміна топології призводить до зменшення таймера оновлення таблиці перенаправлення, ініціюючи оновлення.

Spanning Tree Protocol (STP) використовується для створення без петлі топології між комутаторами в кожному домені 2 рівня. Можна використовувати екземпляр STP для кожної VLAN, який дозволяє використовувати різні топології Layer 2 або декілька екземплярів STP (MISTP) для зменшення накладних витрат STP, якщо топологія є однаковою для декількох VLAN.

STP блокує переадресацію по посиланнях, які можуть створювати цикли пересилання, створюючи основне дерево від вибраного кореневого кому-

¹⁾ [12] VLAN (virtual LAN). URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-LAN> (дата звернення 17.05.2019).

татора. Це блокування означає, що деякі посилання не будуть використовуватися для переадресації, поки відмова в іншій частині мережі не призведе до того, що STP зробить частину посилання активним шляхом пересилання.

На рис. 8 показаний комутаційний домен з чотирма комутаторами та з двома VLAN [12]¹⁾. Комутатори з'єднані кільцевою топологією. STP змушує один порт переходити в стан блокування, так що формується деревоподібна топологія (тобто, відсутні петлі переадресації). Порт на перемикачі D для перемикання C блокує, як показано червоною смугою по лінії зв'язку.

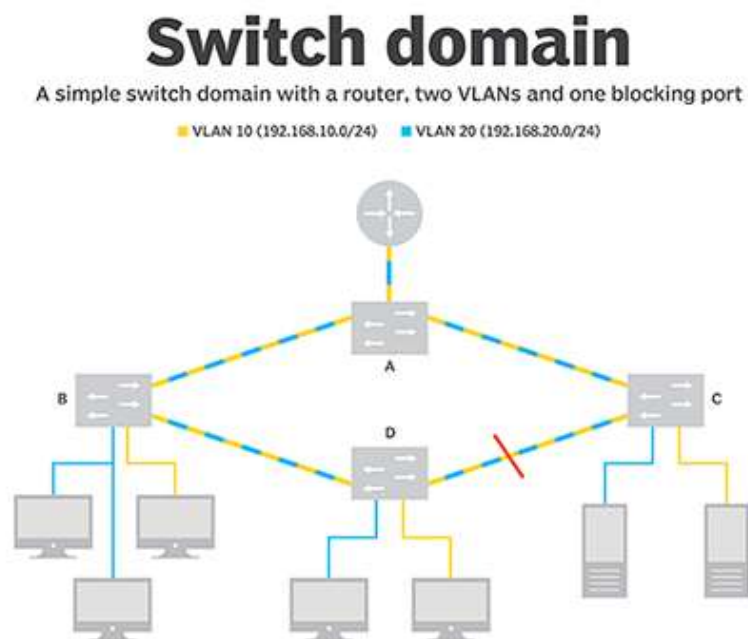


Рисунок 8 – Перемикач домену; простий домен з маршрутизатором, двома VLAN і одним блокуючим портом

Зв'язки між комутаторами і маршрутизатором є транковими VLAN 10 (помаранчевим) і VLAN 20 (зеленим). Хости, підключені до VLAN 10, можуть здійснювати зв'язок з сервером O. Хости, підключені до VLAN 20, можуть здійснювати зв'язок з сервером G. Маршрутизатор має підмережі IPv4,

¹⁾ [12] VLAN (virtual LAN). URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-LAN> (дата звернення 17.05.2019).

налаштовані на кожній VLAN для забезпечення зв'язку для будь-якого зв'язку між двома VLAN [12]¹⁾.

Переваги використання VLAN [13]²⁾:

- підвищення безпеки мережі;
- поділ доменів широкомовного трафіка;
- поділ трафіку за пріоритетами;
- можливість збільшення кількості вузлів в локальній мережі.

Недоліки віртуальних локальних мереж:

- підвищення вартості устаткування, що підтримує VLAN;
- складність конфігурації.

Мережеві адміністратори часто називають статичними VLAN «VLAN на основі портів». Статична VLAN вимагає, щоб адміністратор призначав окремі порти мережевого комутатора віртуальної мережі. Незалежно від того, що пристрій підключено до цього порту, воно стає членом тієї ж попередньо призначеної віртуальної мережі.

Динамічна конфігурація VLAN дозволяє адміністратору визначати членство в мережі відповідно до вказівок самих пристроїв, а не їх місцезнаходження в комутаторі порту. Наприклад, динамічна VLAN може бути визначена за допомогою списку фізичних адрес (MAC-адрес) або мережевих облікових записів [14]³⁾.

VLAN-и ж допомагають знизити мережевий трафік формуванням декількох широкомовних доменів, розбиваючи велику мережу на кілька менших незалежних сегментів з невеликою кількістю широкомовних запитів, що посилаються до кожного пристрою всієї мережі в цілому.

¹⁾ [12] VLAN (virtual LAN). URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-LAN> (дата звернення 17.05.2019).

²⁾ [13] Что такое VLAN и способы разделения на виртуальные локальные сети. URL: <http://it-student.com.ua/seti-obshee/seti-obshie/chto-takoe-vlan.html> (дата звернення 20.05.2019).

³⁾ [14] What Is a Virtual LAN (VLAN)? URL: <https://www.lifewire.com/virtual-local-area-network-817357> (дата звернення 23.05.2019).

VLAN для виділеної логічної мережі пристроїв в інші мережі – Фізична. Пристрої, які формують мережу VLAN, область її розташування (комутатор, вони не можуть вільно спілкуватися з одним і тим самим від інших VLAN, що означає, що на рівні комутатора немає комутатора пристрої зв'язку з двома рознесеними VLAN (це також стосується трансляції кадрів). VLAN налаштовується в комутаторах, мережевих пристроях 2 рівня моделі ISO / OSI. Одна мережа VLAN може багато працювати у своєму діапазоні перемикачів, в найпростішому способі він створюється в одному перемикачеві. Мережа VLAN ідентифікується по всій сторінці.

2.2.1 Способи поділу на VLAN

При поділі локальної мережі на віртуальні локальні мережі (VLAN-и) може бути використана одна з наступних методик [13]¹⁾:

За портами – може використовуватися комутатор другого рівня. Адміністратор на комутаторі налаштовує належність кожного порту до певного VLAN.

За MAC-адресами – до одного з портів комутатора підключений VLAN-сервер. Вказується IP-адресу даного сервера і потрібен комутатор третього рівня. Далі цей сервер відповідає при підключенні нового пристрою і привласнює йому певний VLAN.

За IP-адресою – те ж саме по IP.

За доменних суфіксів – потрібен працюючий DNS-сервер, який взаємодіє разом зі схемою вище.

До переваг використання VLAN можна віднести [11]²⁾:

– гнучкий поділ пристроїв на групи;

¹⁾ [13] Что такое VLAN и способы разделения на виртуальные локальные сети. URL: <http://it-student.com.ua/seti-obshee/seti-obshie/chto-takoe-vlan.html> (дата звернення 20.05.2019).

²⁾ [11] Что такое VLAN? URL: https://www.technotrade.com.ua/Articles/what_is_vlan.php (дата звернення 15.05.2019).

Як правило, одному VLAN відповідає одна підмережа. Комп'ютери, що знаходяться в різних VLAN, будуть ізольовані один від одного. Також можна об'єднати в одну віртуальну мережу комп'ютери, підключені до різних комутаторів.

- зменшення ширококомовного трафіка в мережі;

Кожен VLAN представляє окремий ширококомовний домен. Широкомовний трафік не буде транслюватися між різними VLAN. Якщо на різних комутаторах налаштувати один і той же VLAN, то порти різних комутаторів будуть утворювати один ширококомовний домен.

- збільшення безпеки і керованості мережі;

У мережі, розбитою на віртуальні підмережі, зручно застосовувати політики та правила безпеки для кожного VLAN. Політика буде застосована до цілої підмережі, а не до окремого пристрою.

- зменшення кількості обладнання та мережевого кабелю.

Для створення нової віртуальної локальної мережі не потрібно покупка комутатора і прокладка мережевого кабелю [11]¹⁾. Однак ви повинні використовувати більш дорогі керовані комутатори з підтримкою VLAN.

¹⁾ [11] Что такое VLAN? URL: https://www.technotrade.com.ua/Articles/what_is_vlan.php (дата звернення 15.05.2019).

3 ПРОЕКТУВАННЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТОРГІВЕЛЬНОЇ КОМПАНІЇ

При проектуванні мережі будемо дотримуватися ієрархічної моделі мережі, яка має багато переваг в порівнянні з «плоскою мережею»:

- спрощується розуміння організації мережі;
- модель має на увазі модульність, що означає простоту нарощування потужностей саме там, де необхідно;
- легше знайти і ізолювати проблему;
- підвищена відмовостійкість за рахунок дублювання пристроїв і / або сполук;
- розподіл функцій щодо забезпечення працездатності мережі по різних пристроях.

Відповідно до цієї моделі, мережа розбивається на три логічних рівня:

1) ядро мережі (Core layer) – високопродуктивні пристрої, головне призначення – швидкий транспорт;

2) рівень поширення (Distribution layer) – забезпечує застосування політик безпеки, QoS, агрегацію і маршрутизацію в VLAN, визначає широкомовні домени;

3) рівень доступу (Access-layer), як правило, L2 свічі, призначення - підключення кінцевих пристроїв, маркування трафіку для QoS, захист від кілець в мережі (STP) і широкомовних штормів, забезпечення харчування для PoE пристроїв.

Приблизна схема мережі підприємства представлена на рис.9.

На представленій схемі ядром (Core) буде маршрутизатор 2811, комутатор 2960 віднесемо до рівня поширення (Distribution), оскільки на ньому агрегуються всі VLAN в загальний транк. Комутатори 2950 будуть пристроями доступу (Access). До них будуть підключатися кінцеві користувачі, офісна техніка, сервера.

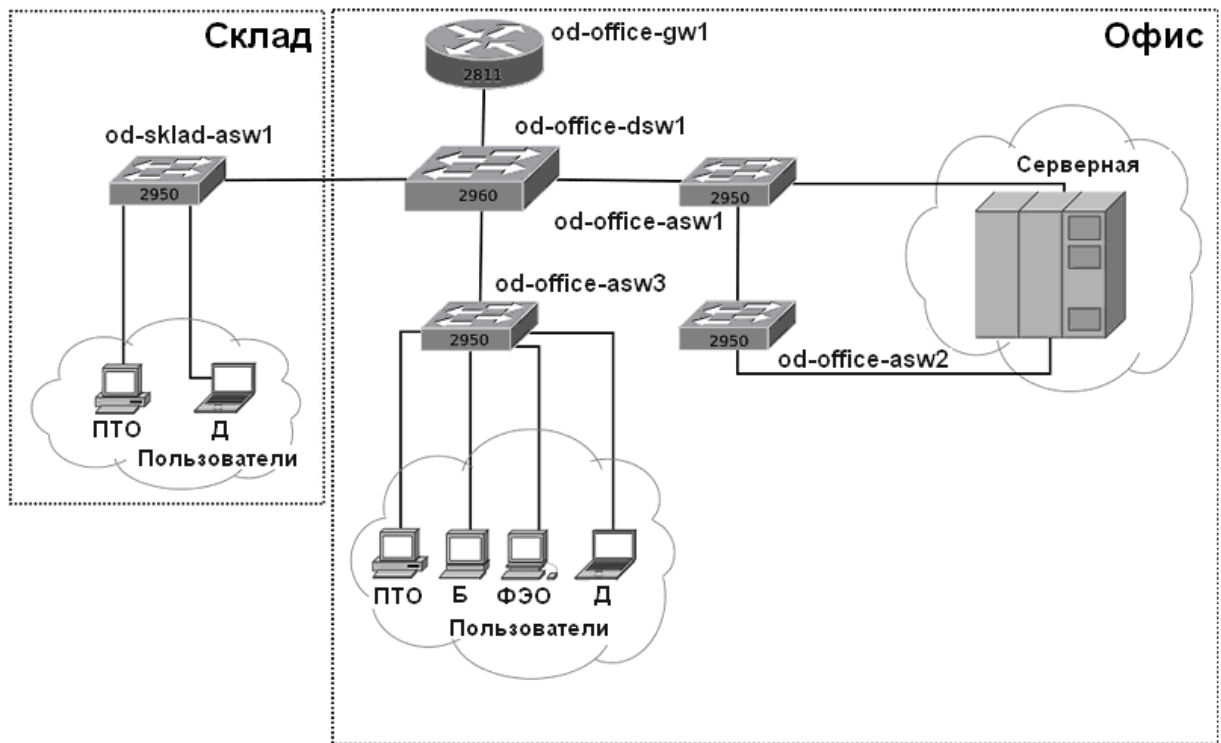


Рисунок 9 – Схема мережі підприємства

Називати пристрої будемо наступним чином: скорочена назва міста (od) – розташування (будівля) (office) – роль пристрою в мережі і його порядковий номер. Відповідно їх ролям і місцем розташування вибираємо hostname:

- маршрутизатор 2811: od-office-gw1, де gw (GateWay) - шлюз;
- комутатор 2960: od-office-dsw1, (dsw - Distribution switch);
- комутатори 2950: od-office-aswN, od-sklad-asw1, (asw – Access switch).

Нижче приведені короткі технічні характеристики обраного проміжного мережевого обладнання.

Модульний маршрутизатор Cisco 2811 (рис.10) призначений для невеликих офісів, що підтримує до 36 мережних закінчень. Відрізняється гнучкою модульною конструкцією. Пристрої оснащені слотами для установки мережеских модулів (NME), для встановлення інтерфейсних модулів (HWIC), для підтримки додаткових голосових інтерфейсів (EVM), а також Спеціаль-

ний слотами на системній платі маршрутизатора для установки модулів обробки голосу і сервісних модулів (PVDM і AIM). Інтерфейси NME і HWIC мають зворотну сумісність з модулями NM і WIC відповідно.



Рисунок 10 – Зовнішній вигляд маршрутизатора Cisco 2811

Комутатори Cisco Catalyst 2960 [15]¹⁾ (рис.11) з фіксованою конфігурацією дозволяють підключати робочі станції до мереж Fast Ethernet і Gigabit Ethernet на швидкості середовища передачі, задовольняючи зростаючі потреби в пропускну здатності на периферії мережі. Для агрегації застосовуються комбіновані гігабітні uplink-порти, які можуть об'єднуватися в єдиний канал за технологією GigabitEtherChannel.



Рисунок 11 – Зовнішній вигляд комутатора Cisco WS-C2960-24TT-L

¹⁾ [15] Джером Ф. Димарціо. Маршрутизатори Cisco. Посібник для самостійного вивчення. М: Издательство «Символ-Плюс», 2003. 508 с.

Комутатори Cisco Catalyst 2960 Series пропонують комплекс функцій, в число яких входять [15]¹⁾:

- підтримка передачі даних, голосу і бездротового зв'язку, завдяки чому можна встановити єдину мережу, яка обслуговує всі потреби в зв'язку;
- можливість харчування комутатора через Ethernet дозволяє легко розгорнути нові функції, наприклад голосовий і бездротовий зв'язок, без необхідності повторної прокладки кабелів;
- вибір між Fast Ethernet (швидкість передачі даних 100 мегабіт в секунду) і Gigabit Ethernet (швидкість передачі даних тисяча мегабіт в секунду) залежить від фінансових можливостей і потреби в продуктивності;
- безліч конфігурацій моделі з можливістю підключення настільних комп'ютерів, серверів, IP-телефонів, точок бездротового доступу, камер для замкнутої телевізійної системи та інших мережевих пристроїв;
- можливість налаштовувати віртуальні локальні мережі, завдяки чому співробітники об'єднуються з організаційних функцій, проектним групам або додатків, а не на фізичній або географічній основі;
- інтегрований захист і можливості контролю мережі і розширеної діагностики проблем підключень;
- безкоштовні оновлення програмного забезпечення комутатора і обмежена довічна гарантія на обладнання.

Комутатори Cisco Catalyst серії 2950 – це стекові автономні комутатори з фіксованою конфігурацією, які призначені для інфраструктури мереж Fast Ethernet і Gigabit Ethernet і забезпечують продуктивність на швидкості середовища передачі. Комутатори поставляються з двома типами програмного забезпечення і в самих різних конфігураціях, завдяки чому можна підібрати

¹⁾ [15] Джером Ф. Димарціо. Маршрутизатори Cisco. Пособие для самостоятельного изучения. М: Издательство «Символ-Плюс», 2003. 508 с.

підходящий варіант для будь-якого підприємства малого і середнього бізнесу, а також віддалених філій і виробничих середовищ.

Програмне забезпечення Standard Image пропонує базові функції програмного забезпечення Cisco IOS для передачі даних, голосу і відео. Для інтелектуальних мереж, яким потрібні додаткові функції безпеки, розширені можливості управління якістю обслуговування і високий рівень доступності на кордоні мережі, призначене програмне забезпечення Enhanced Image (EI), що включає підтримку таких функцій, як обмеження швидкості і фільтрація трафіку. Для проектованої мережі обраний комутатор Cisco Catalyst WS-C2950-24 має 24 порти 10 / 100Base-TX (рис.12).



Рисунок 12 – Зовнішній вигляд комутатора Cisco Catalyst WS-C2950-24

3.1 Розподіл підмереж робочих станцій SH єдиної мережі передачі даних

Згідно з вихідними умовами завдання [16]¹⁾, топологія локальної мережі – багаторівнева зірка; єдина мережа передачі даних повинна забезпечувати роботу мінімум 40 робочих станцій ($N = 40$), які необхідно розділити на 3 підмереж, з яких в двох підмережах може перебувати по 12 робочих станцій, на підмережі VLAN1 та VLAN2 – 16 робочих станцій, що в повній мірі задовольняє умову рівномірного розподілу.

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

3.2 Побудова графа єдиної мережі передачі даних

Розподіливши робочі станції по підмережах, можна приступити до доповнення графа єдиної мережі передачі даних [16]¹⁾.

Об'єднання робочих станцій в кожній підмережі буде здійснюватися за допомогою некерованого L2-комутатора, з 8 фізичними портами FastEthernet. Тобто кожна робоча станція підключається до комутатора за допомогою кабелю – вита пара UTP категорії 5е, яка дозволяє передавати сигнал на швидкості до 100 Мбіт/с. Головною вимогою до модернізації є вдосконалення топології мережі з метою більш раціонального підключення комп'ютерів та проміжного мережевого обладнання, яке надає можливість зробити мережу більш масштабованою і керованою.

З 8 фізичних портів комутатора, 6 портів використовуються для об'єднання робочих станцій і один порт для підключення до маршрутизатора R ядра єдиної мережі передачі даних.

Порт комутатора, який залишився, можна використовувати для каскадного підключення іншого комутатора при можливому розширенні підмережі або в якості технічного резерву.

Згідно вихідного графу єдиної мережі передачі даних, експлуатаційне навантаження мережі повинні забезпечувати 9 одиниць мережевого обладнання, а саме 3 маршрутизатори R та 6 комутаторів SW.

Розширений граф єдиної мережі передачі даних представлений на рис. 13. На графі єдиної мережі передачі даних нанесені наступні буквено-цифрові найменування:

- Н1-Н12 – робочі станції єдиної мережі передачі даних;
- R1 – маршрутизатор єдиної мережі передачі даних;
- SW1-SW6 – комутатори підмережі робочих станцій;

¹⁾ [16] Кузнiченко С.Д. Методичнi вказiвки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

- BRD1-BRD3 – межі широкомовних доменів підмереж робочих станцій;
- SH1-SH3 – підмережі робочих станцій;
- S1-S2 – сервер;
- AP1-AP2 – точка доступа бездротової мережі, access point;
- L1-L4 – робочі станції, laptop.

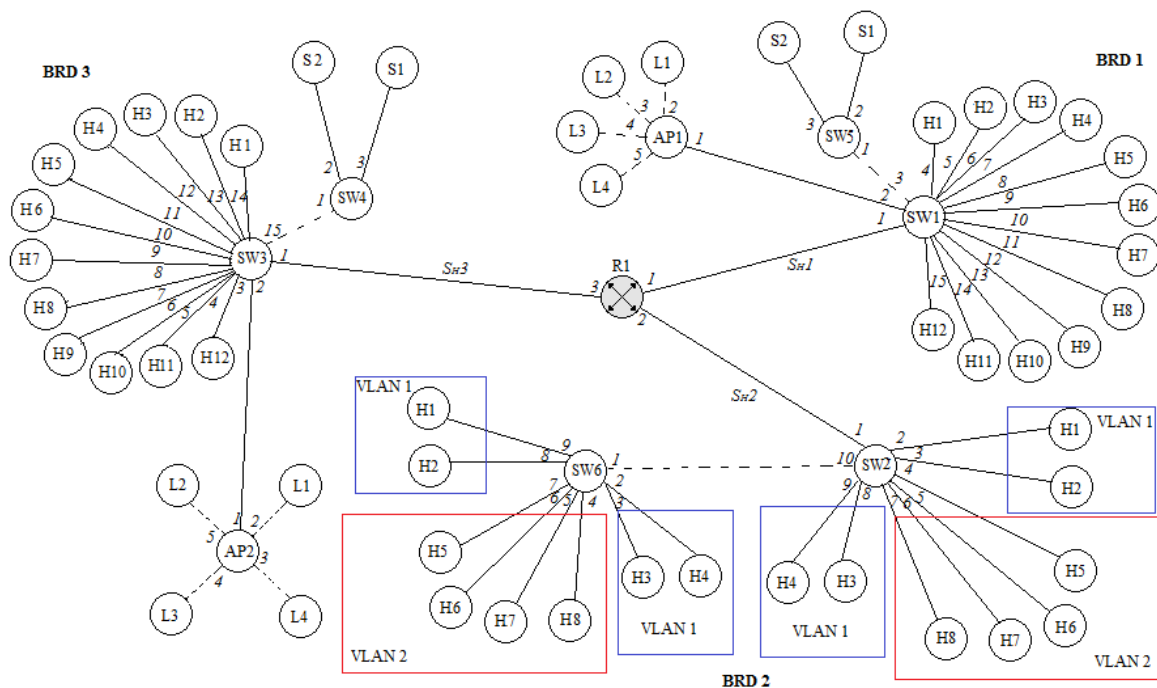


Рисунок 13 – Розширений граф єдиної мережі передачі даних

На графі також позначені відповідні номери інтерфейсів маршрутизатора R1 і порти комутаторів SW [16]¹⁾.

3.3 Перелік технічних засобів

За отриманим графом єдиної мережі передачі даних можна підрахувати загальну кількість технічних засобів, що витрачаються.

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

Для коректного функціонування проектованої мережі [16]¹⁾ необхідний наступний набір обладнання:

- 3 маршрутизатори;
- 6 некерованих комутаторів (8 фізичних портів на кожному пристрої, повнодуплекс, автоузгодження), що підтримують мережу FastEthernet на кабелі UTP 5e;
- по 1 мережевій карті на кожен робочу станцію (30 мережових карт стандарту FastEthernet, повнодуплекс, автоузгодження);
- 2 бездротові точки доступу (WiFi AP), які підтримують стандарти 802.11b/g/n;
- опорна технологія мережі FastEthernet до 100 Мбіт/с, тип ліній зв'язку між усіма пристроями – неекранована вита пара.

3.4 План IP-адресації підмереж робочих станцій S_H

Відповідно до завдання, для адресації підмереж робочих станцій S_H виділено адресний простір мережі 10.13.0.0/16. Даний простір дозволяє виділити близько 65536 IP-адрес ($32-16 = 16$ біт, $2^{16} = 65536$).

Виділена мережа 10.13.0.0/16 використовує 2 байта для адресації мережі, 2 байта, що залишилися вільні. Запис мережі в двійковій нотації матиме вигляд:

10.13.0.0 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0000

255.255.0.0 - 1111 1111.1111 1111.0000 0000.0000 0000

За результатами виконання попередніх завдань відомо, що в кожній підмережі робочих станцій S_H розташовується 6 вузлів. Додатково до цього, слід врахувати, що кожна підмережа підключається до відповідного маршрутизатора єдиної мережі передачі даних.

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

Тобто для коректної маршрутизації і обміну інформацією між вузлами підмережі потрібно 13 IP-адрес на кожен підмережу робочих станцій S_n , з яких 12 IP-адрес призначаються відповідним робочим станціям, а одна IP-адреса призначається маршрутизатору R, підключеному через вказаний інтерфейс до даної підмережі [16]¹⁾.

Необхідно використовувати 4 біта, які дозволять адресувати 16 вузлів ($2^4 = 16$ IP-адрес). Додаткові адреси можна використовувати при розширенні підмережі або як резерв.

Використовуючи нотацію CIDR і безперервне виділення блоків IP-підмереж, виділимо 2 IP-підмережі з 16 доступними IP-адресами в кожній підмережі. Слід пам'ятати, що перші 2 байта мережі 10.13.0.0/16 не зміняться, а для виділення підмереж можна використовувати тільки останні 2 байта. Застосуємо маску підмережі довжиною 28 біт ($32-4 = 28$ біт для адресації мережі, 4 біта для адресації вузлів). Запис першої IP-підмережі в двійковій нотації буде мати вигляд:

10.13.0.0 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0000

255.255.255.240 - 11111111.11111111.11111111.1111 0000

Перша IP-адреса мережі буде відрізнятися тільки одним молодшим бітом:

10.13.0.1 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0001

Далі послідовно другий, третій і наступні адреси формуються з 4 молодших біт:

10.13.0.2 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0010

10.13.0.3 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0011

10.13.0.4 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0100

10.13.0.5 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0101

10.13.0.6 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0110

10.13.0.7 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0111

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

10.13.0.8 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1000

... і т.д.

Аж до широкомовної адреси мережі, в якій всі молодші біти дорівнюють одиниці:

10.13.0.15 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1111

Відповідно, наступна IP-підмережа буде мати адресу 10.10.0.16/28, або у двійковій нотації:

10.13.0.16 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0000

255.255.255.240 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

З пулом IP-адрес, що відповідають масці підмережі:

10.13.0.17 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0001

10.13.0.18 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0010

10.13.0.19 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0011

10.13.0.20 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0100

10.13.0.21 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0101

10.13.0.22 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0110

10.13.0.23 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0111

10.13.0.24 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1000

... і т.д.

Широкомовна адреса мережі 10.13.0.16/28:

10.13.0.31 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0110.0001 1111

Відповідно, наступна IP-підмережа буде мати адресу 10.13.0.32/28, або у двійковій нотації:

10.13.0.32– 0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0010 0000

255.255.255.240 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

Пул IP-адрес:

10.13.0.33 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0001

10.13.0.34 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0010

10.13.0.35 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0011

10.13.0.36 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0100

10.13.0.37 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0101

10.13.0.38 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0110

10.13.0.39 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0111

10.13.0.40 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1000

... і т.д.

Широкомовна адреса мережі 10.13.0.47/28:

10.13.0.47 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1111

Відповідно, наступна IP-підмережа буде мати адресу 10.13.0.48/28, або у двійковій нотації:

10.13.0.48– 0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0011 0000

255.255.255.240 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

Пул IP-адрес:

10.13.0.49 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0001

10.13.0.50 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0010

10.13.0.51 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0011

10.13.0.52 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0100

10.13.0.53 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0101

10.13.0.54 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0110

10.13.0.55 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 0111

10.13.0.56 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 1000

... і т.д.

Широкомовна адреса мережі 10.13.0.63/28:

10.13.0.63 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0011 1111

Наступні мережі знаходяться аналогічним чином. Нарешті, п'ята IP-підмережа буде мати адресу мережі 10.13.0.64/28, або в двійковій нотації:

мережі 10.13.0.64– 0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0011 0000

255.255.255.240 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000

Пул IP-адрес:

10.13.0.65 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0001

10.13.0.66 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0010

10.13.0.67 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0011
 10.13.0.68 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0100
 10.13.0.69 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0101
 10.13.0.70 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0110
 10.13.0.71 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 0111
 10.13.0.72 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 1000
 ... і т.д.

Широкомовна адреса мережі 10.13.0.63/28:

10.13.0.79 – 0000 1010.0000 1101.0000 0000.0100 1111

Адресний простір, що залишився дозволяє організувати додатковий резерв при розширенні мережі[16]¹⁾.

Доступний пул IP-адрес в двійковій і десятковій нотації для кожної з 6 підмереж SN наведено в табл.1 (додаток А).

3.5 План IP-адресації підмереж маршрутизаторів SR

Складемо план адресації для підмереж маршрутизаторів S_R . Відповідно до завдання, для адресації підмереж S_R виділено адресний простір мережі 192.168.13.0/24. Даний простір дозволяє виділити близько 256 IP-адрес ($32-24 = 8$ біт, $2^8 = 256$). Мережа 192.168.13.0/24 використовує 3 байти для адресації мережі, останній байт вільний. Запис мережі в двійковій нотації матиме вигляд:

192.168.13.0 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0000

255.255.255.0 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.0000 0000

З розширеного графу мережі відомо, що маршрутизація пакетів між будь-якими підмережами забезпечується при наявності 3 IP-підмереж. Використовуємо 3 підмережі маршрутизаторів.

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

Кожна підмережа маршрутизаторів S_R об'єднує 2 маршрутизатора. Для адресації 2 маршрутизаторів в кожній підмережі S_R досить 1 біта ($2^1 = 2$). Однак, враховуючи наявність адреси мережі і ширококомвної адреси, вузли залишаться неадресованими[16]¹⁾.

Отже, необхідно використовувати 2 біта, які дозволять адресувати 4 адреси ($2^2 = 4$ IP-адрес).

Використовуючи нотацію CIDR і безперервне виділення блоків IP-підмереж, виділимо 5 IP-підмереж з 4 доступними IP-адресами в кожній підмережі. Нагадаємо, що перші 3 байти мережі 192.168.13.0/24 не змінюються, а для виділення підмереж можна використовувати тільки останній байт.

Застосуємо маску підмережі довжиною 30 біт ($32 - 2 = 30$ біт для адресації мережі, 2 біти для адресації маршрутизаторів). Запис першої IP-підмережі в двійковій нотації матиме вигляд :

192.168.13.0 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0000

255.255.255.252 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1100

Відповідно до маски, мережа має наступні IP-адреси (змінюються два молодших біта):

192.168.13.1 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0001

192.168.13.2 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0010

Широкомовна адреса мережі 192.168.13.0/30

192.168.13.3 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0011

Наступна IP-підмережа матиме адресу 192.168.13.4/30, або в двійковій нотації:

192.168.13.4 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0100

255.255.255.252 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1100

192.168.13.5 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0101

192.168.13.6 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0110

Широкомовна адреса мережі 192.168.13.4/30

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

192.168.13.7 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 0111

Наступні мережі знаходяться аналогічним чином. Нарешті, восьма IP-підмережа буде мати адресу 192.168.13.8/30, або в двійковій нотації:

192.168.13.8 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1000

255.255.255.252 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1100

Пул IP-адрес:

192.168.13.9 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1001

192.168.13.10 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1010

Широкомовна адреса мережі 192.168.13.28/30

192.168.13.11 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1011

Наступні мережі знаходяться аналогічним чином. Нарешті, восьма IP-підмережа буде мати адресу 192.168.13.8/30, або в двійковій нотації:

192.168.13.12 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1100

255.255.255.252 – 1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 1100

Пул IP-адрес:

192.168.13.13 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1101

192.168.13.14 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1110

Широкомовна адреса мережі 192.168.13.28/30

192.168.13.15 – 1100 0000.0110 1000.1101 0000.0000 1111

Доступний пул IP-адрес в двійковій і десятковій нотації для кожної з 8 підмереж S_R наведено в табл.2 (див. додаток Б).

3.6 Побудова таблиць маршрутизації єдиної мережі передачі даних

Виконавши завдання адресації підмереж і маючи схему графа мережі , можна приступити до наповнення таблиць маршрутизації маршрутизаторів R. Таблиці маршрутизаторів наповнюються статичними записами.

Записи таблиці маршрутизації повинні задовольняти умові можливості зв'язку будь-якого вузла будь-якої підмережі з будь-яким вузлом будь-якої іншої підмережі [16]¹⁾.

В якості метрики відстані використовується число проміжних вузлів від вузла відправника єдиної до вузла призначення. Таблиці маршрутизації мережі передачі даних наведені в табл.3 (додаток В) та табл.4 (додаток Г).

3.7 Результати моделювання мережі в середовищі Cisco Packet Tracer та налаштування VLAN

В результаті роботи. було спроектовано в середовищі Cisco Packet Tracer модель локальної мережі та здійснено налаштування VLAN.

Для налаштування VLAN на комутаторах Cisco під управління IOS використовують набір спеціальних команд. Розглянемо деякі з них

Для створення на комутаторі VLAN з певним ім'ям використовуються команди:

```
sw1(config)# vlan 2
sw1(config-vlan)# name test
```

Для налаштування access доступу на портах комутатора, наприклад, для призначення діапазону портів з fa0/4 до fa0/5 vlan 2, використовують наступні команди:

```
sw1(config)# interface range fa0/4 - 5
sw1(config-if-range)# switchport mode access
sw1(config-if-range)# switchport access vlan 2
```

Для створення статичного транка виконують команди:

```
sw1 (config) # interface fa0/2
sw1 (config-if) # switchport mode trunk
```

Для мережі підприємства були налаштовані окремі VLAN для кожної групи користувачів. Таким чином, було обмежено ширококомвні домени. Та-

¹⁾ [16] Кузніченко С.Д. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

кож введено спеціальний VLAN для управління пристроями. Кожному вузлу, порту і інтерфейсу мережі були призначені IP адреси.

Для внутрішньої локальної мережі організації обрані діапазони приватних адрес класу C з маскою /24.

В проєкті наведений план підключення мережевого обладнання по портам, де крім назви порту, ще вказано, в якому режимі він повинен працювати, тобто чи є він транковим або портом доступу.

Налаштування всіх вузлів і проміжних мережевих пристроїв було виконано в мережевому емуляторі Cisco Packet Tracer.

Модель мережі представлена на рис.14. Там же були створені всі VLAN, а також налаштовані і протестовані за допомогою команди ping порти доступу і транкові порти комутуючих пристроїв.

Тестування мережі показало вірність виконаних налаштувань.

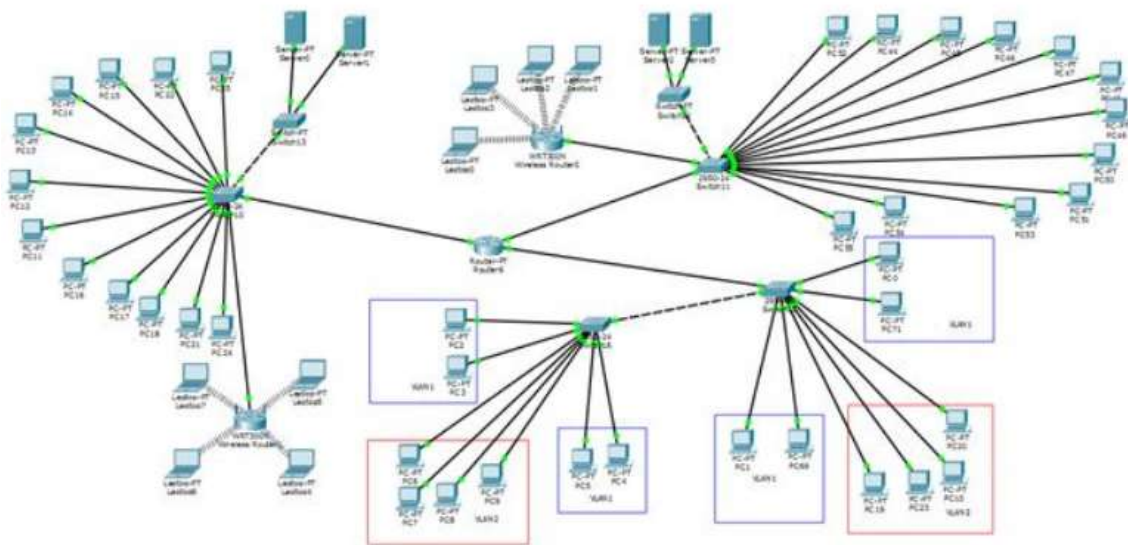


Рисунок 14 – Модель мережі в емуляторі CISCO Packet Tracer

На рис.15 зображено результат виконання команди ping між вузлами 10.13.0.4 і 10.13.0.7.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)

    Link-local IPv6 Address.....: FE80::260:47FF:FECD:9692
    IP Address.....: 10.13.0.4
    Subnet Mask.....: 255.255.255.240
    Default Gateway.....: 10.13.0.1

PC>ping 10.13.0.7

Pinging 10.13.0.7 with 32 bytes of data:

Reply from 10.13.0.7: bytes=32 time=5ms TTL=128
Reply from 10.13.0.7: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 10.13.0.7: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 10.13.0.7: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 10.13.0.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 5ms, Average = 1ms
```

Рисунок 15 – Результат виконання команди ping між вузлами 10.13.0.4 і 10.13.0.7

Нижче зображено результат виконання команди ping між вузлами 10.13.0.5 і 10.13.0.35 (рис. 16).

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)

    Link-local IPv6 Address.....: FE80::230:F2FF:FE92:239A
    IP Address.....: 10.13.0.5
    Subnet Mask.....: 255.255.255.240
    Default Gateway.....: 10.13.0.1

PC>ping 10.13.0.35

Pinging 10.13.0.35 with 32 bytes of data:

Reply from 10.13.0.35: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 10.13.0.35: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 10.13.0.35: bytes=32 time=5ms TTL=125
Reply from 10.13.0.35: bytes=32 time=2ms TTL=125

Ping statistics for 10.13.0.35:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 5ms, Average = 3ms
```

Рисунок 16 – Результат виконання команди ping між вузлами 10.13.0.5 і 10.13.0.35

ВИСНОВКИ

В роботі представлений аналіз основних принципів побудови віртуальних локальних мереж. Досліджено різні типи VLAN, описані особливості їх налаштувань на комутаторах і маршрутизаторах Cisco. Розроблена основна проектна документація, виконано моделювання мережі у емуляторі Cisco Packet Tracer, яке показало вірність виконаних налаштувань і працездатність мережі.

В результаті роботи було досягнуті наступні завдання:

- розглянуті види мереж (локальна, глобальна та міська);
- підготовка основної документації: схеми мережі на фізичному, каналному і мережевому рівнях, план IP-адресації, список пристроїв;
- здійснено дослідження існуючої мережі підприємства та виявити потенційні проблеми;
- здійснено планування заходів щодо покращення існуючої корпоративної мережі підприємства за рахунок використання технології VLAN;
- виконано моделювання мережі у емуляторі Cisco Packet Tracer.

Віртуальна локальна мережа може підвищити загальну продуктивність зайнятих мереж. VLAN - це сукупність клієнтських пристроїв, які найчастіше взаємодіють один з одним. Зазвичай трафік може оброблятися мережевими комутаторами більш ефективно.

Мережі VLAN також надають додаткові можливості безпеки. Гостьові мережі Wi-Fi часто використовуються в мережах VLAN.

Як висновок до бакалаврської кваліфікаційної роботи слід зазначити, що в загальному випадку створення VLAN полегшується переміщення, додавання пристроїв і зміна їх з'єднань один з одним; зменшує споживання смуги пропускання в порівнянні з ситуацією одного ширококомовного домену; скорочує невиробниче використання CPU за рахунок скорочення пересилання ширококомовних повідомлень. Внаслідок наявності пристрою, який здійснює

між мережами VLAN маршрутизацію на 3-му рівні, досягається велика ступінь адміністративного контролю.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Комп'ютерні мережі. URL: https://stud.com.ua/53328/informatika/kompyuterni_merezhi (дата звернення 18.04.2019).
2. Доступ до загальних ресурсів комп'ютера MS Windows (протокол SAMBA). Як організувати доступ до ресурсів свого комп'ютера в локальній мережі. URL: <https://bumotors.ru/uk/dostup-k-obshchim-resursam-kompyutera-ms-windows-protokol-samba-kak-organizovat.html> (дата звернення 20.04.2019).
3. Кузніченко С.Д. «Комп'ютерні мережі» Конспект лекцій. Одеса: Видво «Екологія», 2007. 123 с.
4. Проектирование и расчет локальных вычислительных сетей. URL: <https://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-i-raschet-lokalnyh--vychislitelnyh-setey> (дата звернення 29.04.2019).
5. Сетевой протокол. пакетный поток. URL: <http://cntruo.ru/setevoj-protokol-paketnyj-potok/> (дата звернення 01.05.2019).
6. Послуги комп'ютерних мереж. URL: <http://compi.com.ua/kompyuterni-merej.html?page=3> (дата звернення 03.05.2019).
7. Информатика. URL: http://inform9.narod.ru/bilet_19.htm (дата звернення 10.05.2019).
8. Введение в вычислительные сети. Сети с коммутацией пакетов, дейтаграммные механизмы и механизм виртуальных каналов. URL: <https://lektsii.com/1-77956.html> (дата звернення 10.05.2019).
9. Who is Cisco. URL: https://www.cisco.com/c/en_au/about/who-is-head.html (дата звернення 11.05.2019).
10. Cisco Packet Tracer. URL: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer> (дата звернення 11.05.2019).
11. Что такое VLAN? URL: https://www.technotrade.com.ua/Articles/what_is_vlan.php (дата звернення 15.05.2019).

12. VLAN (virtual LAN). URL: <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/virtual-LAN> (дата звернення 15.05.2019).
13. Что такое VLAN и способы разделения на виртуальные локальные сети. URL: <http://it-student.com.ua/seti-obshee/seti-obshie/что-такое-vlan.html> (дата звернення 20.05.2019).
14. What Is a Virtual LAN (VLAN)? URL: <https://www.lifewire.com/virtual-local-area-network-817357> (дата звернення 23.05.2019).
15. Джером Ф. Димарцио. Маршрутизаторы Cisco. Пособие для самостоятельного изучения. М: Издательство «Символ-Плюс», 2003. 508 с.
16. Кузнiченко С.Д. Методичнi вказiвки до виконання курсової роботи на тему: «Проектування комп'ютерної мережі обробки та передачі даних». Одеса, 2016. 35 с.

Додаток А

Таблиця 1 – Адресація під мереж робочих станцій SN

Підме-режа	Пул IP-адрес	Двійкова нотація	Призна-чення
S _{H1}	10.13.0.0/28	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0000	Адреса підмережі
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска підмережі
	10.13.0.1	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0001	R1, інтерфейс 2
	10.13.0.2	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0010	H1
	10.13.0.3	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0011	H2
	10.13.0.4	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0100	H3
	10.13.0.5	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0101	H4
	10.13.0.6	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0110	H5
	10.13.0.7	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 0111	H6
	10.13.0.8	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1000	H7
	10.13.0.9	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1001	H8
	10.13.0.10	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1010	H9
	10.13.0.11	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1011	H10
	10.13.0.12	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1100	H11
	10.13.0.13	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1101	H12
10.13.0.14	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1110	Резерв	
10.13.0.15	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0000 1111	Широко-мов. адр.	
S _{H2}	10.13.0.16/28	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0000	Адреса підмережі
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска підмережі
	10.13.0.17	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0001	R2, інтерфейс 2
	10.13.0.18	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0010	H1
	10.13.0.19	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0011	H2
	10.13.0.20	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0100	H3
	10.13.0.21	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0101	H4
	10.13.0.22	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0110	H5

	10.13.0.23	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 0111	Н6
	10.13.0.24	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1000	Н7
	10.13.0.25	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1001	Н8
	10.13.0.26	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1010	Н9
	10.13.0.27	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1011	Н10
	10.13.0.28	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1100	Н11
	10.13.0.29	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1101	Н12
	10.13.0.30	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1110	Резерв
	10.13.0.31	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0001 1111	Широко- мов. адр.
S _{H3}	10.13.0.32/28	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0000	Адреса підмережі
	255.255.255.240	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 0000	Маска підмережі
	10.13.0.33	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0001	R3, інтер- фейс 2
	10.13.0.34	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0010	Н1
	10.13.0.35	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0011	Н2
	10.13.0.36	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0100	Н3
	10.13.0.37	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0101	Н4
	10.13.0.38	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0110	Н5
	10.13.0.39	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 0111	Н6
	10.13.0.40	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1000	Н7
	10.13.0.41	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1001	Н8
	10.13.0.42	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1010	Н9
	10.13.0.43	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1011	Н10
	10.13.0.44	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1100	Н11
	10.13.0.45	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1101	Н12
	10.13.0.46	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1110	Резерв
10.13.0.47	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0010 1111	Широко- мов. адр.	

Додаток Б

Таблиця 2 – Адресація підмереж робочих станцій S_R

Під- ме- режа S _R	Пул IP-адрес	Двійкова нотація	Призначен- ня
S _{R1}	192.168.13.0/30	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 00 00	Адреса під- мережі
	255.255.255.252	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 11 00	Маска під- мережі
	192.168.13.1	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 00 01	R1, інтер- фейс 3
	192.168.13.2	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 00 10	R4, інтер- фейс 1
	192.168.13.3	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 00 11	Широко- мов. адреса
S _{R2}	192.168.13.4/30	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 01 00	Адреса під- мережі
	255.255.255.252	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 11 00	Маска під- мережі
	192.168.13.5	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 01 01	R4, інтер- фейс 3
	192.168.13.6	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 01 10	R3, інтер- фейс 1
	192.168.13.7	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 01 11	Широко- мов. адреса
S _{R3}	192.168.13.8/30	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 10 00	Адреса під- мережі
	255.255.255.252	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 11 00	Маска під- мережі
	192.168.13.9	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 10 01	R3, інтер- фейс 3
	192.168.13.10	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 10 10	R2, інтер- фейс 1
	192.168.13.11	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 10 11	Широко- мов. адреса

S _R 4	192.168.13.12/30	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 11 00	Адреса підмережі
	255.255.255.252	1111 1111.1111 1111.1111 1111.1111 11 00	Маска підмережі
	192.168.13.13	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 11 01	R2, інтерфейс 3
	192.168.13.14	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 11 10	R1, інтерфейс 1
	192.168.13.15	1100 0000.1010 1000.0000 1101.0000 11 11	Широкомов. адреса

Додаток В

Таблиця 3 – Інформація про маршрути вузлів в підмережах

Маршрутиза-тор	Мережа призначення/ маска	Шлюз	Мет-рика
R1	192.168.13.0/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.12/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.4/255.255.255.252	192.168.13.2	2
	192.168.13.8/255.255.255.252	192.168.13.13	1
	10.13.0.0/255.255.255.240	Пряме підключення	-
	10.13.0.16/255.255.255.240	192.168.13.13	2
	10.13.0.48/255.255.255.240	192.168.13.2	1
	10.13.0.64/255.255.255.240	192.168.13.2	3
R2	192.168.13.8/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.12/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.4/255.255.255.252	192.168.13.2	1
	192.168.13.4/255.255.255.252	192.168.13.9	2
	10.13.0.16/255.255.255.240	Пряме підключення	-
	10.13.0.0/255.255.255.240	192.168.13.14	2
	10.13.0.32/255.255.255.240	192.168.13.9	3
R3	192.168.13.4/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.8/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.0/255.255.255.252	192.168.13.5	1
	192.168.13.12/255.255.255.252	192.168.13.10	2
	10.13.0.32/255.255.255.240	Пряме підключення	-
	10.13.0.16/255.255.255.240	192.168.13.5	1
	10.13.0.48/255.255.255.240	192.168.13.5	3
	10.13.0.64/255.255.255.240	192.168.13.10	3
R4	192.168.13.0/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.4/255.255.255.252	Пряме підключення	-
	192.168.13.12/255.255.255.252	192.168.13.1	2
	192.168.13.8/255.255.255.252	192.168.13.16	1
	10.13.0.48/255.255.255.240	Пряме підключення	-
	10.13.0.0/255.255.255.240	192.168.13.1	3
	10.13.0.32/255.255.255.240	192.168.13.6	3

Додаток Г

Таблиця 4 – Адресація бездротового сегмента мережі

Пул IP-адрес	Двійкова нотація	Призначення
10.13.0.80/27	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0101 0000	Адреса підмережі
255.255.255.224	1111 1111.1111 1111.1111 1111. 1110 0000	Маска підмережі
10.13.0.81	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0001	R3, інтерфейс 4
10.13.0.82	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0010	Точка доступу
10.13.0.83	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0011	Бездротовий клієнт 1
10.13.0.84	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0100	Бездротовий клієнт 2
10.13.0.85	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0101	Бездротовий клієнт 3
10.13.0.86	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0110	Бездротовий клієнт 4
10.13.0.87	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 0111	Бездротовий клієнт 5
10.13.0.88	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1000	Бездротовий клієнт 6
10.13.0.89	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1001	Бездротовий клієнт 7
10.13.0.90	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1010	Бездротовий клієнт 8
10.13.0.91	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1011	Бездротовий клієнт 9
10.13.0.92	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1100	Бездротовий клієнт 10
10.13.0.93	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1101	Бездротовий клієнт 11
10.13.0.94	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1110	Бездротовий клієнт 12
10.13.0.95	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 1110 1111	Бездротовий клієнт 13
10.13.0.96	0000 1010.0000 1101.0000 0000.0110 0000	Бездротовий клієнт 14
10.13.0.97	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0001	Бездротовий клієнт 15

		єнт 15
10.13.0.98	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0010	Бездротовий клієнт 16
10.13.0.99	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0011	Бездротовий клієнт 17
10.13.100	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0100	Бездротовий клієнт 18
10.13.0.101	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0101	Резерв
10.13.0.102	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0110	Резерв
10.13.0.103	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 0111	Резерв
10.13.0.104	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1000	Резерв
10.13.0.105	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1001	Резерв
10.13.0.106	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1010	Резерв
10.13.0.107	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1011	Резерв
10.13.0.108	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1100	Резерв
10.13.0.109	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1101	Резерв
10.13.0.110	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1110	Резерв
10.13.0.111	0000 1010.0000 1101.0000 0000. 0110 1111	Широкомовна адреса