

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»



Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

ГРИГОРЯН МАРИНА СТЕПАНІВНА
Група КНТ-612м

МЕРЕЖЕВА СИСТЕМА ПІДПРИЄМСТВА З
ЕЛЕМЕНТАМИ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ

АВТОРЕФЕРАТ

магістерської роботи на здобуття освітньо-кваліфікаційного
рівня «магістр» 123 «Комп'ютерна інженерія»
освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі»

2023 р.

Магістерська робота є рукописом.

Робота виконана в Національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник

кандидат технічних наук, доцент
Зеленьова Ірина Яківна,
Національний університет «Запорізька
політехніка», доцент кафедри
комп'ютерних систем та мереж

**Офіційний
рецензент:**

Єфименко Микола Володимирович,
завідувач кафедри, професор кафедри
комп'ютерних систем та мереж

Захист відбудеться "11" грудня 2023р.

Секретар екзаменаційної комісії, асистент кафедри
комп'ютерних систем та мереж **Н.А. Куликовська**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сьогоденні надійність комп'ютерних мереж відіграє дуже важливу роль для повноцінного та безвідмовного функціонування організації, компанії або підприємства. Тому надійність є актуальною темою, якщо хочеться, щоб була ідеальна робота мережі на підприємстві.

На даний час організації напружено працюють, тому що відбувається збільшення даних, які необхідно якнайшвидше передати через велику кількість пристроїв, використовуючи Інтернет. З цієї причини дуже багато уваги звертається саме на забезпечення надійності.

Також дуже важливим фактором надійності є збереження конфіденційності, оскільки стрімко зростає загроза кібератак та комп'ютерних вірусів.

Не менш актуальним питанням є стійкість мережі до відмови. Особливо важливо це для галузей з охорони здоров'я, військових операцій та інших, де навіть одна відмова пристрою мережі може бути критичною. Відмова будь-якої частини мережі може призвести до втрати ключових даних, але це не загрожує mesh-мережам, тому що дослідження доводить, що сітчасті мережі займають перше місце за надійністю, тобто характеризуються безвідмовною роботою. І це зрозуміло, чому. У mesh-мереж особлива структура, завдяки якій, якщо один пристрій відмовить у роботі, завжди буде інший, що безвідмовно продовжить роботу мережі, оскільки всі пристрої взаємозв'язані між собою.

Отже, глибоке розуміння мережевих операцій і можливостей для розширення, без зайвої інфраструктури, є критично актуальними питаннями сучасних інформаційних технологій. Впровадження сітчастих мереж та інших технологічних інновацій у мережевих системах може значно підвищити якість та доступність мережевих послуг.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення надійності за допомогою технології mesh для створення мережі найкращої якості, яка діє на підприємстві, що займається збором та обробкою великої кількості даних.

В процесі проектування мережі визначено основні завдання, які необхідно вирішити:

- 1) питання актуальності надійності обчислювальних мереж у бізнесі;
- 2) вибір технологій, апаратних і мережних пристроїв;
- 3) дослідження впливу конфігурації мережі на показники її надійності;
- 4) розробка мережі з поліпшеною надійністю.

Об'єкт дослідження – засоби підвищення надійності мереж завдяки різним елементам, серед яких використання відмовостійкої конфігурації mesh.

Предмет дослідження – мережа підприємства «ТехКом» з використанням mesh-технології.

Методи дослідження базуються на дослідженні конфігурації мереж, їх співставленні та оцінці надійності роботи різних типів мереж за допомогою методу мінімальних шляхів та мінімальних перетинів, побудова графів, що дає розбіг значень вірогідності безвідмовної роботи, дає уявлення про точність розрахунків надійності.

Наукова новизна отриманих результатів:

Даний засіб поліпшення надійності за допомогою mesh-технології був обраний на підставі проведених експериментальних досліджень. Це дає можливість розроблювати мережу підприємства, не потребуючи зайвих ресурсів.

Практичне значення отриманих результатів:

Реалізація розробленої системи дозволяє без надлишкових ресурсних витрат збільшити надійність існуючої на підприємстві мережевої комп'ютерної системи, пропонуючи високий рівень безвідмовної та безпечної роботи, що важливо для ефективного збору та обробки великих обсягів даних.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення магістерської роботи та результати досліджень опубліковані при доповіді на конференціях:

1. Григорян М. С., Зеленцова І.Я. Дослідження впливу конфігурації мережі на показники її надійності. Інформаційні технології в освіті та науці: міжнар. наук.-практ. конф., тези доп., 25-26 травня 2023 р. МДПУ ім. Богдана Хмельницького. – Запоріжжя. - 2023. С. 106-112.

2. Григорян М.С., Зеленцова І.Я., Тягунова М.Ю. Використання MESH-мереж у кіберфізичних системах: наук.-техн.

конф., тези доп., 24-28 квітня 2023 р. / редкол.: ШАЛОМЄЄВ В. (відпов. ред.) Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 28-29 – 1 електрон. -опт. диск (DVD-ROM).

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Основна частина містить 73 сторінки, 28 рисунок і 3 таблиць, список використаних джерел зі 28 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі розглядається надійність та доступність в інформаційних системах і бізнесі, основні аспекти підвищення готовності, важливість надійності в обчислювальних мережах, визначення надійності складових елементів мережі, важливість надійності і ризику, методи підвищення готовності.

У результаті аналізу виявлено, що надійність комп'ютерних мереж є невід'ємною складовою будь-якого підприємства, організації або бізнесу, тому важливо знати аспекти підвищення показників надійності завдяки різним методам, які буде використано для створення безпеки та надійних умов для мережі підприємства.

У другому розділі міститься опис апаратної та кабельної частини проекту. Цей розділ містить вибір конкретних елементів реалізації логічної схеми. Програмна емуляція та тестування працездатності роботи мережі буде проводитись в програмі Cisco Packet Tracer.

Було проведено аналіз вибору системи моделювання локальної мережі та встановлено, що для даної розробки мережі підійде Cisco Packet Tracer, який є безкоштовним та потужним інструментом для створення будь-яких мереж, як для студентів, так і для просунутих користувачів. Обрана технологія Fast Ethernet пропонує такі переваги, як збільшена пропускна здатність мережі, універсальна сумісність з різними типами кабелів, збільшена довжина сегментів і підвищена ємність концентратора, що сприяє ефективній передачі даних у комп'ютерних мережах на швидкості 100 Мбіт/с. Маршрутизатор Cisco 2901 і комутатор серії Catalyst 2950 пропонують такі переваги, як висока надійність, безпечне підключення до Інтернету та гнучка апаратна платформа, що

підтримує масштабованість, додаткові інтерфейсні модулі та повний набір функціональних інструментів, а використання мідних кабелів з витотою парою забезпечує економічні та легко ремонтні рішення з доступністю та простотою встановлення, що робить його широко використовуваним вибором для телекомунікацій та локальних мереж.

У третьому розділі розглядається оцінка надійності роботи різних типів мереж за допомогою методу МШ та МП, побудова графів, що дає розбіг значень P_c дає уявлення про точність розрахунків надійності. Порівняно такі типи мереж з різною конфігурацією, як: кільце, зірка, дерево, mesh. Виявлено проблеми мереж зі слабкими показниками та мережу з найнадійнішими показниками та причини її надійності.

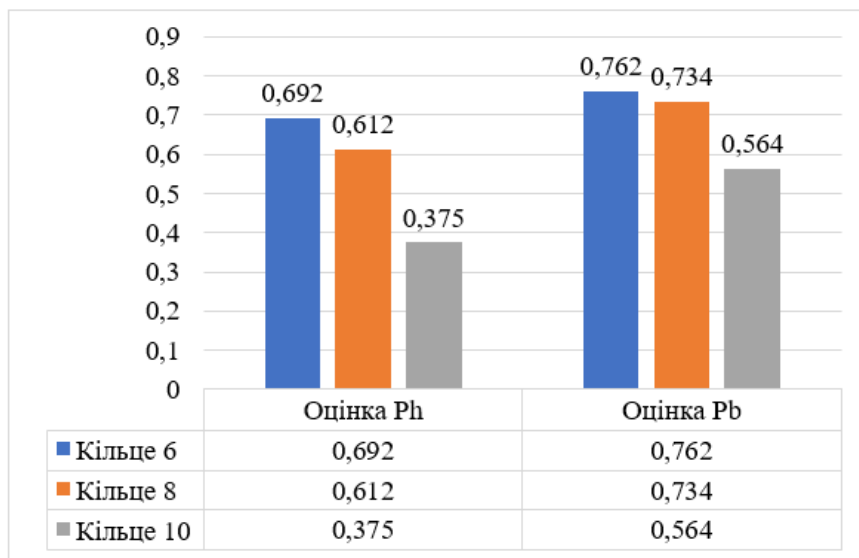


Рисунок 1 - Порівняння мереж кільце з різною кількістю вузлів

Порівняльну характеристику мереж зображено у таблиці 1:

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика різних типів мереж

Тип мережі:	Mesh	Кільце	Дерево	Зірка
Загальна імовірність безвідмовно і роботи системи знаходиться в межах:	$0,98 < P_c < 0,999$	$0,692 < P_c < 0,76$ 2 $0,612 < P_c < 0,73$ 4 $0,375 < P_c < 0,56$ 4	$0,168 < P_c < 0,16$ 8	$0,721 < P_c < 0,6$ 4
Висновок:	Показники надійності mesh-мережі максимально високі. Обрив одного з вузлів не зупиняє роботу мережі, та вона може далі функціонувати, використовуючи альтернативні шляхи, а таких шляхів є багато. Мінімальних перетинів мало. Це говорить про те, що mesh-мережа є дуже надійною.	Показники надійності мережі зірка середні, і при збільшенні кількості вузлів, показники стають нижче. Обрив одного з ліній не припиняє роботу мережі, та вона може далі працювати, обираючи альтернативні шляхи, а такий шлях є один. Мінімальних перетинів багато, а шляхів всього два, незалежно від кількості вузлів. Отже, мережа кільце не є дуже надійною.	Показники надійності мережі дерево дуже низькі по причині того, що мережа дерево має один єдиний шлях. Кожен вузол цього шляху є критичним окремо, а інші вузли не є критичними, тому показники знаходяться в однакових межах. Якщо обірвати некритичні вузли, мережа працює, але якщо критичні вузли - мережа не буде мати шляху і розпадеться.	Показники надійності мережі зірка середні. Мережа, також як і дерево, має один шлях, але який не залежно від загальної кількості пристроїв в мережі, завжди має всього два пристрої, що говорить про те, що загальна кількість пристроїв не важлива, а кількість між точками А і В завжди однакова.

На рисунку 2 добре зображено, яка мережа є найбільш надійною:

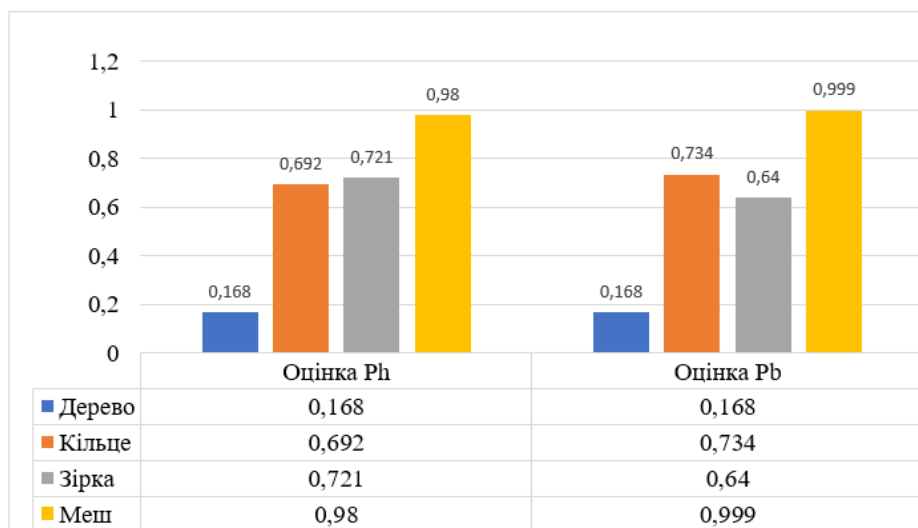


Рисунок 2 - Порівняння різних типів мереж

Надійність різних типів мереж може відрізнятися в залежності від їхньої структури. Mesh-мережа є найбільш надійною серед різних типів мереж саме завдяки своїй складній структурі.

Надійність mesh-мережі залежить від кількох факторів:

1) кількість шляхів: чим більше шляхів між вузлами, тим менше ймовірність, що випадкова відмова вузла призведе до перерви в роботі мережі;

2) резервність: деякі mesh-мережі можуть мати резервні вузли, які можуть прийняти на себе трафік, якщо основний вузол відмовить. Це забезпечує вищу доступність та надійність мережі;

3) алгоритми маршрутизації: mesh-мережі можуть використовувати різні алгоритми маршрутизації, які визначають шляхи, якими будуть передаватися дані між вузлами. Ефективні алгоритми маршрутизації зменшують час, необхідний для передачі даних, та забезпечують більшу надійність мережі;

4) схема керування: mesh-мережі можуть мати різні схеми керування, що визначає, які вузли відповідальні за керування

мережею та як вони взаємодіють. Ефективна схема керування забезпечує більшу надійність мережі та зменшує час, необхідний для розробки та підтримки мережі.

Отже, mesh-мережа є однією з технологій комп'ютерної мережі, в якій кожен вузол (комп'ютер або пристрій) підключений до кількох інших вузлів, утворюючи мережу без центрального керування. Така топологія мережі забезпечує високу надійність і доступність, оскільки випадок відмови одного вузла не призводить до зупинки всієї мережі.

У четвертому розділі розглянуто структуру АТ «ТехКом» в цілому та розроблено модель (логічна схема) та граф-схему об'єднаної мережі АТ «ТехКом».

Комп'ютерна мережа АТ «ТехКом» складається з п'яти сегментів. Мережа АТ складається з таких об'єктів:

- завод №1 та авіакомпанія «ТехКом» (два офіси);
- завод №2 (один офіс);
- завод №3 (один офіс);
- завод №4 (один офіс).

Мережа складається всього з 68 ПК та двох серверів, які розподілені у п'яти підмережах. Кожна підмережа містить рівну кількість ПК (у даному випадку одна підмережа відповідає одному офісу або сегменту). Два сервери розташовані в першій та п'ятій підмережах. Перша, друга, третя і четверта підмережі містять по 14 ПК, а п'ята підмережа - 12 ПК. Кожна підмережа обладнана власним комутатором, на якому налаштований DHCP і VLAN.

Кожен офіс використовує свій VLAN: для першого офісу - VLAN 10, для другого - VLAN 20, для третього - VLAN 30, для четвертого - VLAN 40, і для п'ятого - VLAN 50.

Також налаштовані TRUNK-порти для забезпечення комунікації між комутаторами і підмережами. Отже, одержано поліпшену безпеку, зручність управління та безліч можливостей щодо масштабування мережі.

Граф-схему мережі зображено на рисунку 3:

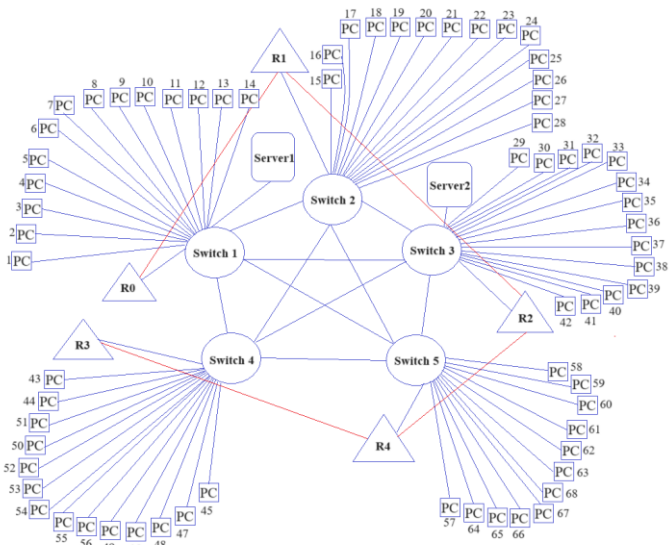


Рисунок 3 – Граф-схема мережі підприємства

Логічну схему мережі зображено на рисунку 4:

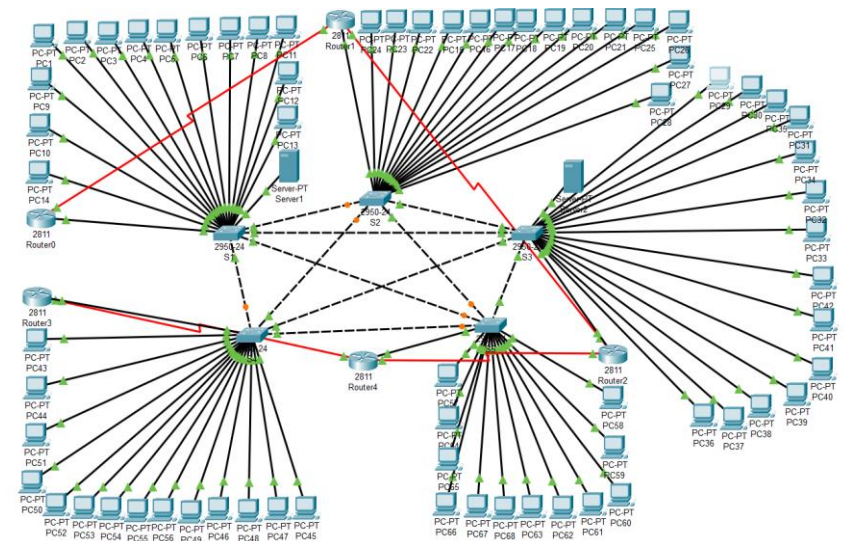


Рисунок 4 – Логічна схема мережі

Для забезпечення маршрутизації використовується динамічна OSPF технологія на всіх маршрутизаторах. Крім того, створені тунелі (VPN GRE) з однієї підмережі до двох і з чотирьох до п'яти різних підмереж. Це може бути корисно для встановлення зв'язку між мережею та віддаленими пристроями або іншою віддаленою мережею. Також вся передана по VPN тунелю інформація шифрується алгоритмами шифрування, що захищає підключення.

Після успішного підключення всіх мережевих пристроїв до мережі АТ «ТехКом», необхідно провести їх налаштування. Першочерговою задачею є налаштування кожного індивідуального пристрою в мережі та надання йому унікального ідентифікатора (IP). Для даної мережі використовуються динамічні IP (Internet Protocol) адреси. Починаючи з встановлення Gateway і закінчуючи IP адресою самого пристрою та маскою підмережі.

Проведено моделювання потоків трафіку від ПК номер 14 до ПК 36 з використанням імітаційного підходу. PDU з робочої станції до проходу через маршрутизатор один представлено малюнку 5:

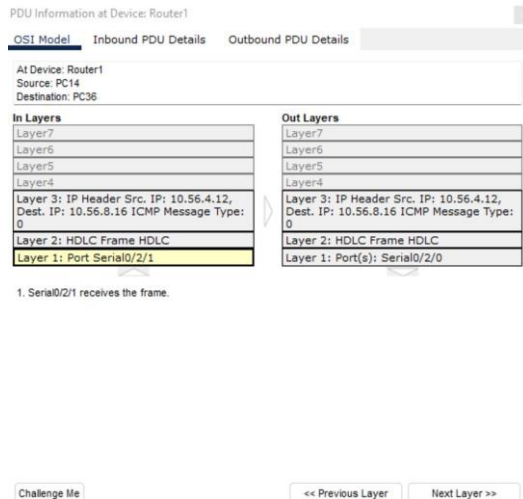


Рисунок 5 – Моделювання потоків трафіку

Проведено моделювання потоків трафіку від ПК номер 14 до ПК 36. PDU з робочої станції до проходу через комутатор три представлено на рисунку 6:

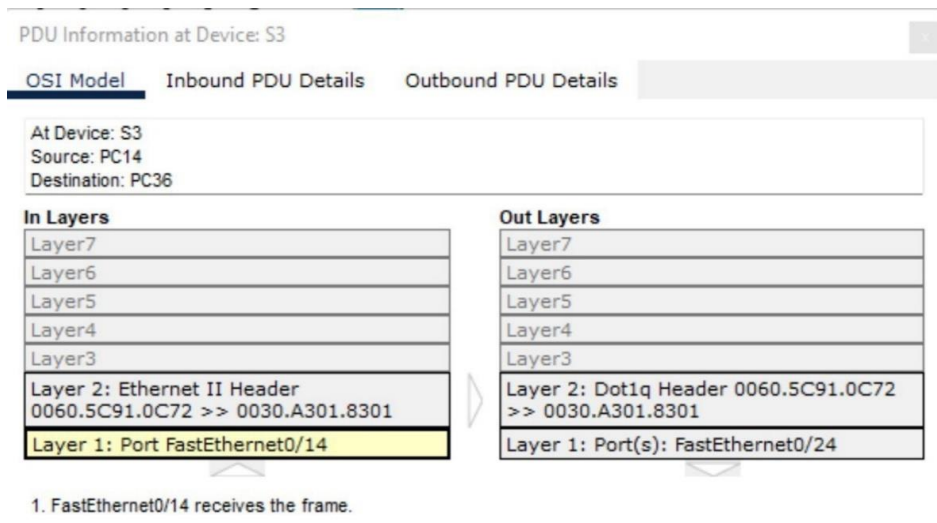
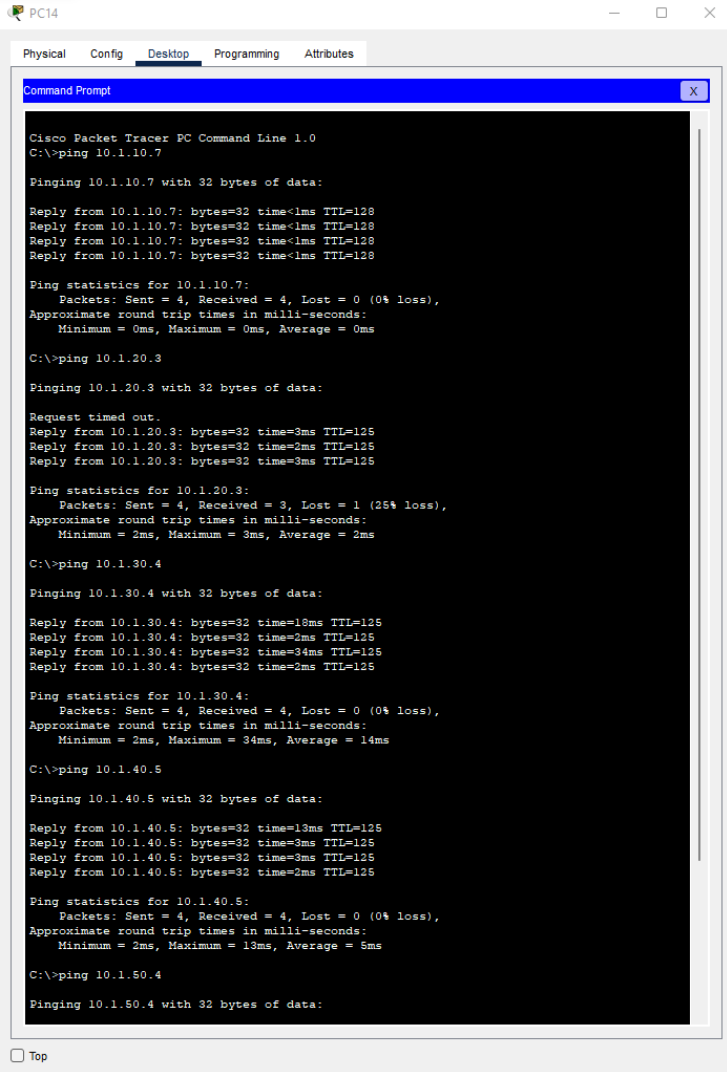


Рисунок 6 – Моделювання потоків трафіку

Забезпечення надійності критичних вузлів мережі є важливим завданням. Основні принципи резервування таких важливих вузлів, як комутатори ядра, центри обробки даних (ЦОД) або вузли розподілу, можуть бути описані через розгляд двох загальних методів - стекування та кластеризації.

Програмна емуляція та тестування працездатності роботи мережі буде проводитись в програмі Cisco Packet Tracer. Емуляція роботи представлена нижче на рисунку 7:



The screenshot shows a Cisco Packet Tracer PC Command Line window for PC14. The window has tabs for Physical, Config, Desktop, Programming, and Attributes, with 'Desktop' selected. The Command Prompt displays the output of several ping commands. The first ping is to 10.1.10.7, which succeeds with 0% loss. The second is to 10.1.20.3, which fails with 25% loss (1 packet lost). The third is to 10.1.30.4, which succeeds with 0% loss. The fourth is to 10.1.40.5, which succeeds with 0% loss. The fifth is to 10.1.50.4, which is partially shown.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 10.1.10.7

Pinging 10.1.10.7 with 32 bytes of data:

Reply from 10.1.10.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.10.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.10.7: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.1.10.7: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.1.10.7:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 10.1.20.3

Pinging 10.1.20.3 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 10.1.20.3: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 10.1.20.3: bytes=32 time=2ms TTL=125
Reply from 10.1.20.3: bytes=32 time=3ms TTL=125

Ping statistics for 10.1.20.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms

C:\>ping 10.1.30.4

Pinging 10.1.30.4 with 32 bytes of data:

Reply from 10.1.30.4: bytes=32 time=18ms TTL=125
Reply from 10.1.30.4: bytes=32 time=2ms TTL=125
Reply from 10.1.30.4: bytes=32 time=34ms TTL=125
Reply from 10.1.30.4: bytes=32 time=2ms TTL=125

Ping statistics for 10.1.30.4:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 34ms, Average = 14ms

C:\>ping 10.1.40.5

Pinging 10.1.40.5 with 32 bytes of data:

Reply from 10.1.40.5: bytes=32 time=13ms TTL=125
Reply from 10.1.40.5: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 10.1.40.5: bytes=32 time=3ms TTL=125
Reply from 10.1.40.5: bytes=32 time=2ms TTL=125

Ping statistics for 10.1.40.5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 13ms, Average = 5ms

C:\>ping 10.1.50.4

Pinging 10.1.50.4 with 32 bytes of data:
```

Рисунок 7 – Тестування роботи мережі АТ «ТехКом»

Як видно на рисунку 7, мережа функціонує надійно: персональні комп'ютери спілкуються між собою без втрати пакетів.

Для підключення маршрутизатора до Інтернету необхідно вставити кабель провайдера у порт WAN (Internet). Для доступу до

веб-інтерфейсу маршрутизатора, необхідно відкрити веб-браузер та у рядку адреси ввести 192.168.0.1.

Щоб налаштувати підключення до Інтернету:

- обрати «Network» та «WAN»,
- вибрати тип підключення WAN: Dynamic IP,
- зберегти налаштування, натиснувши кнопку "Save".

Деталі щодо налаштування підключення до Інтернету наведено на рисунку 8:

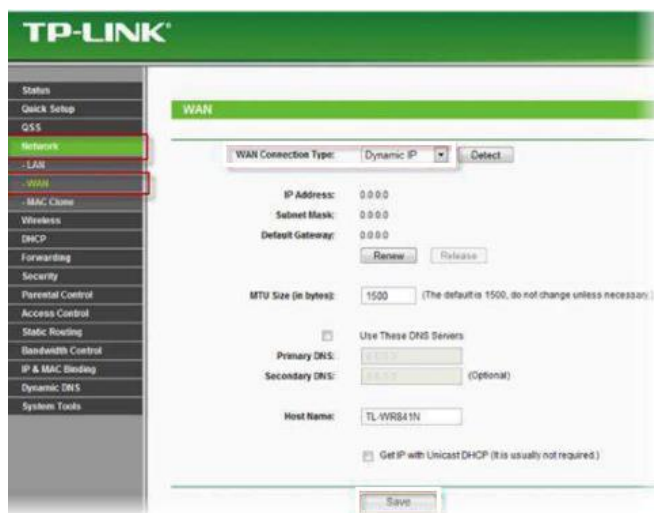


Рисунок 8 – Налаштування підключення до Інтернету

Після збереження налаштувань, для їх введення в дію, потрібно виконати перезавантаження маршрутизатора. Це можна здійснити, перейшовши до розділу "Reboot" та натиснувши кнопку "Reboot," щоб перезавантажити пристрій, як показано на рисунку 9:



Рисунок 9 – Налаштування підключення до Інтернету

Тепер налаштовано підключення до Інтернету, та мережева безпека забезпечена.

Висновки: було проведено аналіз структури підприємства та налаштовано логічну схему та граф-схему мережі, тестування якої було проведено та встановлено, що функціонує надійно. Отже, цю мережу можна успішно впровадити та використовувати на підприємстві.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження, об'єктом якого була мережа підприємства «ТехКом» з використанням mesh-технології, а предметом - підвищення надійності мережі, було проведено аналіз та розглянуто важливі аспекти надійності в інформаційних системах та бізнесі. Досліджено методи підвищення готовності мереж, визначення надійності складових елементів мережі та їх ризику. В рамках роботи було проведено порівняльний аналіз різних типів мереж, таких як кільцеві, зіркові, деревоподібні та mesh-мережі, для визначення їхньої надійності та проблем, які можуть виникнути в процесі експлуатації.

На прикладі підприємства «ТехКом», яке спеціалізується на зборі та обробці великої кількості даних, було розроблено модель об'єднаної мережі та проведено аналіз її структури та обсягу трафіку. Результати дослідження дозволили виявити проблеми, пов'язані з низькою надійністю деяких типів мереж та виділити mesh-мережу як найбільш надійний варіант для задач даного підприємства.

Загальний контекст сучасного світу підкреслює важливість комп'ютерних мереж, які стають все більш актуальними та необхідними завдяки зростаючій кількості підключених пристроїв, вимогам до надійності та безпеки мереж, а також розподіленості та глобальності мережових інфраструктур. Використання mesh-мереж може значно покращити доступність та надійність мережових послуг, що стає надзвичайно важливим аспектом в інформаційній технології сьогодення.