

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

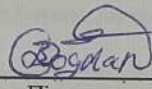
Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»
Назва теми

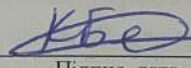
КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ
Шифр

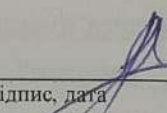
Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

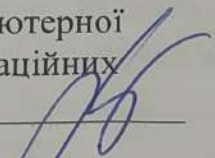
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група K12-19-1  Б.В. Гуцал
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  К.М. Березька
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  С.М. Лисенко
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем  Т.О. Говорушенко
Підпис Ініціали, прізвище

« 9 » червня 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“11” 01 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Гуцалу Богдану Вікторовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»

Керівник проекту (роботи) Березька К.М., к.т.н., доцент.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах

Архітектура мультикомп'ютерної системи

Програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу

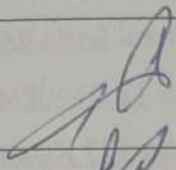
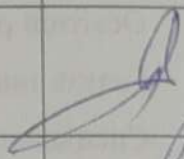
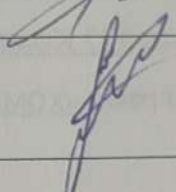
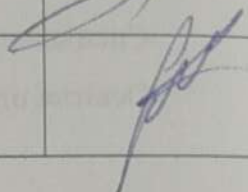
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схема топологій для мультикомп'ютерних систем

Схема топології дерево

Результати тестування

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

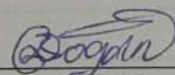
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

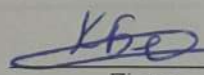
№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація та тестування програмно-технічного засобу	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	24.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент


Підпис

Б.В. Гуцал
Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Підпис

К.М. Березька
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»».

Автор роботи: Гуцал Богдан Вікторович.

Керівник роботи: Березька Катерина Миколаївна

Пояснювальна записка: 59 с., 12 рис., 0 табл., 4 дод., 45 джерел.

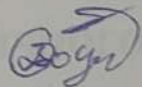
Графічна частина: 10 презентаційних слайдів.

МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, ТОПОЛОГІЯ ДЕРЕВО,
ТОПОЛОГІЯ МЕРЕЖІ, ПРОГРАМУВАННЯ C++.

Метою роботи є розробка мультикомп'ютерної системи згідно топології «дерево»

У цій роботі розроблена мультикомп'ютерної системи згідно топології «дерево». Змодельована мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево». Для моделювання використано програмне забезпечення Packet Tracer. Було розроблено проміжне програмне забезпечення на мові C++, що дозволяє обмінюватися даними між комп'ютерами та точками доступу.

Підпис студента



Дата 08.06.23

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЙ У МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ.....	6
1.1 Означення топології та її види.....	6
1.2 Означення топології "дерево".....	8
1.3 Концепції програмних рішень.....	17
1.4 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень.....	18
1.5 Підходи до вирішення задачі за темою дослідження.....	19
1.6 Висновки.....	20
2 АРХІТЕКТУРА МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ.....	21
2.1 Архітектура.....	21
2.2 Вибір апаратної частини.....	26
2.3 Забезпечення безпеки мультимп'ютерної системи топології «дерево».....	28
2.4 Аналіз пропускну здатності топології.....	34
2.5 Масштабованість мультимп'ютерної системи.....	36
2.6 Висновки.....	40
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	41
3.1 Вибір програмного забезпечення та опис його особливостей.....	41
3.2 Проміжне програмне забезпечення.....	48
3.3 Моделювання.....	51
3.4 Проведення тестів.....	53
3.5 Висновки.....	62
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	65

КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	Мультимп'ютерна система згідно топології «дерево»	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Гуцал Б.В.	<i>Гуцал</i>	09.08				59
Перевір.		Березька К.М.	<i>К.М. Березька</i>	09.08				
Н.контр.		Лисенко С.М.	<i>Лисенко</i>	09.08				
Затвер.		Говорушенко Т.О.	<i>Говорушенко</i>	09.08				
						ХНУ, КІ2-19-1		

Додаток А	69
Лістинг коду проміжного програмного забезпечення	69
Додаток Б	73
Копія креслення «Схема топологій для мультикомп'ютерних систем»	73
Додаток В	74
Копія креслення «Результати тестування»	74
Додаток Г	75
Копія креслення «Схема топології «дерево»»	75

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ОЗУ - оперативний запам'ятовувальний пристрій

TLB – технологія, що оптимізує перетворення віртуальних адрес в фізичні

ПЗ - програмне забезпечення

БД - база даних

БПР - блок прийняття рішень

ГА - генетичний алгоритм

ПК – персональний комп'ютер

ІР –Intellectual property (інтелектуальна власність) Вузол – ПК який підключений до мережі

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Мультимедійна комп'ютерна система згідно топології «дерево» є однією з важливих тем в області комп'ютерних наук. Ця тема стає все більш актуальною з кожним роком, оскільки комп'ютерні мережі стають все більш поширеними та складними. Мультимедійні системи з топологією «дерево» зазвичай використовуються для забезпечення зв'язку між комп'ютерами в одній організації або між різними організаціями.

Основною перевагою мультимедійної системи згідно топології «дерево» є можливість зменшення витрат на побудову та експлуатацію мережі, а також підвищення її надійності та ефективності.

Однією з основних задач досліджень у цій області є дослідження процедур функціонування системи, теоретичний аналіз сфери, опис існуючих механізмів реалізації, виділення наявних проблем та шляхів їх вирішення, розробка моделі функцій, які система повинна виконувати, та оцінка ступеня виконання поставлених завдань.

Завданнями роботи є:

- створення Мультимедійної системи згідно топології «дерево»;
- провести теоретичний аналіз сфери Мультимедійної системи згідно топології «дерево»;
- охарактеризувати структуру предметної області та базову модель;
- описати уже існуючі механізми реалізації, виділити наявні проблеми в галузі та шляхи їх вирішення;
- на основі проведених досліджень визначити основні функції системи, сформулювати низку функціональних та нефункціональних вимог, розробити модель функцій, які система повинна виконувати;
- підвести підсумки про необхідність розробки системи;
- сформулювати об'єкт та мету для наступних досліджень.

оцінити ступінь виконання поставлених завдань.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЙ У МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Означення топології та її види

Топологія в комп'ютерних мережах визначає спосіб фізичного або логічного підключення пристроїв та комунікації між ними. Кожна топологія має свої особливості, переваги і обмеження, і вибір конкретної топології залежить від вимог, розмірів та цілей мережі.

Основні типи топологій включають зіркову, лінійну, деревовидну, кільцеву, сітчасту, меш топології та їх комбінації.

Зіркова топологія є однією з найпоширеніших. У цій топології всі пристрої підключені до центрального вузла, який може бути комутатором або концентратором. Кожен пристрій має окреме з'єднання з центральним вузлом. Вона проста для установки та керування, але може бути витратною при підключенні багатьох пристроїв.

Лінійна топологія передбачає підключення пристроїв в лінію, де кожен пристрій має точне з'єднання з попереднім та наступним пристроями. Вона проста, але не надійна, оскільки відмова одного пристрою може призвести до збою всієї мережі.

Деревовидна топологія складається з кореневого комутатора та рівнів дочірніх комутаторів. Ця топологія забезпечує ієрархічну структуру, яка сприяє кращому керуванню, зменшенню кількості з'єднань та розподілу трафіку.

Кільцева топологія передбачає підключення пристроїв у вигляді кільця, де кожен пристрій має з'єднання з двома сусідніми пристроями. Вона може забезпечувати ефективний обмін даними, але може бути ненадійною через можливість порушення кільцевої цілісності.

Сітчаста топологія передбачає, що кожен пристрій підключений до кожного іншого пристрою в мережі. Вона забезпечує високу доступність та надійність, але може вимагати багато з'єднань та складну кабелізацію.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

Меш топологія передбачає повне з'єднання між усіма пристроями в мережі, де кожен пристрій має пряме з'єднання з усіма іншими. Вона забезпечує високу швидкість та надійність, але вимагає значних ресурсів для реалізації.

Базові топології зображено на рисунку 1.1.

Топологія - це конфігурація фізичних зв'язків між вузлами мережі. Характеристики мережі залежать від типу встановлюваної топології. Зокрема, вибір тієї чи іншої топології впливає:

- 1) на склад необхідного мережевого обладнання;
- 2) на можливості мережевого обладнання;
- 3) на можливості розширення мережі;
- 4) на спосіб управління мережею.

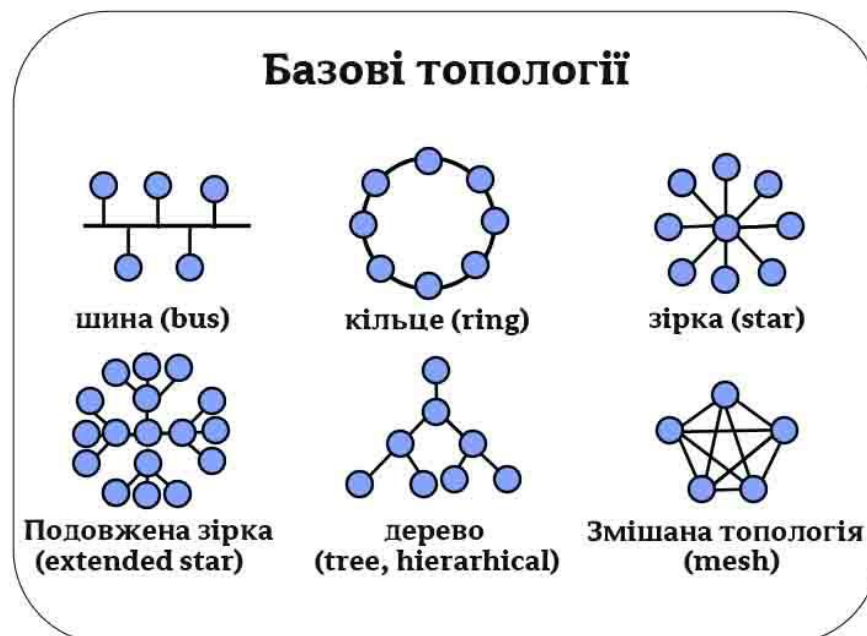


Рисунок 1.1 – Базові топології

Мультикомп'ютерна система - це система, яка складається з кількох комп'ютерів, які співпрацюють для виконання спільної задачі. У мультикомп'ютерних системах існують різні топології, які визначають спосіб підключення комп'ютерів між собою. Топологія «дерево» (Tree) є однією з таких топологій.

Мультикомп'ютерні системи, засновані на деревовидній топології, дозволяють підключати до мережі багато комп'ютерів та пристроїв, що забезпечує підвищення продуктивності та ефективності роботи.

1.2 Означення топології "дерево"

У топології «дерево» комп'ютери підключаються між собою у вигляді дерева, де корінь є головним комп'ютером, а листя - підключені до нього комп'ютери. Кожен комп'ютер може бути підключений до іншого комп'ютера, або бути головним для своєї власної підмережі.

Мультикомп'ютерні системи з топологією "дерево" є одними з найбільш поширених технологій для побудови високопродуктивних і розширюваних систем. Такі системи базуються на ієрархічній структурі, де багато вузлів підключаються до кореня дерева.

Однією з переваг такої топології є те, що вона може бути легко розширена, дозволяючи додавати нові вузли до системи без значних змін в архітектурі. Крім того, деревоподібна топологія дозволяє зменшити витрати на комутацію, оскільки вузли можуть спілкуватися лише зі своїми батьківськими вузлами.

Проте, мультикомп'ютерні системи з топологією "дерево" також мають свої недоліки. Наприклад, при збільшенні кількості вузлів на верхніх рівнях дерева може виникнути буття на нижчих рівнях, що може призвести до зниження продуктивності системи.

Одним з рішень цієї проблеми є використання технологій динамічного розподілу завдань та балансування навантаження. Ці технології дозволяють автоматично розподіляти завдання між вузлами та забезпечувати баланс навантаження між ними.

Окрім того, у мультикомп'ютерних системах з топологією "дерево" також є проблеми зі збільшенням часу доступу до віддалених вузлів. Цю проблему можна вирішити за допомогою механізмів кешування та реплікації даних.

Деревовидна топологія в комп'ютерних мережах полягає у структуруванні мережі у вигляді дерева, де головний вузол є коренем дерева, а кожен наступний

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

вузол з'єднується з попереднім вузлом, утворюючи гілку. Це дає можливість для організації великих мереж з багатьма вузлами та підсистемами, що забезпечує більшу масштабованість та надійність.

Під топологією звичайно розуміють взаємне розташування один щодо одного вузлів мережі. До вузлів мережі в даному випадку відносяться комп'ютери, концентратори, маршрутизатори, точки доступу тощо.

Кожен вузол у дереві може бути з'єднаний з кількома наступними вузлами, що дозволяє передавати дані та інформацію від одного вузла до іншого, і відправляти повідомлення через різні гілки дерева.

Однією з найважливіших переваг деревовидної топології є зменшення кількості перехресть між каналами зв'язку. Це забезпечує кращу продуктивність та ефективність мережі, оскільки уникнення перекриття між каналами дозволяє забезпечувати більшу пропускну здатність і швидкість передачі даних.

Ще одним популярним видом мультикомп'ютерних систем з топологією

"дерево" є кластери. Кластери є складними системами, що складаються з декількох вузлів, пов'язаних між собою через спеціальний інтерконектор. Кожен вузол кластера може містити кілька процесорів, пам'ять, сховище даних та інші компоненти. Кластери зазвичай використовуються для розподіленого обчислення великих об'ємів даних, наприклад, у сфері науки, фінансів, медицини тощо.

Іншою перевагою топології "дерево" є можливість забезпечення більш високої рівномірності навантаження на вузли мережі. Це досягається шляхом групування вузлів у піддерева та розподілу навантаження між ними. Наприклад, якщо вузол на одному рівні має більше завдань, ніж інші вузли на тому ж рівні, то це завдання може бути розподілено між піддеревами наступного рівня, щоб уникнути перевантаження одного вузла.

Важливою перевагою кластерів є можливість масштабування системи, додавання нових вузлів та інших компонентів, що дозволяє збільшувати продуктивність та оброблювати більші обсяги даних. Однак, такі системи можуть мати проблеми з надійністю, оскільки відмова одного вузла може привести до відмови всього кластера. Тому для забезпечення високої надійності зазвичай

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

використовують дублювання компонентів та резервне копіювання даних на інші вузли.

Зв'язувальний протокол у мультикомп'ютерних системах з топологією "дерево" також грає важливу роль у забезпеченні ефективної комунікації між вузлами мережі. Для топології "дерево" зазвичай використовують протоколи, які дозволяють передавати дані від батьківських вузлів до дочірніх вузлів та навпаки.

Наприклад, протокол Spanning Tree Protocol (STP) дозволяє запобігти появі циклів у мережі з топологією "дерево". Це досягається шляхом відключення деяких портів на комутаторах мережі, щоб уникнути змагання за ресурси мережі.

Spanning Tree Protocol (STP) є протоколом на рівні каналу зв'язку, який використовується в мережевих системах для запобігання петлям у топології комутаційного шару Ethernet. Його основна мета - забезпечити надійну та безпечну передачу даних у мережі, уникнути циклічних маршрутів та надмірного використання пропускної здатності.

STP працює шляхом виявлення та вимкнення зайвих лінків, що створюють петлі, і вибору оптимальних шляхів для передачі трафіку між комутаторами. Протокол використовує алгоритм, який визначає головний комутатор (Root Bridge) у мережі, а потім розраховує найкоротші шляхи до цього комутатора для кожного іншого комутатора в мережі.

Основні принципи роботи STP включають наступні кроки:

Вибір Root Bridge: Кожен комутатор обмінюється Bridge Protocol Data Units (BPDU) з іншими комутаторами у мережі, щоб визначити комутатор з найменшим значенням Bridge ID як Root Bridge. Root Bridge стає центральною точкою, від якої обчислюються шляхи до інших комутаторів.

Розрахунок найкоротшого шляху: Після визначення Root Bridge, кожен комутатор обчислює найкоротший шлях до Root Bridge, враховуючи вартість кожного лінка. Вартість лінка зазвичай визначається його швидкістю. Кожен комутатор створює свою таблицю пропускної здатності (Forwarding Table), яка визначає, які порти використовуються для пересилання трафіку.

Вимкнення зайвих лінків: STP вимикає зайві лінки, що створюють петлі, за допомогою блокування портів. Кожен комутатор обирає один порт, який є

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

найкращим для передачі трафіку до Root Bridge, а решта портів на інших шляхах блокуються.

Відновлення при зміні топології: У разі змін у топології мережі, наприклад, відключення або включення комутатора, STP автоматично перераховує найкоротші шляхи та оновлює топологічну інформацію.

STP є важливим протоколом для забезпечення надійності та стійкості мережі, особливо в ситуаціях, коли в топології присутні петлі. Він допомагає уникнути перенавантаження мережі, втрати пакетів та перебоїв у роботі.

Також у мультикомп'ютерних системах з топологією "дерево" можуть використовуватись різні алгоритми маршрутизації, такі як Distance Vector Routing Protocol (DVRP) та Link-State Routing Protocol (LSRP), які дозволяють ефективно передавати пакети даних між вузлами мережі.

У залежності від вимог до продуктивності та масштабованості, мультикомп'ютерні системи з топологією "дерево" можуть бути реалізовані з використанням різних апаратних та програмних засобів. Наприклад, деякі системи можуть використовувати високошвидкісні інтерфейси мережі, такі як InfiniBand, щоб забезпечити ефективну передачу даних між вузлами. Також можуть бути використані спеціалізовані програмні засоби, які дозволяють ефективно керувати ресурсами мережі та забезпечувати масштабованість системи при збільшенні кількості вузлів.

Зокрема, деревовидна топологія мультикомп'ютерних систем може бути використана в області обчислювальних хмар та розподілених систем. Це дозволяє ефективно організувати та керувати ресурсами обчислювальної мережі, забезпечуючи високу доступність та швидкість обробки даних.

Крім того, деревовидна топологія може бути використана для створення систем високої продуктивності, наприклад, для виконання складних наукових розрахунків або для розробки великих програмних продуктів. У таких системах використовуються багато комп'ютерів, що працюють паралельно, і деревовидна топологія дозволяє керувати цими комп'ютерами та ефективно розподіляти завдання між ними.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

Однією з важливих переваг деревовидної топології є її масштабованість. У таких системах можна легко додавати нові вузли та розширювати їхні можливості, що дозволяє підтримувати швидкі темпи розвитку системи та підвищувати її продуктивність.

Також, деревовидна топологія може бути використана для створення систем з високим рівнем надійності та стійкості до відмов компонентів. У таких системах можна використовувати резервні канали та керування даними з метою запобігання втраті даних або недоступності системи через відмову компонентів.

Розглядаючи організацію мережевих технологій, важливо звернути увагу на властивості та функції різного мережевого обладнання, яке може змінювати логічну топологію мережі, незважаючи на фізичну топологію. У мережевому обладнанні є кілька типів, таких як комутатори, маршрутизатори, концентратори, шлюзи та повторювачі. Кожен з них має свої унікальні функції та використовується для побудови різних топологій мережі, які можуть відрізнятися за продуктивністю, безпекою та ефективністю передачі даних. Наприклад, комутатори використовуються для з'єднання вузлів мережі у межах одного або декількох сегментів та реалізують топологію логічної зірки.

Комутатор (switch) є мережевим пристроєм, який використовується для з'єднання різних пристроїв в мережі, таких як комп'ютери, принтери, сервери тощо, з метою передачі даних між ними. Він є одним з основних компонентів локальної обчислювальної мережі (LAN).

Основна функція комутатора полягає в передачі мережевих пакетів даних від одного пристрою до іншого на основі MAC-адреси (Media Access Control). Комутатор прослуховує мережу, аналізує отримані пакети даних і вирішує, до якого пристрою потрібно направити пакет, використовуючи таблицю комутації.

Основні характеристики та функції комутатора включають:

Конфігурування портів: Комутатори мають кілька портів, до яких можна підключати пристрої. Кожен порт може бути налаштований для різних параметрів, таких як швидкість передачі даних (10/100/1000 Мбіт/с), дуплексний режим (полудуплексний або повний дуплекс) тощо.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

Внутрішня комутація: Комутатори використовують спеціальні комутаційні чипи, що дозволяють їм швидко та ефективно передавати дані між пристроями без колізій або переповнень. Як працює комутатор зображено на рисунку 1.2.

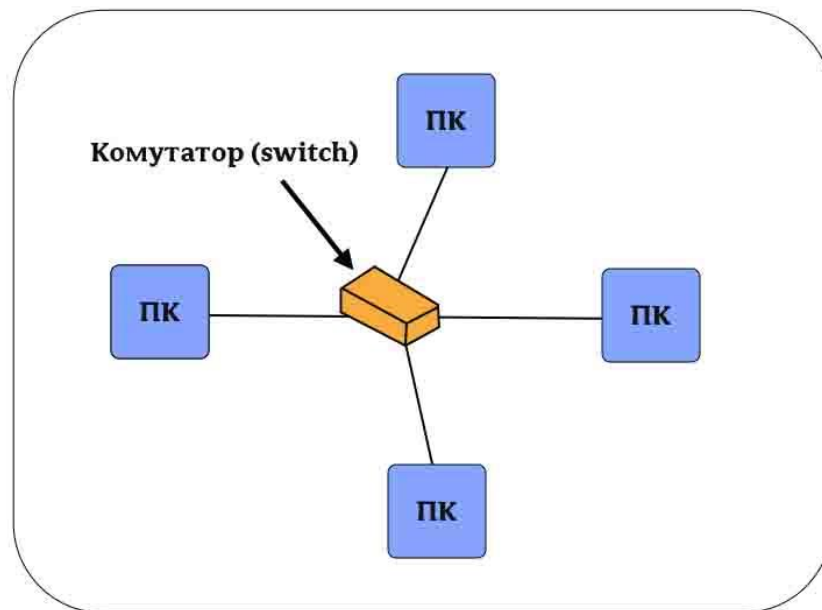


Рисунок – 1.2 комутатор (світч)

Фільтрація трафіку: Комутатори можуть фільтрувати мережевий трафік на основі MAC-адрес, VLAN (віртуальна локальна мережа), IP-адрес, портів тощо. Це дозволяє контролювати потік даних та забезпечувати безпеку в мережі.

Розподіл пропускної здатності: Комутатори можуть розділити пропускну здатність між підключеними пристроями, що дозволяє кожному пристрою отримати достатньо ресурсів для передачі даних з високою швидкістю.

Віртуальні локальні мережі (VLAN): Комутатори підтримують створення VLAN, що дозволяє розділити мережу на логічні групи для покращення безпеки, ефективності та керованості.

Деякі комутатори мають можливість керування віддалено через протоколи керування мережею, такі як SNMP (Simple Network Management Protocol). Це дозволяє адміністраторам мережі моніторити та керувати роботою комутатора.

Деякі комутатори підтримують технологію Power over Ethernet (PoE), яка дозволяє передавати живлення по мережевому кабелю до пристроїв, які

підключені до комутатора, таких як бездротові точки доступу, IP-телефони, відеокамери тощо.

Комутатори відіграють важливу роль у побудові локальних мереж і забезпечують надійну та ефективну передачу даних між пристроями. Вони дозволяють створювати складні мережеві інфраструктури з багатьма пристроями, забезпечуючи швидкість, безпеку та керованість мережі.

Маршрутизатори використовуються для зв'язку різних мереж і можуть виконувати трансляцію адрес одержувача і відправника. Роботу маршрутизатора зображено на рисунку 1.3.

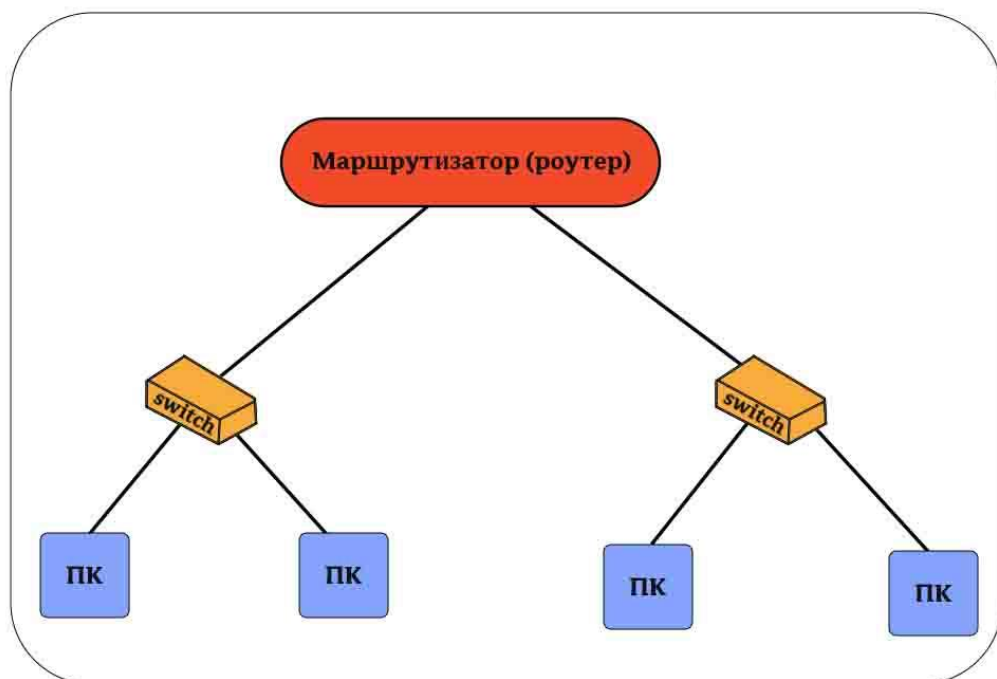


Рисунок 1.3 – Маршрутизатор (роутер)

Маршрутизатори є ключовими компонентами мережевих систем і використовуються для керування та навігації мережевим трафіком між різними мережами. Основна функція маршрутизатора полягає в прийнятті пакетів даних з однієї мережі та передачі їх до відповідної мережі на основі інформації про мережевих шляхах та протоколах.

Основні завдання та функції маршрутизаторів включають:

Пересилання пакетів даних: Маршрутизатори приймають пакети даних з одного інтерфейсу та пересилають їх на інший інтерфейс відповідно до налаштованих маршрутних таблиць. Це дозволяє передавати дані між різними мережами та підмережами.

Визначення найкращого шляху: Маршрутизатори використовують різні алгоритми маршрутизації для визначення оптимального шляху для пересилання пакетів даних. Це забезпечує ефективну передачу даних з урахуванням факторів, таких як швидкість, навантаження мережі, маршрутизаційні метрики тощо.

Фільтрація трафіку: Маршрутизатори можуть використовувати правила фільтрації для керування рухом даних на основі різних параметрів, таких як IP-адреси, порти, протоколи тощо. Це дозволяє контролювати доступ до різних ресурсів мережі та забезпечувати безпеку.

Налаштування мережних параметрів: Маршрутизатори дозволяють налаштовувати різні мережні параметри, такі як IP-адреса, маска підмережі, DHCP, NAT тощо. Це дозволяє гнучко управляти мережевими налаштуваннями та забезпечувати належне функціонування мережі.

Розподіл навантаження: Деякі маршрутизатори підтримують функцію розподілу навантаження, що дозволяє розподіляти трафік між декількома шляхами для покращення пропускної здатності та завантаження мережі.

Забезпечення безпеки: Маршрутизатори можуть виконувати функції безпеки, такі як мережевий брандмауер, VPN, ACL (список керування доступом) тощо. Вони дозволяють захистити мережу від несанкціонованого доступу, атак та забезпечувати конфіденційність та цілісність даних.

Маршрутизатори є важливими компонентами в будь-якій мережевій інфраструктурі, дозволяючи ефективно передавати дані між різними мережами та забезпечувати керування та безпеку в мережевому середовищі.

Вони грають ключову роль у забезпеченні надійності, швидкості та безпеки мережевого трафіку.

Шлюз (англ. gateway) - це мережевий пристрій або програмне забезпечення, що використовується для з'єднання двох або більше мереж з різними протоколами або форматами даних.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

Його основна функція полягає в пересиланні даних між цими мережами і забезпеченні комунікації між ними.

Шлюз може виконувати різноманітні функції у мережі, включаючи перетворення протоколів, маршрутизацію пакетів, переклад мережевих адрес (NAT), фільтрацію трафіку і багато іншого. В залежності від типу мереж, які він з'єднує, шлюз може бути фізичним пристроєм (наприклад, роутером) або програмним забезпеченням, яке працює на комп'ютері або сервері.

Шлюз виконує роль посередника між мережами, аналізуючи пакети даних, що надходять з однієї мережі, і пересилаючи їх у відповідній формі до іншої мережі. Він також може забезпечувати захист мережі, контролювати доступ і виконувати інші функції, необхідні для безперебійної комунікації між різними мережами.

У більш складних мережах, таких як Інтернет, шлюзами можуть бути спеціальні вузли, що забезпечують з'єднання між локальними мережами та глобальною мережею. Вони виконують важливу роль у передачі даних з однієї мережі в іншу, дозволяючи комунікацію між різними комп'ютерами та пристроями у світовій мережі.

Концентратор (англ. hub) - це мережевий пристрій, який використовується для збільшення кількості портів у мережі та об'єднання декількох пристроїв в одну локальну мережу. Основна функція концентратора - посилення та розподіл мережевого сигналу, який надходить на один з його портів, на всі інші порти.

Концентратори працюють на фізичному рівні мережі (Layer 1 в моделі OSI) і не розуміють логічну адресацію пакетів. Всі пакети, які надходять на вхідні порти концентратора, автоматично посиляються на всі вихідні порти, крім того, з яких пакет надійшов. Це робить концентратор простим, але неефективним пристроєм, оскільки пакети можуть конкурувати за пропускну здатність мережі, що може призводити до колізій та перевантаження.

У сучасних мережах концентратори в основному витіснені комутаторами, які забезпечують більшу ефективність та функціональність. Однак, концентратори можуть застосовуватись в простих мережах або в особливих випадках, коли

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

необхідно об'єднати пристрої зі старішими інтерфейсами, які не підтримують комутацію.

У цілому, мультикомп'ютерні системи з топологією "дерево" є досить ефективними та масштабованими рішеннями для розподіленого обчислення та обробки великих обсягів даних. Однак, для досягнення найкращої продуктивності та надійності таких систем необхідно детально проаналізувати вимоги до додатків, врахувати особливості розподіленої обробки даних та добре спроектувати архітектуру системи.

1.3 Концепції програмних рішень

Концепція програмних рішень є важливим аспектом в проектуванні та розробці мультикомп'ютерних систем з топологією «дерево». Вона включає в себе розробку та впровадження програмного забезпечення, яке дозволяє керувати та управляти різними аспектами системи.

Одним з головних завдань концепції програмних рішень є створення програмного забезпечення, яке забезпечує керування топологією мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево», включаючи керування ресурсами та взаємодію між комп'ютерами. Це може включати в себе розробку алгоритмів для керування комунікацією та обміну даними між комп'ютерами, а також створення програмного забезпечення для моніторингу та управління станом системи.

Крім того, концепція програмних рішень включає в себе розробку додаткових програм та додатків, які можуть використовувати ресурси мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево». Наприклад, програмне забезпечення для обробки великих обсягів даних або для розрахунку складних математичних завдань, які можуть бути розподілені між комп'ютерами системи.

При розробці концепції програмних рішень необхідно враховувати потреби та вимоги користувачів системи, а також використовувати сучасні технології та рішення для забезпечення ефективності та продуктивності системи. Крім того, важливим аспектом є забезпечення безпеки та захисту даних в системі, що може

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

включати в себе розробку системи аутентифікації та авторизації, захист від вторгнень та забезпечення

1.4 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень

На сьогоднішній день існує багато різних технологій та архітектур для побудови мультимедійних систем з топологією "дерево". Розглянемо порівняльний аналіз деяких з них.

Одним з найпоширеніших рішень є Ethernet. Це стандартна технологія, яка використовується для побудови локальних мереж. Ethernet має декілька переваг, таких як низька вартість, висока доступність та простота використання. Однак, збільшення кількості вузлів у мережі може привести до зниження продуктивності та збільшення накладних витрат на керування трафіком.

Іншим рішенням є InfiniBand, технологія, яка забезпечує високу швидкість передачі даних та масштабованість. InfiniBand дозволяє побудувати

мультимедійні системи з топологією "дерево" з великою кількістю вузлів. Однак, вона вимагає високої вартості обладнання та додаткових програмних рішень для побудови та керування мережею.

Також існують рішення на основі технології Fibre Channel. Вона забезпечує високу швидкість передачі даних та можливість побудови мультимедійних систем з топологією "дерево". Однак, вартість обладнання також є досить високою.

Деревоподібні мережі засновані на технології кабельного телебачення, що означає використання різноманітних засобів зв'язку, таких як кінцеві частотні ретранслятори, розщеплювачі-об'єднувачі, двонапрямлені посилювачі, відгалужувачі, радіочастотні модеми, фільтри та інші.

Надійність деревоподібної мережі забезпечується структурним резервуванням її зв'язкових пристроїв, час напрацювання на відмову яких може складати до 400 тис. год. Деревоподібна мережа зображена на рисунку 1.4.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

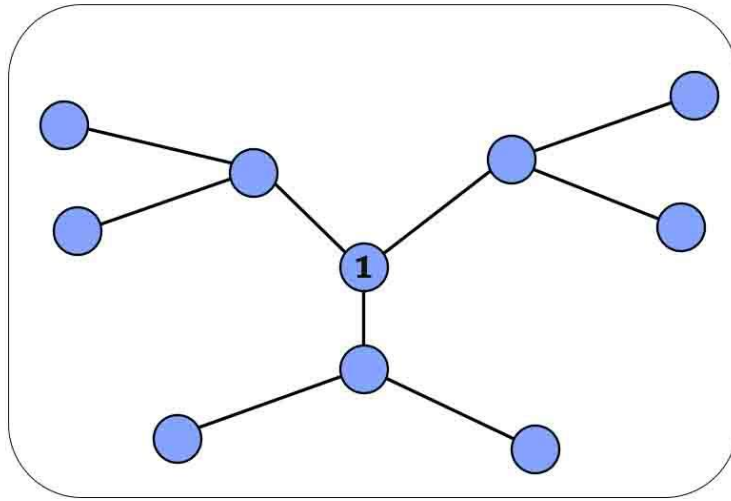


Рисунок 1.4 – Топологія дерево (tree, hierarchical)

Переваги:

відносно велика протяжність (до 50 км) та можливість паралельної передачі мови, даних та зображень, що забезпечується за рахунок частотного ущільнення каналів (у описаних вище мережах використовується часове ущільнення каналів)

Недоліки:

можливості щодо нарощування деревоподібних мереж досить таки обмежені через високу вартість їх встановлення та складність їх аналогових компонентів, що вимагають ще й постійного налагоджування.

1.5 Підходи до вирішення задачі за темою дослідження

Один з підходів полягає в застосуванні готових рішень, таких як MPI, OpenMPI, MPICH та інших. Ці рішення надають зручний інтерфейс для програмування мультикомп'ютерних систем, що значно полегшує процес розробки програм та забезпечує підтримку багатьох типів мультикомп'ютерних систем та топологій.

Інший підхід полягає в розробці власних алгоритмів та протоколів для взаємодії між комп'ютерами в системі. Цей підхід може бути корисним, якщо потрібна підтримка конкретної топології мережі або специфічних потреб додатку. Однак розробка власних алгоритмів може бути складною та часоємною, тому цей підхід не завжди є найбільш ефективним.

Третій підхід - використання готових бібліотек та фреймворків для розробки мультикомп'ютерних систем згідно з топологією "дерево". Наприклад, бібліотека TreeMPI, яка базується на MPI та надає можливість використовувати топологію "дерево" для взаємодії між комп'ютерами. Цей підхід може бути корисним для швидкої розробки та забезпечення підтримки конкретної топології мережі.

1.6 Висновки

Під час дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах було виявлено, що вибір оптимальної топології має важливе значення для ефективного функціонування мережі. Різні типи топологій, такі як зірка, дерево, кільце та сітка, мають свої переваги та обмеження, які потрібно враховувати при проектуванні мережі.

Топологія "дерево" виявилася популярною та ефективною в мультикомп'ютерних системах. Вона забезпечує структуровану ієрархію з кореневим комутатором та підключеними до нього комутаторами та комп'ютерами. Це дозволяє керувати трафіком та забезпечує гнучкість у розширенні мережі.

Загалом, дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах є важливим кроком у проектуванні ефективних та надійних мереж. Врахування вимог інфраструктури, розміщення пристроїв, потреби в масштабованості та безпеці допомагає створити оптимальне середовище для спільного використання ресурсів та обміну даними в мультикомп'ютерних системах.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

2 АРХІТЕКТУРА МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Архітектура

Архітектура комп'ютерної системи є важливим елементом в розробці мультимікомп'ютерних систем з топологією «дерево». Архітектура системи описує загальну структуру та організацію всіх компонентів системи, включаючи апаратне та програмне забезпечення, мережеві з'єднання та інші важливі складові.

Архітектура мультимікомп'ютерної системи з топологією «дерево» має такі складові:

Комп'ютери-клієнти: це окремі комп'ютери, які підключені до головного комп'ютера. Вони використовуються для виконання задач та обміну даними з головним комп'ютером.

Головний комп'ютер: це центральний вузол мережі, який забезпечує керування та координацію роботою всієї системи. Він може бути використаний для зберігання та обробки даних, а також для керування роботою комп'ютерів-клієнтів.

Мережеве з'єднання: це компонент системи, який забезпечує зв'язок між всіма комп'ютерами в мережі. Воно може бути здійснене за допомогою проводової або бездротової мережі.

Програмне забезпечення: це компонент системи, який відповідає за розробку та виконання програмного коду, який забезпечує роботу всієї системи. Воно включає в себе операційну систему, драйвери, сервіси та інші компоненти.

Система безпеки забезпечує захист системи від несанкціонованого доступу та злому. Він може включати в себе різноманітні заходи безпеки, такі як аутентифікація, авторизація та шифрування даних

Система керування ресурсами відповідає за керування доступними ресурсами в мультимікомп'ютерній системі, такими як процесорний час, пам'ять, пропускна здатність мережі тощо. Він дозволяє ефективно розподіляти ресурси між всіма комп'ютерами в системі та забезпечує оптимальну продуктивність системи.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

Система моніторингу та діагностики відповідає за моніторинг та діагностику стану всієї системи. Він забезпечує операторам системи необхідну інформацію для вчасного виявлення та усунення проблем у системі.

Резервне копіювання та відновлення відповідає за забезпечення збереження даних в системі та їх відновлення у разі виникнення непередбачуваних ситуацій. Він забезпечує захист важливих даних в системі та забезпечує їх доступність у будь-який момент часу.

Система розширення та модернізації відповідає за забезпечення можливості розширення та модернізації системи в майбутньому. Він забезпечує сумісність системи з новими технологіями та пристроями, що з'являться у майбутньому.

Усі ці компоненти мають взаємодіяти між собою, щоб забезпечити ефективну та надійну роботу мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево». Крім того, при проектуванні архітектури системи має бути враховано такі фактори, як масштабованість, доступність, продуктивність та безпека.

Ще одним важливим аспектом архітектури мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» є спосіб взаємодії комп'ютерів в системі. Зазвичай використовуються два способи взаємодії:

Запит-відповідь: в цьому способі взаємодії один комп'ютер надсилає запит до іншого комп'ютера, інший комп'ютер обробляє запит та надсилає відповідь назад. Цей спосіб взаємодії зазвичай використовується для передачі малих обсягів даних та для керування процесами.

Повідомлення: в цьому способі взаємодії один комп'ютер надсилає повідомлення до іншого комп'ютера, щоб повідомити його про певну подію або стан. Цей спосіб взаємодії зазвичай використовується для передачі великих обсягів даних та для асинхронної взаємодії.

Окрім цього, при проектуванні архітектури мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» має бути враховано такі аспекти, як вартість, надійність, складність та підтримка.

Для забезпечення ефективної та надійної роботи системи має бути проведений детальний аналіз вимог та потреб користувачів, а також технічних обмежень, що стосуються мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево».

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

Важливою складовою архітектури мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» є розміщення комп'ютерів у системі. Це може вплинути на продуктивність та швидкість передачі даних між комп'ютерами. Розміщення може бути централізованим, де всі комп'ютери знаходяться в одному центральному вузлі, або розподілене, де комп'ютери розташовані по різних вузлах мережі.

Також важливо враховувати питання масштабованості системи, тобто можливість додавання нових комп'ютерів до мультикомп'ютерної системи без перерв у роботі системи. Для забезпечення масштабованості можна використовувати горизонтальне та вертикальне масштабування.

Горизонтальне масштабування полягає у додаванні нових комп'ютерів на однаковому рівні мережі, що дозволяє збільшувати пропускну здатність та розширювати функціональні можливості системи.

Вертикальне масштабування полягає у покращенні апаратної частини комп'ютерів, що дозволяє збільшувати продуктивність та оброблювати більш об'ємні завдання. Однак, цей підхід може бути обмежувальним з точки зору фінансів та можливостей апаратного забезпечення.

Архітектура мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» повинна бути розроблена з урахуванням різноманітних факторів, що впливають на продуктивність, масштабованість та безпеку системи.

Також не менш важливим в архітектурі мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» є вибір протоколів мережевого зв'язку. Протоколи мережевого зв'язку дозволяють комп'ютерам взаємодіяти та обмінюватися даними в мережі. Вибір протоколів мережевого зв'язку повинен здійснюватись з урахуванням потреб та вимог системи, таких як швидкість передачі даних, надійність, безпека та підтримка різних типів пристроїв.

Одним з найпоширеніших протоколів мережевого зв'язку є TCP/IP, що забезпечує надійну передачу даних у мережі. Цей протокол є стандартом для Інтернету та багатьох локальних мереж. Іншими популярними протоколами мережевого зв'язку є UDP, HTTP, FTP та інші.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

Для забезпечення безпеки мультикомп'ютерної системи можна використовувати різні методи, такі як аутентифікація, шифрування даних та інші. Також важливо забезпечувати захист від вірусів та інших загроз безпеці системи.

У кінцевому підсумку, вибір архітектури мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» та вибір протоколів мережевого зв'язку повинен здійснюватись з урахуванням конкретних вимог та потреб системи, що дозволить забезпечити оптимальну продуктивність, масштабованість та безпеку системи.

Одним із важливих факторів архітектури мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» є вибір програмного забезпечення. Програмне забезпечення мультикомп'ютерної системи повинно бути розроблене з урахуванням специфіки цієї системи та її потреб. Наприклад, якщо система використовується для обробки великих обсягів даних, то можна використовувати програмне забезпечення, що спеціалізується на обробці даних, таке як Hadoop або Spark.

Для забезпечення ефективної роботи системи важливо забезпечувати її моніторинг та управління. Наприклад, можна використовувати програмне забезпечення для моніторингу системи та виявлення проблем, таке як Nagios або Zabbix. Також можна використовувати програмне забезпечення для управління системою та її налаштування, таке як Puppet або Chef.

Масштабованість системи дозволяє збільшувати обсяг обробки даних та кількість комп'ютерів у системі з ростом вимог до неї.

Вибір програмного забезпечення та методів моніторингу, управління та масштабування мультикомп'ютерної системи з топологією «дерево» повинен здійснюватись з урахуванням конкретних потреб та вимог системи.

Мультисерверна архітектура також може бути використана для забезпечення високої доступності та масштабованості системи. Наприклад, у разі збою одного сервера, інші сервери можуть прийняти його функції та продовжити роботу без перерви. Додавання нових серверів до системи дозволяє збільшити її потужність та продуктивність.

Залежно від конкретного використання та потреб користувачів, мультисерверна архітектура може бути додатково розширена за допомогою таких технологій, як кешування даних, балансування навантаження, реплікація даних,

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

автоматичне масштабування та інші. Використання таких технологій дозволяє ще більше покращити продуктивність та доступність системи.

Мультисерверна архітектура може бути дуже корисною для створення розподілених систем, які працюють з великими обсягами даних та мають велику кількість користувачів. Розподілені системи, зазвичай, складаються з великої кількості компонентів, які розташовані на різних серверах та взаємодіють між собою. Використання мультисерверної архітектури дозволяє забезпечити ефективну координацію та співпрацю між компонентами системи та забезпечити її стабільну та безперебійну роботу.

Мультисерверна архітектура є потужним інструментом для створення потужних та масштабованих систем. Вона дозволяє забезпечити високу доступність, продуктивність та безпеку системи та дозволяє ефективно використовувати ресурси серверів.

Для підвищення продуктивності мультикомп'ютерної системи згідно топології «дерево» можна використовувати різні методи оптимізації роботи мережі.

Балансування навантаження між вузлами мережі є одним з таких методів .

Балансування навантаження полягає в розподілі завдань між вузлами мережі таким чином, щоб жоден з них не перевантажувався, а робота мережі була максимально ефективною. Для цього можна використовувати різні алгоритми балансування, такі як Round Robin, Least Connections, IP Hash тощо.

Можна використовувати кешування на різних рівнях мережі для збереження ресурсів і підвищення швидкості доступу до них. Наприклад, можна встановити кеш на маршрутизаторах або на окремих вузлах мережі для збереження часто запитуваних даних, що дозволить зменшити трафік мережі та підвищити швидкість доступу до ресурсів.

Для підвищення надійності мережі можна використовувати резервні канали зв'язку, що дозволить уникнути відмов окремих вузлів мережі і забезпечити неперервну роботу системи в цілому. Також можна використовувати різні методи бекапування та відновлення даних для забезпечення їх безпеки та цілісності.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

2.2 Вибір апаратної частини

Існує кілька видів комутаторів залежно від їх функціональних можливостей та застосування. Ось декілька видів комутаторів:

- unmanaged комутатори: Це базові комутатори, які працюють на фізичному рівні, без можливості конфігурації. Вони зазвичай мають певну кількість портів і автоматично пересилають пакети даних в мережі;

- managed комутатори: Ці комутатори мають розширені функціональні можливості та можуть бути конфігуровані та керовані за допомогою спеціального програмного забезпечення. Вони дозволяють налаштовувати VLAN, QoS, ACLs, моніторити стан портів, виконувати діагностику мережі та багато іншого;

- PoE комутатори: Ці комутатори підтримують технологію Power over Ethernet (PoE), яка дозволяє жити підключені до комутатора пристрої, такі як IP-телефони, відеокамери, безпроводові точки доступу, безпосередньо через мережеві кабелі;

- це забезпечує простоту в установці та зменшує кількість необхідних джерел живлення;

- layer 2 комутатори: Ці комутатори працюють на другому рівні моделі OSI (Data Link Layer) і здійснюють комутацію на основі MAC-адресів. Вони підтримують функції, такі як VLANs, Spanning Tree Protocol (STP) для уникнення петель в мережі, Link Aggregation для об'єднання кількох портів в один логічний канал і т.д.

- layer 3 комутатори: Ці комутатори мають розширені можливості маршрутизації на третьому рівні моделі OSI (Network Layer). Вони можуть виконувати функції маршрутизації між підмережами, налаштовувати статичні та динамічні маршрути, підтримувати протоколи маршрутизації, такі як OSPF або EIGRP;

Для використання обраний комутатор switch 2960-24tt.

Серія комутаторів Cisco 2960 є популярною лінійкою комутаторів, які використовуються у багатьох мережевих інфраструктурах. Особливістю моделі 2960-24TT є наявність 24 портів і підтримка технології Ethernet.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

Основні характеристики комутатора Cisco 2960-24TT включають:

– кількість портів: Комутатор має 24 порти, що дозволяють підключити до 24 мережових пристроїв. Комутатор зображений на рисунку 2.1;



Рисунок 2.1 – Комутатор (2960-24tt)

– швидкість передачі даних: Комутатор підтримує швидкість передачі даних на рівні 10/100 Мбіт/с на кожному порту. Це означає, що є можливість передавати дані зі швидкістю до 100 Мбіт/с на кожному підключеному пристрої;

– Мережові протоколи: Комутатор підтримує різні мережові протоколи, такі як Ethernet, Fast Ethernet, VLAN (Virtual Local Area Network), Spanning Tree Protocol (STP) та інші. Це дозволяє ефективно керувати трафіком в мережі та забезпечувати надійну комутацію даних;

– розширені функції: Cisco 2960-24TT може підтримувати різні додаткові функції, такі як Quality of Service (QoS) для пріоритезації трафіку, Access Control Lists (ACLs) для керування доступом до мережі та Security VLANs для забезпечення безпеки даних;

– управління комутатором: Комутатор може керуватися через консольний порт або за допомогою мережевого протоколу SNMP (Simple Network Management Protocol). Це дозволяє адміністраторам мережі керувати його налаштуваннями та моніторити його роботу;

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		27

– комутатор Cisco 2960-24TT є надійним і простим у використанні пристроєм, який забезпечує швидку передачу даних і можливість керування мереж.

Порти на комутаторах використовуються для підключення до інших комутаторів та комп'ютерів і грають важливу роль у передачі даних у мережі. Зазвичай на комутаторі встановлюється кілька портів, які можуть бути використані для різних цілей.

Для підключення до інших комутаторів використовуються порти, які зазвичай називаються портами вищого рівня або портами uplink. Ці порти забезпечують з'єднання між комутаторами, дозволяючи передавати дані між ними. Вони зазвичай мають вищу пропускну здатність і використовуються для створення великих мереж, де багато комутаторів пов'язані між собою.

Порти для підключення комп'ютерів, як правило, називаються портами нижнього рівня або портами access. Ці порти використовуються для прямого підключення комп'ютерів до комутатора. Кожен порт access призначений для одного комп'ютера, і він забезпечує постійне з'єднання між комп'ютером та комутатором.

У залежності від моделі комутатора можуть бути різні типи портів, такі як Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet тощо. Кількість портів також може варіюватися від моделі до моделі, починаючи з кількох портів і до десятків портів у більш продуктивних комутаторах.

2.3 Забезпечення безпеки мультикомп'ютерної системи топології «дерево»

Аналіз потенційних загроз безпеці є необхідним кроком для забезпечення безпеки мультикомп'ютерної системи згідно топології «дерево». Відомості про різні загрози допомагають виявити потенційні ризики та розробити відповідні заходи забезпечення безпеки. Деякі типові загрози безпеці, які можуть впливати на таку систему, включають:

Сканування портів та злом паролів: Злоумисники можуть намагатися проникнути в систему, шляхом сканування портів комутаторів та намагаючись зламати паролі доступу.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		28

Відмова в обслуговуванні (DoS) атаки: Це атаки, спрямовані на перевантаження ресурсів мережі шляхом надмірного навантаження комутаторів або передачі великого обсягу шкідливих даних.

Несанкціонований доступ: Працівники організації можуть намагатися отримати несанкціонований доступ до мережі або використовувати привілеї, які перевищують їхні повноваження.

Втрати даних: Несанкціоноване копіювання або видалення даних, які зберігаються на комп'ютерах або серверах, може призвести до втрати важливої інформації.

Фізичні загрози: Це можуть бути пошкодження обладнання, випадкові пошкодження комутаторів або кабелів, що призводять до відмови окремих сегментів мережі, або крадіжка обладнання, що може призвести до недоступності певних частин мережі та втрати даних.

Загрози безпеки програмного забезпечення: Це можуть бути вразливості програмного забезпечення комутаторів або комп'ютерів, які можуть бути використані злоумисниками для отримання несанкціонованого доступу або здійснення атак на систему.

Оцінка вразливостей мережі з топологією "дерево". Під час оцінки проводиться аналіз можливих загроз та вразливостей, які можуть впливати на мережу. Основні аспекти оцінки включають:

Аналіз безпекових налаштувань комутаторів: Перевірка налаштувань комутаторів, таких як паролі доступу, обмеження доступу до портів та списки керування доступом. Виявлення можливих слабкостей у налаштуванні комутаторів.

Виявлення атак на протокол Spanning Tree (STP): Перевірка правильності налаштування STP на всіх комутаторах і виявлення можливих атак, таких як блокування портів або зловживання протоколом.

Аналіз безпеки мережевого трафіку: Аналіз трафіку в мережі для виявлення підозрілого або шкідливого трафіку. Використання засобів моніторингу та систем виявлення вторгнень.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		29

Аудит безпеки комунікаційних протоколів: Перевірка безпеки протоколів, які використовуються в мережі, включаючи протоколи маршрутизації та управління комутаторами.

Виявлення вразливостей пристроїв: Аналіз вразливостей комутаторів, маршрутизаторів та інших пристроїв, що використовуються в мережі. Перевірка версій програмного забезпечення та встановлення оновлень безпеки.

Аналіз доступу до ресурсів: Перевірка прав доступу до різних ресурсів в мережі, включаючи файлообмінні сервери, друкарні, бази даних та інші ресурси. Результатом оцінки вразливостей є ідентифікація потенційних ризиків та вразливостей мережі. Це допомагає виявити потенційні проблеми безпеки та прийняти відповідні заходи для запобігання інцидентам та забезпечення стійкості та безпеки мультикомп'ютерної системи з топологією "дерево".

На рівні мережі існує кілька заходів безпеки, які можуть бути прийняті для забезпечення захисту мультикомп'ютерної системи з топологією "дерево". Деякі з них включають:

Встановлення правил фаєрвола: Налаштування правил фаєрвола для обмеження доступу до мережевих ресурсів та контролю трафіку. Це може включати блокування небажаних підключень, фільтрацію пакетів або використання інших методів захисту.

Використання віртуальних приватних мереж (VPN): Встановлення VPN для захищеного з'єднання між вузлами мережі через незахищені канали. Це дозволяє шифрувати трафік і забезпечити приватність під час передачі даних.

Налаштування списків керування доступом (ACL): Використання списків керування доступом для обмеження доступу до ресурсів мережі на основі IP-адрес, портів або інших параметрів. Це дозволяє контролювати, які користувачі мають доступ до конкретних сервісів або даних.

Використання протоколів аутентифікації: Встановлення протоколів аутентифікації, таких як 802.1X, для перевірки легітимності користувачів, які намагаються підключитися до мережі. Це дозволяє уникнути несанкціонованого доступу до мережевих ресурсів.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		30

Моніторинг мережі: Використання систем моніторингу мережі для виявлення підозрілого трафіку, несправностей або атак. Це дозволяє оперативно реагувати на потенційні проблеми та забезпечити безпеку мережі.

Захист фізичного доступу: Забезпечення фізичної безпеки комутаторів та інших мережевих пристроїв шляхом обмеження доступу до них. Це може включати встановлення замків на шафи або контроль доступу до приміщень.

Регулярне оновлення програмного забезпечення: Забезпечення регулярного оновлення програмного забезпечення на комутаторах та інших пристроях мережі для виправлення вразливостей та отримання нових функцій безпеки.

Забезпечення резервного копіювання: Регулярне створення резервних копій конфігурацій комутаторів та інших мережевих пристроїв, що дозволяє відновити мережу в разі випадкової або зловмисної зміни конфігурації.

В мультикомп'ютерній системі з топологією "дерево" використовуються різні протоколи, які забезпечують безпеку комунікацій між пристроями. Деякі з них включають:

Virtual LAN (VLAN): Протокол VLAN дозволяє розділити мережу на віртуальні сегменти, що дозволяє контролювати комунікацію між різними групами пристроїв. Це підвищує безпеку, оскільки обмежується видимість та доступ до даних для нелегітимних користувачів.

Spanning Tree Protocol (STP): STP є протоколом, який запобігає утворенню петель у мережі, що можуть спричинити перенавантаження та втрату даних. Це важливо з точки зору безпеки, оскільки уникнення петель допомагає забезпечити нормальну роботу мережі та запобігти можливим атакам, таким як атаки на переповнення буфера.

Port Security: Протокол Port Security дозволяє обмежити доступ до комутатора лише певним дозволеним пристроям шляхом визначення MAC-адресів. Це допомагає уникнути несанкціонованого підключення до мережі та забезпечити безпеку пристроїв.

Access Control Lists (ACL): ACL є протоколом, який дозволяє налаштовувати правила фільтрації пакетів на комутаторі. Він може використовуватися для обмеження доступу до ресурсів мережі на основі IP-адрес,

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		31

портів або інших параметрів. Це забезпечує контроль над трафіком і допомагає уникнути несанкціонованого доступу.

Secure Shell (SSH): SSH є протоколом шифрування, який забезпечує безпечно з'єднання та аутентифікацію між пристроями. Він дозволяє захистити від перехоплення конфіденційної інформації та забезпечити безпеку під час конфігурації та керування мережею.

Network Address Translation (NAT): NAT є протоколом, який перетворює локальні IP-адреси в глобальні IP-адреси та навпаки. Це допомагає забезпечити безпеку, оскільки зовнішній світ не може прямо звертатися до внутрішніх пристроїв мережі.

Virtual Private Network (VPN): VPN є протоколом, який забезпечує безпечно з'єднання між віддаленими пристроями через незахищену мережу, таку як Інтернет. Він використовує шифрування трафіку для забезпечення конфіденційності та безпеки під час передачі даних.

Аналіз можливостей налаштування комутаторів для підвищення безпеки системи є важливим аспектом забезпечення безпеки мультимедійної системи з топологією "дерево". Налаштування комутаторів можуть включати різні заходи безпеки, що допомагають захистити мережу від несанкціонованого доступу, атак та зловмисного використання. Деякі з можливостей налаштування комутаторів для підвищення безпеки включають:

Port Security: Конфігурація портів комутаторів для обмеження доступу лише для певних пристроїв шляхом визначення дозволених MAC-адрес. Це дозволяє уникнути несанкціонованого підключення до мережі та запобігти атакам типу "MAC-флуд".

VLAN-и: Використання віртуальних LAN (VLAN) дозволяє розділити мережу на логічні сегменти, обмежуючи комунікацію між ними. Це допомагає уникнути несанкціонованого доступу до ресурсів мережі та обмежити поширення шкідливого трафіку.

Access Control Lists (ACL): Налаштування списків керування доступом дозволяє контролювати рух пакетів на основі IP-адрес, портів, протоколів та

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

інших параметрів. Це дозволяє встановлювати правила фільтрації пакетів і обмежувати доступ до мережевих ресурсів з метою забезпечення безпеки.

Secure Shell (SSH): Використання протоколу SSH для забезпечення безпечного з'єднання та аутентифікації з комутатором. SSH використовує шифрування трафіку, що дозволяє уникнути перехоплення інформації під час передачі.

Перевірка трафіку (Traffic Monitoring): Використання механізмів моніторингу трафіку дозволяє виявляти незвичайні або підозрілі активності в мережі, такі як надмірне використання ресурсів, атаки або спроби несанкціонованого доступу. Це допомагає вчасно реагувати на можливі загрози та забезпечувати безпеку мережі.

Можливість використання списків керування доступом (ACL), віртуальних локальних мереж (VLAN) та інших механізмів безпеки на комутаторах є важливим аспектом забезпечення безпеки мультикомп'ютерної системи з топологією "дерево".

Списки керування доступом (ACL) є механізмом, який дозволяє контролювати рух пакетів у мережі на основі різних параметрів, таких як IP-адреси, порти, протоколи тощо. Вони можуть бути використані для обмеження доступу до мережевих ресурсів, встановлення правил фільтрації пакетів і захисту від різноманітних атак. Налаштування правил ACL дозволяє точно визначити, які типи трафіку дозволені або заборонені в мережі, що сприяє покращенню безпеки.

Віртуальні локальні мережі (VLAN) дозволяють фізично розділити мережу на логічні сегменти, що дозволяє контролювати комунікацію між різними групами пристроїв. Це може бути корисним для забезпечення безпеки, оскільки віртуальна сегментація дозволяє обмежити поширення шкідливого трафіку та зменшити ризик зламу всієї мережі. Крім того, VLAN дозволяють встановлювати політики безпеки на рівні груп пристроїв, надаючи більш гранульований контроль над доступом до ресурсів мережі.

Крім ACL і VLAN, комутатори також можуть мати ряд інших механізмів безпеки, таких як DHCP Snooping, Port Security, IP Source Guard, Dynamic ARP Inspection тощо. Вони дозволяють контролювати та обмежувати небезпечну або несанкціоновану активність у мережі, а також захищати від різних типів атак,

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		33

таких як атаки на ARP-протокол, перехоплення DHCP-трафіку або спуфінг IP-адрес.

Використання цих механізмів безпеки на комутаторах у мультикомп'ютерній системі з топологією "дерево" допомагає забезпечити контроль, ізоляцію та захист мережі від потенційних загроз та атак. Це забезпечує підвищений рівень безпеки системи та знижує ймовірність виникнення проблем безпеки, що можуть негативно вплинути на функціонування та конфіденційність даних.

2.4 Аналіз пропускної здатності топології

Топологія "дерево" може використовувати різні швидкості з'єднань між комутаторами та комп'ютерами. Використання високошвидкісних з'єднань, таких як Gigabit Ethernet або 10 Gigabit Ethernet, дозволяє досягти великої пропускної здатності та швидкості передачі даних.

Gigabit Ethernet забезпечує швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с, що дозволяє ефективно обробляти великі обсяги інформації. 10 Gigabit Ethernet, у свою чергу, надає ще більшу швидкість до 10 Гбіт/с, що робить його ідеальним варіантом для вимогливих додатків і великих об'ємів даних.

Використання високошвидкісних з'єднань дозволяє забезпечити миттєвий обмін даними між комутаторами і комп'ютерами, що допомагає уникнути затримок та перевантаження мережі. Крім того, швидкі з'єднання сприяють виконанню реального часу завдяки швидкій передачі відео, голосу та інших медіа-даних.

Важливо враховувати потреби і можливості вашої мережі при виборі швидкості з'єднань. Якщо ви працюєте з великими обсягами даних або маєте вимоги до швидкості передачі, використання високошвидкісних з'єднань є раціональним рішенням. Однак, у випадку менш навантажених мереж або обмеженого бюджету, можна розглянути інші варіанти з меншою пропускною здатністю, такі як Fast Ethernet або 100 Mbps Ethernet.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

Завдяки використанню високошвидкісних з'єднань у топології "дерево" можна отримати декілька переваг:

Збільшена пропускна здатність: Високошвидкісні з'єднання дозволяють передавати більшу кількість даних протягом одиниці часу. Це особливо важливо в сучасних мережах, які обробляють великі обсяги інформації, таких як медіа-файли, стрімінгове відео та великі бази даних.

Зменшення затримок: Швидкі з'єднання допомагають уникнути затримок при передачі даних. Це особливо важливо для реалізації додатків реального часу, де важлива миттєва передача інформації, наприклад, в голосових або відеоконференціях.

Підтримка високопродуктивних додатків: Використання високошвидкісних з'єднань дозволяє ефективно працювати з вимогливими до пропускної здатності додатками, такими як обробка великих обсягів даних, віртуалізація, хмарні обчислення тощо.

Балансування навантаження: Високошвидкісні з'єднання дозволяють розподілити трафік між різними комутаторами та шляхами мережі, що допомагає уникнути перевантаження деяких вузлів та забезпечити рівномірний розподіл навантаження.

Майбутнє розширення: Високошвидкісні з'єднання забезпечують достатній резерв пропускної здатності для майбутнього розширення мережі та підключення нових пристроїв.

Кількість з'єднань між комутаторами та комп'ютерами в топології "дерево" може впливати на пропускну здатність та продуктивність мережі. Ось деякі аспекти, які слід враховувати при розгляді кількості з'єднань:

Кількість доступних портів на комутаторах: Кожен комутатор має обмежену кількість портів, які можуть використовуватися для підключення комп'ютерів та інших комутаторів. Необхідно враховувати потреби мережі та забезпечити достатню кількість портів для всіх пристроїв.

Розміщення комутаторів: Розміщення комутаторів у мережі також впливає на кількість з'єднань. Якщо комутатори розташовані в близькому обмеженому

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		35

просторі, це дозволяє зменшити витрати на кабельну інфраструктуру та забезпечити більше прямих з'єднань між ними.

Кількість вузлів у мережі: Кількість підключених комп'ютерів та інших пристроїв також впливає на кількість з'єднань. Значна кількість вузлів може призвести до перевантаження мережі, тому важливо розглянути оптимальний розподіл трафіку та використовувати механізми балансування навантаження.

Резервні з'єднання: Розгляд можливості наявності резервних з'єднань може забезпечити надійність та відновлюваність мережі. Резервні з'єднання дозволяють забезпечити альтернативний шлях для передачі даних у разі відмови основного з'єднання.

Управління з'єднаннями: Для оптимізації та контролю кількості з'єднань у мережі можна використовувати механізми управління з'єднаннями, такі як віртуальні локальні мережі (VLAN) та списки керування доступом (ACL). Вони дозволяють групувати пристрої та контролювати доступ до ресурсів мережі, зменшуючи непотрібний трафік.

2.5 Масштабованість мультикомп'ютерної системи

Вплив розміру та глибини дерева на масштабованість мережі є важливим в проектуванні топології "дерево". Розмір та глибина дерева визначаються кількістю комутаторів та рівнями дочірніх комутаторів, які будуть використовуватися в мережі.

Розмір дерева визначається кількістю комутаторів у мережі. Збільшення кількості комутаторів може привести до збільшення пропускної здатності та потужності мережі, оскільки більше комутаторів означає більше можливостей для передачі даних. Однак, при занадто великому розмірі дерева можуть виникати проблеми з управлінням та використанням ресурсів мережі. Потрібно забезпечити баланс між пропускною здатністю та масштабованістю мережі, враховуючи потреби і обмеження вашого конкретного сценарію.

Глибина дерева визначається кількістю рівнів дочірніх комутаторів. Збільшення глибини дерева дозволяє розділити мережу на більшу кількість гілок і

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

підключити більше комп'ютерів. Це може поліпшити масштабованість, оскільки розподіл навантаження та трафіку може бути більш рівномірним. Однак, занадто велика глибина може призвести до збільшення затримок та складнощів в управлінні мережею. Крім того, кожен рівень дочірніх комутаторів додає додаткові витрати на обладнання.

Масштабованість мережі:

– розмір та глибина дерева впливають на масштабованість мережі. Масштабованість означає, наскільки легко мережа може зростати та розширюватися з додатковими вузлами та ресурсами. Правильне розмірнування та проектування дерева дозволяє забезпечити масштабованість мережі без значного впливу на її продуктивність та ефективність. Важливо забезпечити достатній запас пропускну здатності та ресурсів для майбутнього зростання мережі;

– правильна конфігурація дерева дозволяє забезпечити збалансований розподіл трафіку по всій мережі. Шляхи між комутаторами та комп'ютерами у дереві розподіляють трафік, запобігаючи перевантаження деяких вузлів мережі. Це покращує продуктивність та доступність ресурсів у мультикомп'ютерній системі. Застосування механізмів балансування навантаження на рівні комутаторів може бути корисним для оптимізації розподілу трафіку та підвищення продуктивності мережі;

– у мультикомп'ютерних системах важливо розглядати вплив можливих збоїв та здатність мережі до відновлення після виникнення проблем. Топологія "дерево" може мати вплив на відновлення мережі, оскільки несправність одного комутатора може вплинути на всі дочірні комутатори та підключені до них комп'ютери. Важливо розробити стратегію відновлення мережі та резервування, щоб забезпечити неперервну доступність та витривалість системи;

– для оцінки продуктивності мережі в топології "дерево" необхідно виконати аналіз її завантаження. Це дозволяє виявити можливі проблемні ділянки мережі, де може відбуватися перевантаження або зниження продуктивності. Використання спеціальних інструментів та метрик дозволяє отримати об'єктивні

дані про продуктивність та завантаження мережі, що дозволяє приймати рішення щодо оптимізації та покращення її роботи.

Враховуючи потенційний ріст мережі, необхідно передбачити можливість додавання нових комутаторів у дерево. Це може здійснюватися шляхом розширення існуючих гілок або створення нових гілок від кореневого комутатора. При проектуванні комутаторів слід враховувати їхні фізичні та технічні характеристики, такі як пропускна здатність, підтримка протоколів і стандартів, що впливають на масштабованість мережі.

Збільшення розміру мережі вимагає ефективного керування адресами та ресурсами. Потрібно мати механізми для присвоєння та управління IP-адресами, а також керування пропускною здатністю, пам'яттю та іншими ресурсами в нових комутаторах. Це допоможе забезпечити ефективне використання ресурсів мережі та уникнути перевантаження.

Розширення мережі може вплинути на маршрутизацію трафіку. При додаванні нових гілок та комутаторів необхідно уважно планувати маршрутизацію, щоб забезпечити оптимальний розподіл трафіку та зменшити затримки. Використання протоколів динамічної маршрутизації, таких як OSPF або BGP, може сприяти автоматичному виявленню та налаштуванню маршрутів у розширеній мережі.

З ростом мережі важливо забезпечити балансування навантаження для оптимального використання ресурсів. Механізми балансування навантаження можуть бути використані для розподілу трафіку між комутаторами та гілками мережі, зменшуючи можливі проблеми з перевантаженням та забезпечуючи ефективну роботу всієї мережі.

Розширення мережі також вимагає ефективного управління конфігурацією та моніторингу. Використання систем управління мережею (Network Management System) дозволяє централізовано керувати та контролювати розширену мережу. Моніторинг ресурсів, пропускної здатності та інших параметрів допомагає виявляти проблеми та забезпечувати нормальну роботу системи.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		38

2.6 Відмовостійкість та надійність

В мультикомп'ютерних системах, заснованих на топології "дерево", важливо розглядати питання відмовостійкості та надійності мережі. Врахування цих аспектів дозволяє забезпечити безперебійну роботу системи та запобігти втраті даних або перерві в доступі до ресурсів. Деякі ключові фактори, пов'язані з відмовостійкістю та надійністю, включають:

Для забезпечення відмовостійкості мережі можна використовувати дубльовані комутатори. При виході з ладу одного комутатора інший може автоматично приймати на себе його функції, що дозволяє уникнути втрати з'єднання та забезпечити безперебійну роботу мережі. Для цього використовуються протоколи та механізми дублювання, такі як Spanning Tree Protocol (STP) або Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP).

Розгляд топології "дерево" дозволяє використовувати запасні шляхи для забезпечення надійності мережі. Запасні шляхи використовуються в разі відмови основного шляху і дозволяють уникнути втрати з'єднання та забезпечити доступ до ресурсів. Використання протоколів динамічної маршрутизації дозволяє автоматично виявляти відмови та переключатися на запасні шляхи.

Для забезпечення надійності мережі важливо мати резервне живлення. Використання джерел живлення з резервними джерелами, такими як UPS (Uninterruptible Power Supply) або генератори, допомагає уникнути перерв у роботі мережі через відключення електроенергії. Резервне живлення забезпечує безперебійне живлення комутаторів та інших пристроїв мережі.

Для забезпечення надійності та відмовостійкості мережі важливо регулярно робити резервне копіювання даних. Це дозволяє відновити дані в разі їх втрати або пошкодження. Застосування систем резервного копіювання та відновлення, таких як RAID (Redundant Array of Independent Disks), дозволяє забезпечити надійність та доступність даних у разі проблем.

Важливо мати систему моніторингу та виявлення відмов у мережі. Це дозволяє оперативно виявляти проблеми та приймати відповідні заходи для їх вирішення. Використання моніторингових інструментів та протоколів, таких як Simple

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

Network Management Protocol (SNMP), допомагає відслідковувати стан мережі та вчасно реагувати на відмови.

2.6 Висновки

Архітектура мультимп'ютерної системи була обрана з урахуванням потреб проекту. Вибір апаратної частини був здійснений таким чином, щоб вона відповідала вимогам продуктивності та масштабованості системи. Забезпечення безпеки мультимп'ютерної системи здійснювалося шляхом використання топології "дерево", що дозволяє контролювати доступ до ресурсів та імплементувати механізми захисту даних.

Аналіз пропускної здатності топології підтвердив ефективність передачі даних у мультимп'ютерній системі, забезпечуючи високу швидкість та реактивність. Масштабованість системи була забезпечена, що дозволяло розширювати її мережеві можливості у відповідності до зростаючих потреб. Відмовостійкість та надійність були гарантовані завдяки правильному вибору апаратної частини та налаштуванню системи.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
						40
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Вибір програмного забезпечення та опис його особливостей

Для роботи була обрана програмна реалізація в Packet Tracer так як ця програма має багато переваг.

Packet Tracer - це програмне забезпечення для моделювання мережових топологій, яке має декілька переваг порівняно з іншими програмами.

Перш за все, Packet Tracer має легкий у використанні інтерфейс, що робить його популярним серед користувачів з будь-яким рівнем досвіду. Навіть для початківців, які мають обмежені навички у налаштуванні мереж, він є зрозумілим і простим у використанні інструментом.

Packet Tracer має широкий набір мережових пристроїв, що дозволяє створювати складні мережові топології. Можемо вибрати необхідні пристрої, такі як комутатори, маршрутизатори, сервери, IP-телефони, точки доступу Wi-Fi та інші, і налаштувати їх параметри згідно вимогам.

Одна з основних переваг Packet Tracer полягає в можливості візуалізації мережі. Є можливість побудувати топологію мережі, підключити пристрої, встановити з'єднання між ними та відстежувати передачу даних. Це допомагає зрозуміти, як працює мультикомп'ютерна система та виявляти можливі проблеми.

Packet Tracer також підтримує різні мережові протоколи, що дозволяє налаштовувати параметри маршрутизації, комутації та інших мережових функцій. Існує можливість встановлювати протоколи маршрутизації, налаштовувати параметри портів, контролювати шляхи передачі даних та багато іншого.

Крім того, Packet Tracer є мультиплатформним, що означає, що є можливість використовувати його на різних операційних системах, включаючи Windows, macOS і Linux. Це забезпечує гнучкість і зручність в роботі з програмою на будь-якому комп'ютері.

Також варто зазначити, що Packet Tracer має можливість симуляції роботи мережі. Це означає, що ви можете перевірити правильність конфігурації мережі,

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

спостерігати за обміном даних та перевіряти працездатність мультикомп'ютерної системи без необхідності фізичного обладнання.

Загалом, використання Packet Tracer дозволяє реалізувати та візуалізувати мультикомп'ютерну систему, налаштовувати пристрої та мережеві параметри, спостерігати за обміном даних та виконувати симуляцію мережі. Це потужний інструмент для вивчення, розробки та тестування мережевих топологій.

Продовжуючи, важливо зазначити, що використання програмного забезпечення Packet Tracer дозволяє ефективно виконувати ряд завдань:

Навчання та навчання мережевими технологіями: Packet Tracer є популярним інструментом у навчальних закладах та академічних середовищах для навчання мережевими концепціями та протоколами. Він дозволяє студентам створювати та експериментувати з різними мережевими сценаріями без необхідності фізичного обладнання. На рисунку 3.1 та 3.2 зображено інтерфейс програми.

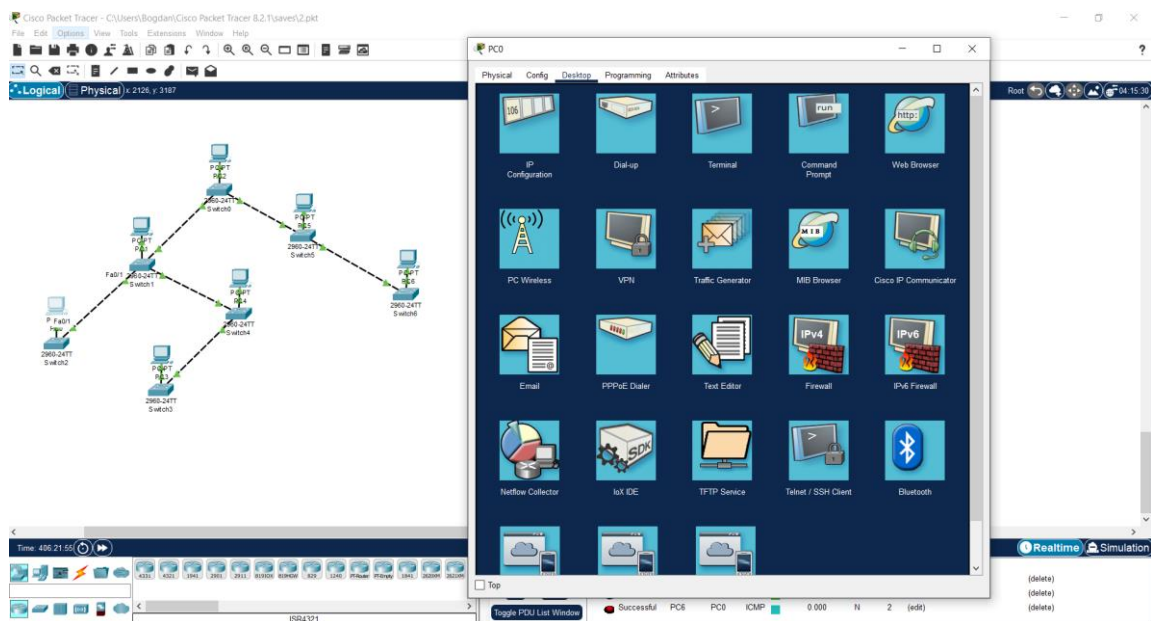


Рисунок 3.1 – Інтерфейс програми Packet Tracer

Відладка та тестування: Packet Tracer дозволяє перевірити працездатність мережевої конфігурації та виявити можливі проблеми перед реалізацією на фізичному обладнанні. Дає можливість спостерігати передачу даних, перевіряти стан портів, моніторити мережевий трафік та здійснювати налагодження без впливу на реальну мережу.

налаштування пристроїв, зміна стану інтерфейсів тощо. Ви можете переглядати цей журнал для аналізу та дебагінгу вашої мережі.

Packet Tracer надає можливість фільтрувати події в журналі за різними параметрами, такими як тип події, джерело, час тощо. Це дозволяє зосередитися на конкретних аспектах мережі та аналізувати відповідні події.

Також можемо експортувати журнал подій у Packet Tracer у форматі текстового файлу для зручного аналізу за допомогою зовнішніх інструментів або інтеграції з іншими системами.

Запис журналу подій є корисною функцією для відстеження та аналізу подій, що відбуваються у вашій мережі під час симуляції. Він може допомогти виявити та усунути проблеми, а також покращити продуктивність вашої мережі.

Інтеграція з іншими програмами: Packet Tracer має можливість інтеграції з іншими платформами та програмами, що робить його більш універсальним і потужним інструментом для вивчення та моделювання мережевих сценаріїв. Ось деякі аспекти і переваги інтеграції Packet Tracer з іншими програмами.

Можемо імпортувати мережеві топології зовнішніх додатків або інших платформ для подальшої роботи з ними в Packet Tracer. Це дозволяє використовувати існуючі моделі та ресурси, які вже створені в інших програмах, і продовжувати їх дослідження та розробку в середовищі Packet Tracer.

Packet Tracer може бути використаний разом з іншими програмами для аналізу та моделювання мережі. Можемо використовувати дані з Packet Tracer для виконання різноманітних аналітичних завдань, таких як перевірка пропускну здатності, оцінка навантаження мережі, виявлення проблем та оптимізація маршрутизації. Інтеграція з іншими програмами розширює можливості аналізу та дозволяє здійснювати більш точні та детальні дослідження мережевих сценаріїв.

Після завершення роботи з Packet Tracer, ви можете експортувати результати своєї роботи в інші формати для подальшого використання. Наприклад, ви можете експортувати мережеві топології у вигляді зображень або документів, що дозволяє вам демонструвати та ділитися своїми роботами з колегами або викладачами. Крім того, ви можете експортувати дані про мережу

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		44

для використання в інших програмах, наприклад, для подальшого аналізу або створення звітів.

Packet Tracer дотримується різних стандартів та протоколів, що використовуються в мережевій індустрії. Він підтримує такі протоколи, як TCP/IP, Ethernet, OSPF, EIGRP, VLAN і багато інших. Це дозволяє виконувати реалістичне моделювання різних мережесценаріїв і перевіряти їх сумісність з існуючими стандартами та протоколами.

Packet Tracer надає потужні засоби для візуалізації та анімації мережесценаріїв. Це дозволяє користувачам отримати візуальне уявлення про те, як працює мережа та які взаємодії відбуваються між різними компонентами.

Графічне представлення компонентів: Packet Tracer надає широкий вибір графічних символів та іконок для представлення мережесценаріїв, таких як маршрутизатори, комутатори, сервери, ПК та інші. Користувачі можуть розташовувати ці символи на віртуальному полотні та встановлювати з'єднання між ними, створюючи таким чином візуальну топологію мережі.

Під час симуляції мережесценаріїв Packet Tracer відтворює рух даних в мережі, що дозволяє користувачам відстежувати шлях пакетів даних від джерела до призначення. Це візуально демонструє, як дані передаються через різні комутатори та маршрутизатори, а також як вони проходять через різні мережесценаріїв шляхи.

Packet Tracer пропонує кілька режимів анімації, таких як режим step-by-step (крок за кроком) та режим real-time (реальний час). У режимі step-by-step користувач може контролювати часову ходу симуляції, крок за кроком переглядаючи процес передачі даних. У режимі real-time симуляція відтворюється в реальному часі, що дозволяє спостерігати за рухом даних без затримок.

Packet Tracer дозволяє використовувати інструменти відладки для перевірки стану мережесценаріїв та виявлення проблем. Користувачі можуть перевіряти таблиці маршрутизації, таблиці комутації, стан інтерфейсів та інші параметри, щоб з'ясувати, як працює мережа та чи виникають помилки.

Завдяки цим можливостям візуалізації та анімації, Packet Tracer дозволяє користувачам більш детально розуміти принципи роботи мережесценаріїв та

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		45

взаємодію компонентів мережі. Це є важливим аспектом при вивченні та моделюванні мережевих сценаріїв, оскільки дозволяє легше сприймати та аналізувати складні мережеві процеси.

Підтримка новітніх технологій є однією з ключових переваг Packet Tracer. Ось деякі аспекти, які варто враховувати:

Підтримка IPv6 є не менш важливим моментом. Packet Tracer дозволяє створювати мережі, використовуючи IPv6, що є наступним поколінням Інтернет-протоколу. Ви можете встановлювати IPv6-адреси на мережевих пристроях, налаштовувати маршрутизацію, використовувати IPv6-протоколи і сервіси, та перевіряти сумісність мереж з IPv4 і IPv6.

Packet Tracer надає можливість створювати та конфігурувати бездротові мережі з використанням стандартів Wi-Fi. Ви можете додавати точки доступу, налаштовувати безпеку мережі, встановлювати параметри передачі даних і проводити тестування зв'язку в бездротових середовищах.

Packet Tracer дозволяє використовувати хмарні сервіси для розміщення додатків та зберігання даних. Ви можете імітувати підключення до публічних хмарних сервісів, налаштовувати доступ до хмарних ресурсів та виконувати передачу даних між мережевими пристроями та хмарою.

Віртуальні приватні мережі (VPN). Packet Tracer підтримує конфігурацію та тестування віртуальних приватних мереж (VPN). Ви можете створювати VPN-тунелі, налаштовувати шифрування, аутентифікацію та інші параметри безпеки для забезпечення безпечного обміну даними через публічну мережу.

Ці функції дозволяють користувачам Packet Tracer експериментувати з сучасними технологіями та стандартами мережевого зв'язку. Вони дозволяють студентам, викладачам та фахівцям вивчати та розробляти мережеві рішення, що відповідають сучасним вимогам та трендам у галузі мережевих технологій

Сумісність з Cisco-мережевими пристроями. Packet Tracer створений компанією Cisco Systems, тому він повністю сумісний з мережевими пристроями Cisco. Це означає, що ви можете моделювати, конфігурувати та тестувати рішення, які базуються на пристроях Cisco, використовуючи Packet Tracer. Програмне забезпечення дає можливість налаштовувати маршрутизатори,

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

комутатори, файрволи та інші пристрої Cisco, досліджувати їх функціональні можливості і вивчати особливості роботи з цими пристроями.

Отже, Packet Tracer забезпечує сумісність з пристроями Cisco, що робить його цінним інструментом для освоєння мережевих технологій та використання його в навчальних програмах, дослідженнях та проектуванні мереж.

Одним зі значних переваг Packet Tracer є його інтеграція з різноманітними інструментами та сервісами. Ця інтеграція дозволяє розширити функціональні можливості та забезпечити більш ефективне управління та аналіз мережевої інфраструктури. Ось кілька конкретних прикладів інтеграції:

Інтеграція з системами управління мережею (NMS): Packet Tracer може бути підключений до NMS для моніторингу та управління мережевими пристроями. Це дозволяє збирати дані про стан мережі, налаштовувати параметри, відстежувати події та ефективно керувати мережею.

Packet Tracer може бути використаний разом з такими інструментами, як Wireshark, для аналізу мережевого трафіку. Можемо захоплювати та аналізувати пакети даних, досліджувати заголовки, виявляти проблеми та налаштовувати мережу для оптимального передавання даних.

Packet Tracer може бути інтегрований з хмарними платформами, що дозволяє розгорнути та керувати віртуальними мережевими сервісами у хмарному середовищі. Це відкриває нові можливості для розробки та тестування розподілених мережевих рішень та додатків.

Інтеграція зі сховищами конфігурацій та файлів: Packet Tracer підтримує інтеграцію зі сховищами конфігурацій, що дозволяє зберігати, відновлювати та обмінюватися конфігураційними файлами з іншими користувачами. Це забезпечує стабільність, надійність та зручність роботи з налаштуваннями мережі.

Ці інтеграційні можливості роблять Packet Tracer більш гнучким та потужним інструментом для розробки, тестування та управління мережевими середовищами. Вони допомагають спростити процеси управління мережею, забезпечують більш точний моніторинг та аналіз, а також дозволяють ефективно використовувати новітні технології та сервіси.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		47

3.2 Проміжне програмне забезпечення

Проміжне програмне забезпечення (Middleware) - це шар або компонент, який знаходиться між операційною системою і додатками, або між різними додатками. Воно функціонує як посередник між різними програмними компонентами, дозволяючи їм взаємодіяти і обмінюватися даними.

Проміжне програмне забезпечення надає різноманітні сервіси і функціональні можливості, які полегшують розробку, розгортання та управління програмними додатками. Воно може забезпечувати такі функції, як комунікація між компонентами, перетворення даних, кешування, безпеку, управління транзакціями, маршрутизацію, моніторинг та інші.

Мова програмування C++ для проміжного програмного забезпечення була використана в даному коді з кількох причин:

- продуктивність: C++ є компільованою мовою, що дозволяє отримати високу продуктивність виконання програм. Це особливо важливо в сценаріях, де обробляються великі обсяги даних або вимагається швидка обробка мережевих пакетів;
- низькорівневий доступ: C++ надає можливість прямого доступу до різних системних ресурсів, таких як сокети та мережеві протоколи. Це дозволяє ефективно взаємодіяти з мережевими пристроями;
- масштабованість: C++ дозволяє створювати ефективні та масштабовані програми, орієнтовані на обробку багатопотокових або розподілених завдань. Це важливо для систем, які взаємодіють з багатьма пристроями одночасно;
- широкий спектр бібліотек: C++ має велику кількість стандартних бібліотек та сторонніх бібліотек, які полегшують роботу з мережевими операціями, обробкою рядків, серіалізацією даних та іншими завданнями, пов'язаними з розробкою мережевих додатків;
- компатибельність: C++ є широко використовуваною мовою програмування, яка підтримується на різних платформах і операційних системах.

Це дозволяє розгорнути код на різних середовищах та забезпечує його переносимість.

В цьому конкретному випадку, використання C++ дозволяє ефективно працювати з сокетом, мережевими адресами, виконувати обробку даних та обмін даними між різними пристроями в мережі.

Основна ідея цього коду полягає у встановленні з'єднання між комп'ютерами (PC) та точками доступу (Access Point) за допомогою сокетів. Він дозволяє передавати дані від комп'ютерів до точок доступу і навпаки. Код також має можливість надсилати відповіді назад до комп'ютерів.

```
void sendDataToAccessPoints(const std::vector<AccessPoint>& accessPoints,  
const std::string& data) {
```

```
    for (const auto& ap : accessPoints) {
```

```
        int sendSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
```

Ця функція приймає список точок доступу `accessPoints` та дані `data` для відправки. Вона перебирає всі точки доступу, створює сокет для відправки даних, встановлює адресу та порт для кожної точки доступу, відправляє дані до неї за допомогою `sendto` та закриває сокет.

```
void receiveDataFromPCs(int receiveSocket, const std::vector<PC>& pcs, const  
std::vector<AccessPoint>& accessPoints) {
```

```
    while (true) {
```

```
        char buffer[1024];
```

```
        sockaddr_in clientAddress{ };
```

```
        socklen_t clientAddressLength = sizeof(clientAddress);
```

Ця функція працює у безкінечному циклі та очікує отримання даних від комп'ютерів. Вона використовує сокет `receiveSocket`, який вже був створений у функції `main`. Вона отримує дані за допомогою `recvfrom`, обробляє отримані дані (наприклад, пересилає їх до точок доступу за допомогою функції `sendDataToAccessPoints`), надсилає відповідь назад до комп'ютера та закриває сокет.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

Головна функція створює списки точок доступу `accessPoints` та комп'ютерів `pcs`. Вона також створює сокет `receiveSocket` для отримання даних. Після цього вона прив'язує сокет до адреси та порту першого комп'ютера зі списку `pcs`. Потім вона викликає функцію `receiveDataFromPCs` для очікування та обробки даних. Після завершення роботи вона закриває сокет та повертає 0.

У головній функції `main` створюється сокет `receiveSocket` за допомогою функції `socket`. Сокет створюється з доменом `AF_INET` (IPv4) та типом `SOCK_DGRAM` (датаграмний сокет).

Для того, щоб сокет міг отримувати дані, його потрібно прив'язати до певної адреси та порту. У цьому випадку, сокет прив'язується до порту першого комп'ютера зі списку `pcs`. Адреса `INADDR_ANY` вказує, що сокет буде приймати дані з будь-якої доступної мережевої адреси.

Після прив'язки сокету до адреси та порту, головна функція викликає функцію `receiveDataFromPCs`, яка починає безкінечний цикл очікування та обробки даних.

На діаграмі зображено два класи: `AccessPoint` і `PC`. Клас `AccessPoint` має два приватні поля: `ipAddress`, яке представляє IP-адресу точки доступу, і `port`, яке представляє порт точки доступу. Клас `PC` також має два приватні поля: `ipAddress`, яке представляє IP-адресу комп'ютера, і `port`, яке представляє порт комп'ютера. На рисунку 3.3 зображено UML діаграму виконаної програми.

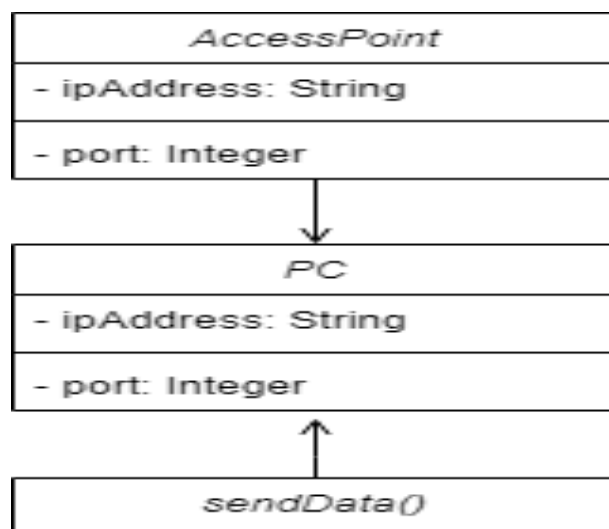


Рисунок 3.3 – UML-діаграма архітектури програмного забезпечення

3.3 Моделювання

Реалізована мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево». Таке підключення було використано для створення структури дерева, де комутатори формують ієрархічну структуру з одним кореневим комутатором (свіч номер 0) і кількома рівнями дочірніх комутаторів. Це дозволяє ефективно організувати мережу з покращеним керуванням, зменшенням загальної кількості підключень і забезпеченням збалансованого розподілу трафіку. На рисунку 3.4 зображено програмну реалізацію Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево».

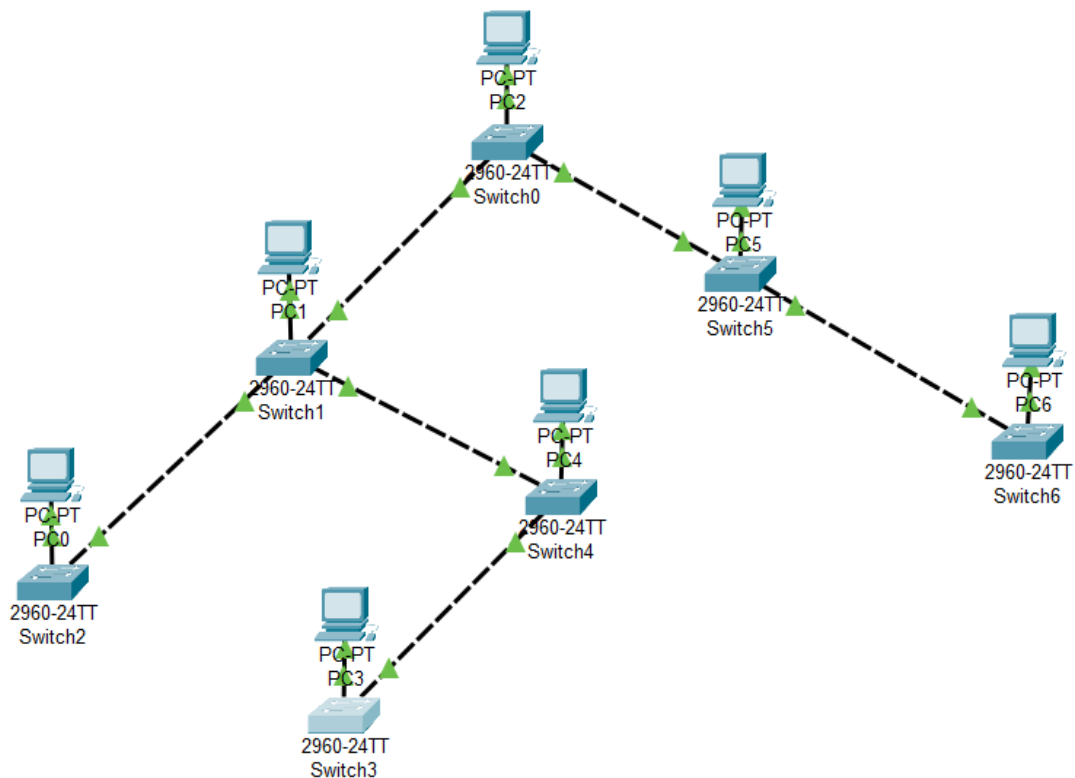


Рисунок 3.4 – програмна реалізація топології дерево

Реалізована мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево». Таке підключення було використано для створення структури дерева, де комутатори формують ієрархічну структуру з одним кореневим комутатором (свіч номер 0) і кількома рівнями дочірніх комутаторів. Це дозволяє ефективно організувати

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

мережу з покращеним керуванням, зменшенням загальної кількості підключень і забезпеченням збалансованого розподілу трафіку.

Такі підключення були обрані з урахуванням ефективного розподілу трафіку, зменшення кількості з'єднань між комутаторами і покращення доступності до ресурсів мережі. Кожен комутатор має свої конкретні залежності від підключених комутаторів і ПК, забезпечуючи логічну і фізичну структуру мережі згідно з топологією «дерево».

Структура дерева в мультимедійній системі використовує ієрархічну організацію комутаторів, де кожен комутатор має визначену роль і підключений до певного рівня в ієрархії. Така топологія створює логічну структуру, що сприяє кращому керуванню мережею, зменшенню загальної кількості з'єднань і забезпеченню рівномірного розподілу трафіку.

У цій структурі існує один кореневий комутатор (світ номер 0), який є початковим пунктом всієї мережі. Він має з'єднання зі всіма наступними рівнями дочірніх комутаторів. Кожен дочірній комутатор, зокрема, може мати з'єднання з кількома іншими комутаторами на своєму рівні та підключення до комп'ютерів або інших пристроїв.

Ця ієрархічна структура дозволяє ефективно організувати мережу з керуванням на кожному рівні. Комутатори на верхніх рівнях відповідають за керування трафіком і пересилання даних між комутаторами на нижчих рівнях. Комутатори на нижчих рівнях, в свою чергу, обробляють трафік між комп'ютерами або іншими пристроями, підключеними до них.

Одні з переваг такої структури включають зменшення загальної кількості підключень, покращення доступності до ресурсів мережі та забезпечення більш стабільного розподілу трафіку. Крім того, така топологія спрощує адміністрування мережі, резервування та відновлення підключень в разі виникнення проблем.

Використання структури дерева у мультимедійній системі дозволяє ефективно керувати трафіком, покращує швидкість передачі даних та забезпечує більшу надійність та доступність мережі. Враховуючи особливості додаткових

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		52

вимог і обмежень системи, можна налаштувати структуру дерева, яка відповідатиме потребам конкретної мультикомп'ютерної системи.

3.4 Проведення тестів

В програмі Packet Tracer можна провести різноманітні тести для перевірки роботи мережевих пристроїв та забезпечення їх надійності. Тестування мультикомп'ютерної системи згідно з топологією "дерево" можна провести для перевірки правильності підключення та взаємодії між комутаторами і ПК.

Пінг-тест (Ping test) є одним з основних інструментів для визначення доступності та відповідного часу відгуку пристроїв у мережі. Він використовується для перевірки зв'язку між двома пристроями, які взаємодіють у мережі. Основним інструментом для виконання пінг-тесту є командний рядок, який забезпечує взаємодію з операційною системою та мережними пристроями.

Команда пінгу відправляє спеціальний сигнал (ICMP Echo Request) відправнику до цільового пристрою у мережі. Цей сигнал містить послане користувачем повідомлення та номер посланого пакета.

Цільовий пристрій отримує пакет і перевіряє, чи він призначений для нього. Якщо так, він генерує відповідь (ICMP Echo Reply) та відправляє його назад до відправника.

Відправник отримує відповідь від цільового пристрою (ICMP Echo Reply). Він перевіряє, чи відповідь отримана у встановлений тайм-аут, і якщо так, відображає час відправки та отримання пакета (RTT - Round-Trip Time). Цей показник вказує на затримку мережі між відправником і цільовим пристроєм.

Результати пінг-тесту можуть бути використані для визначення доступності пристрою та оцінки якості зв'язку між ними. Зазвичай, якщо пінг-тест успішний і час відповіді (RTT) низький, це свідчить про швидке та стабільне з'єднання.

Пінг-тест можна повторювати декілька разів для отримання середнього значення RTT і оцінки стабільності зв'язку. Додаткові параметри, такі як розмір

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		53

пакета та кількість відправлених пакетів, також можуть бути налаштовані для докладнішого аналізу мережі.

Пінг-тест дозволяє встановити розмір пакету даних, який буде відправлятися в запиті. Зазвичай це стандартний пакет розміром 64 байти, але можна встановити більші або менші значення для перевірки поведінки мережі при різних розмірах пакетів.

Пінг-тест включає в себе поле TTL в ICMP-запиті. TTL визначає максимальну кількість маршрутизаторів, які пакет може пройти перед тим, як буде відкинутий. Це допомагає визначити маршрут, який пакет проходить до цільового пристрою, а також виявляти проблеми з маршрутизацією.

Можемо налаштувати інтервал між пінг-запитами для постійного моніторингу стану мережі. Зазвичай інтервал складає кілька секунд, що дозволяє виявляти зміни стану мережі в реальному часі.

Пінг-тест може бути виконаний не лише до IP-адрес, але і до доменних імен або URL-адрес. Це дозволяє перевіряти доступність конкретних веб-сайтів або служб, а також перевіряти роботу DNS-серверів.

Багато програм для виконання пінг-тесту, включаючи Packet Tracer, надають результати у графічному та текстовому форматах. Графічний вивід може показувати часові діаграми пінг-відповідей, а текстовий вивід містить інформацію про час відгуку, втрату пакетів та статистику.

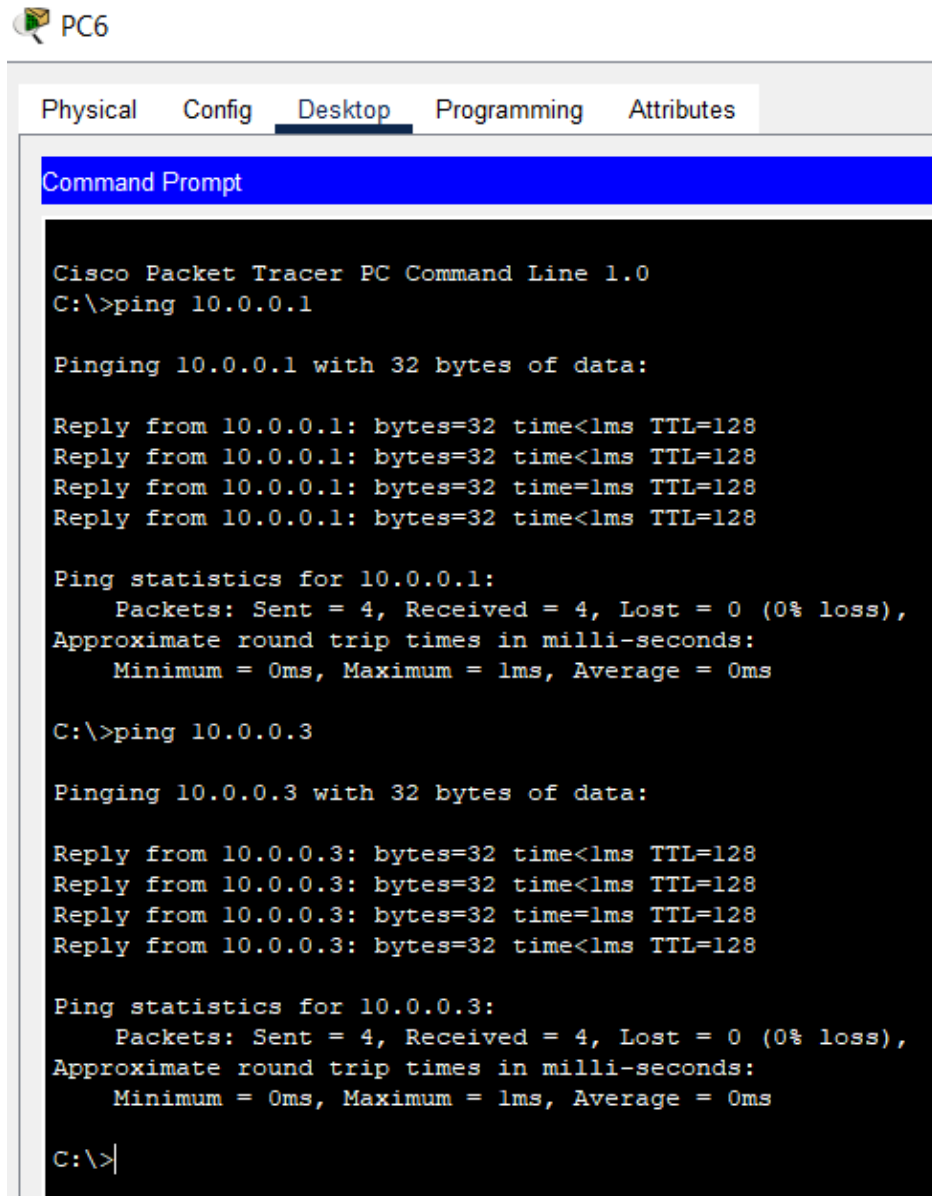
Пінг-тест також дозволяє встановлювати таймаути для очікування відповіді від пристрою. Якщо відповідь не надходить протягом встановленого таймауту, вважається, що пристрій недоступний або відбулася втрата пакетів.

Пінг-тест може надати додаткову інформацію про якість з'єднання, таку як час відгуку (ping time) - час, який потрібен пакету для проходження від відправника до приймача та назад, а також додаткові статистичні показники, наприклад, середнє значення часу відгуку, максимальне та мінімальне значення.

Пінг-тест може бути використаний для виявлення шляху, який пакет дійшов до своєї цільової точки. Це допомагає визначити проміжні маршрутизатори, через які пройшов пакет, і виявити можливі маршрутизаційні проблеми.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		54

Інструменти пінг-тесту підтримують груповий пінг, який дозволяє відправляти пакети даних до групової адреси. Це важливо для перевірки роботи мультикастових мереж та визначення доступності групових ресурсів. На рисунку 3.5 зображено результати пінг-тесту



```
PC6
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 10.0.0.1

Pinging 10.0.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time=lms TTL=128
Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time<lms TTL=128

Ping statistics for 10.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = lms, Average = 0ms

C:\>ping 10.0.0.3

Pinging 10.0.0.3 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time=lms TTL=128
Reply from 10.0.0.3: bytes=32 time<lms TTL=128

Ping statistics for 10.0.0.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = lms, Average = 0ms

C:\>
```

Рисунок 3.5 – Пінг-тест

Деякі програми пінг-тесту дозволяють налаштовувати додаткові опції та параметри, такі як кількість відправлених пакетів, інтервал між пакетами, встановлення заголовків пакетів тощо. Це дозволяє більш гнучко налаштувати пінг-тест під конкретні потреби тестування мережі.

У мережі присутні шість комутаторів з ідентифікаторами від 0 до 6 і шість ПК. Давайте розглянемо приклад передачі даних від ПК номер 0 до ПК номер 5 через комутатори.

ПК номер 0 намагається надіслати дані до ПК номер 5. Запускаючи програму або відкриваючи веб-сторінку на ПК номер 0. Ці дані будуть розбиті на пакети з певною структурою та адресацією.

Пакети даних відправляються з ПК номер 0 до комутатора номер 0. Комутатор номер 0 перевіряє адресу призначення пакета та визначає відповідний порт для пересилки пакету. Він знає, що пакет повинен бути направлений до комутатора номер 5.

Комутатор номер 0 пересилає пакет до відповідного порту, який веде до комутатора номер 5. Комутатор номер 5 приймає пакет та перевіряє його адресу призначення.

Комутатор номер 5 визначає відповідний порт для передачі пакету до ПК номер 5. Він пересилає пакет даних до цього порту.

ПК номер 5 отримує пакети даних, розпізнає їх та обробляє відповідну інформацію. Наприклад, якщо це веб-сторінка, то ПК номер 5 може відкрити цю сторінку у веб-браузері і відобразити її на екрані.

Усі ці кроки забезпечують успішну передачу даних з ПК номер 0 до ПК номер 5 через комутатори. Вони дозволяють пристроям в мережі спілкуватися та обмінюватися інформацією з використанням пакетів даних.

Адресація пакетів є важливим аспектом передачі даних в мережі. Кожен пакет даних містить інформацію про адресу відправника (source address) та адресу призначення (destination address). Ці адреси можуть бути у вигляді IP-адрес або фізичних MAC-адрес.

При передачі даних з ПК номер 0 до ПК номер 5, ПК номер 0 включає дані у пакети, додає адресу відправника (яка відповідає його власній IP-адресі або MAC-адресі) і вказує адресу призначення (яка відповідає IP-адресі або MAC-адресі ПК номера 5). Таким чином, пакет має інформацію про те, від кого він походить (відправник) та кому призначений (одержувач).

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

Коли пакети даних надсилаються з ПК номер 0 до комутатора номер 0, комутатор аналізує адресу призначення пакета. У даному випадку, комутатор номер 0 переконується, що адреса призначення вказує на ПК номер 5. Він пересилає пакет через відповідний порт, який підключений до комутатора номер 5 або ПК номера 5.

Комутатор номер 5 отримує пакет і знову перевіряє адресу призначення. Він пересилає пакет через відповідний порт, що призначений для ПК номера 5. Таким чином, пакет доставляється до ПК номера 5, який його приймає.

Важливо відзначити, що комутатори в мережі мають таблиці пересилки, в яких вказані адреси пристроїв, підключених до кожного порту. Ці таблиці використовуються комутаторами для визначення, через який порт вони мають пересилати пакети з врахуванням адреси призначення.

Таким чином, процес передачі даних у мережі полягає у створенні пакетів даних з адресами відправника та призначення, пересилці їх через комутатори, які аналізують адреси та пересилають пакети до відповідних портів, які ведуть до призначених ПК. Тестування передачі файлів зображені на рисунку 3.6 та 3.7.

У топології "дерево" рутинг відбувається автоматично за допомогою комутаторів. Кожен комутатор знає, до яких комутаторів та ПК він підключений. Він використовує цю інформацію, щоб направити пакети даних через відповідні порти до призначення. Рутинг допомагає забезпечити правильну передачу даних у мережі.

Буферизація є важливою функцією комутаторів в мережі. Коли пакети даних надходять до комутатора на вхідному порті, вони можуть бути тимчасово збережені в його буфері. Це стає необхідним, коли швидкість вхідного порту відрізняється від швидкості вихідного порту або від швидкості обробки пакетів самим комутатором.

У топології "дерево" рутинг відбувається автоматично за допомогою комутаторів. Кожен комутатор знає, до яких комутаторів та ПК він підключений. Він використовує цю інформацію, щоб направити пакети даних через відповідні порти до призначення. Рутинг допомагає забезпечити правильну передачу даних у мережі.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

Буферизація є важливою функцією комутаторів в мережі. Коли пакети даних надходять до комутатора на вхідному порті, вони можуть бути тимчасово збережені в його буфері. Це стає необхідним, коли швидкість вхідного порту відрізняється від швидкості вихідного порту або від швидкості обробки пакетів самим комутатором.

Буферизація дозволяє зберігати пакети та управляти потоком даних в мережі. Коли вхідний порт отримує пакет, він розміщує його у своєму буфері, який може мати обмежений розмір. Якщо буфер заповнюється, комутатор може використовувати різні стратегії управління переповненням буфера, такі як видалення старих пакетів або відкидання нових пакетів.

Коли комутатор готовий передати пакет далі, він використовує свою таблицю пересилки для визначення вихідного порту, до якого має бути пересланий пакет. З буфера вибирається наступний пакет, який буде надісланий, і він передається на вихідний порт. Якщо вихідний порт зайнятий передачею іншого пакета або не готовий приймати дані, пакет буде залишатися в буфері до тих пір, поки вихідний порт не стане доступним для передачі.

Буферизація дозволяє рівномірно розподіляти навантаження на комутатори та підтримувати ефективну передачу даних в мережі. Вона дозволяє компенсувати тимчасові відмінності в швидкості передачі між різними пристроями та забезпечує збереження та доставку пакетів відправникам та отримувачам без втрати даних.

Контроль помилок є важливою складовою передачею даних в мережі. Його основна мета - виявлення та виправлення помилок, які можуть виникнути під час передачі пакетів даних.

Один з методів контролю помилок - контрольна сума (checksum). Коли дані передаються через мережу, включається спеціальне поле контрольної суми в заголовок пакета. Це поле містить обчислену контрольну суму даних, яка базується на вмісті пакета. При отриманні пакета отримувач обчислює контрольну суму на основі отриманих даних і порівнює її з переданою контрольною сумою. Якщо значення контрольної суми збігаються, це означає, що пакет був переданий без помилок. У разі, якщо значення не співпадають, пакет

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

вважається пошкодженим, і можуть вживатися заходи для виправлення або повторної передачі пакета.

Інший метод - повторна передача (retransmission). Якщо пакет був виявлений як пошкоджений або втрачений, отримувач може надіслати повідомлення про помилку назад до відправника. Відправник може повторно відправити пошкоджений або втрачений пакет. Цей процес може повторюватися декілька разів, доки пакет успішно не пройде без помилок або не буде досягнуто максимальної кількості спроб.

Додаткові методи контролю помилок включають використання паритету, циклічного коду зайвості (Cyclic Redundancy Check, CRC) та інших алгоритмів для виявлення та корекції помилок.

Ці методи контролю помилок допомагають забезпечити надійну передачу даних в мережі. Вони дозволяють виявляти та коригувати помилки, що дозволяє забезпечити цілісність та достовірність переданих даних. Контроль помилок є важливим аспектом мережевої комунікації, особливо при передачі великого обсягу даних або в умовах, коли якість зв'язку може бути незадовільною.

Шляховий протокол є важливою частиною мережевого роутингу і використовується для визначення найкоротшого шляху, яким будуть передаватися дані від вихідного пристрою до призначення.

У мережі з топологією "дерево" шляховий протокол використовується для оптимізації маршрутизації між комутаторами. Кожен комутатор має інформацію про топологію мережі та знає, до яких комутаторів він прямо підключений. За допомогою шляхового протоколу комутатори можуть обмінюватися інформацією про стан мережі та обчислювати найкоротші шляхи до призначення.

Коли на вихідному пристрої (наприклад, ПК номер 0) відбувається ініціалізація передачі даних до призначення (наприклад, ПК номер 5), він передає пакет до свого прямого підключеного комутатора (комутатор номер 0). Комутатор номер 0, використовуючи інформацію про топологію та стан мережі, обчислює найкоротший шлях до призначення. Він вибирає порт, яким треба передати пакет, щоб його отримав наступний комутатор на шляху до призначення.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

Пакети даних передаються від комутатора до комутатора, кожен з яких обчислює найкоротший шлях до призначення. Цей процес триває до того часу, поки пакет не досягне комутатора, підключеного безпосередньо до призначення (комутатор номер 5). Останній комутатор передає пакет до призначення (ПК номер 5).

Шляховий протокол дозволяє забезпечити оптимальний маршрут передачі даних у вашій мережі. Він допомагає зменшити затримки та використання ресурсів мережі, тим самим покращуючи продуктивність та ефективність передачі даних.

Дана мультикомп'ютерна система є сучасною, ефективною і гнучкою інфраструктурою, яка дозволяє забезпечити спільну роботу і обмін даними між різними комп'ютерами в мережі. Вона базується на використанні сучасних технологій, таких як маршрутизація, комутація, шляхові протоколи та бездротові з'єднання, що забезпечують ефективну передачу даних.

У цій мультикомп'ютерній системі наявні різні комп'ютери з різними операційними системами та програмними засобами, які працюють разом для досягнення спільних цілей. Система підтримує велику кількість користувачів, які можуть одночасно працювати з різних комп'ютерів і спілкуватися між собою.

Можемо легко керувати та контролювати мережу завдяки використанню різноманітних інструментів, включаючи програми для управління мережею, моніторингу та аналізу даних. Це дозволяє забезпечити стабільність та безпеку мережі, а також ефективно використовувати ресурси та оптимізувати роботу системи.

Ця мультикомп'ютерна система також підтримує новітні технології, такі як IPv6, бездротові мережі та хмарні сервіси. Це дозволяє експериментувати з новими рішеннями та інноваціями, а також підтримувати високу продуктивність та гнучкість в розвитку вашої мережі.

Загальною ідеєю мультикомп'ютерної системи є створення інфраструктури, що дозволяє підключати і взаємодіяти з декількома комп'ютерами та іншими пристроями, які обмінюються даними і ресурсами у мережі. Основна мета полягає

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

в забезпеченні ефективного обміну даними та спільного використання ресурсів між комп'ютерами.

Топологія мережі визначає, як пристрої підключаються один до одного та як вони сполучені. Мультикомп'ютерна система побудована згідно топологію "дерево", де комп'ютери підключені до комутаторів, а комутатори в свою чергу можуть бути сполучені між собою. Це дозволяє керувати трафіком і забезпечує гнучкість та широкі можливості в мережі.

Враховуючи всі ці фактори, мультикомп'ютерна система є потужним інструментом для розробки, тестування та використання мережевих рішень. Вона дозволяє ефективно взаємодіяти з різними комп'ютерами, оптимізувати маршрутизацію та передачу даних, забезпечувати безпеку та стабільність мережі, а також використовувати новітні технології та інтегруватися з іншими інструментами і сервісами для досягнення більш високої продуктивності та функціональності.

3.5 Висновки

Вибір програмного забезпечення для розробки та тестування мультикомп'ютерної системи є критично важливим кроком. В даному випадку, використано Packet Tracer як основний інструмент для реалізації мережі та проведення тестів.

Packet Tracer виявився ідеальним вибором, оскільки він має багато переваг і особливостей, які підтримують розробку та тестування мережевих рішень. Він забезпечує можливість моделювання, конфігурування та симуляції різних пристроїв, протоколів та сервісів, що дозволяє створювати реалістичні мережні сценарії.

У пункті 3.4 було описано проведення тестів, зокрема пінг тестів та тестів на передачу файлів. Ці тести дозволяють перевірити ефективність та стабільність мережі. Packet Tracer надає засоби для генерації навантаження та спостереження за часом відповіді системи, що допомагає виявити можливі проблеми та забезпечити оптимальну передачу даних.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

Завдяки вбудованим інструментам для тестування, Packet Tracer дозволяє проводити ці тести безпосередньо в середовищі моделювання, що робить його зручним та ефективним використовувати.

Отже, на основі вибору Packet Tracer для програмної реалізації та проведення тестів можна зробити висновок, що цей програмний засіб є потужним інструментом для розробки, тестування та оптимізації мультикомп'ютерної системи. Його особливості, гнучкість та підтримка новітніх технологій дозволяють ефективно працювати з мережами різного рівня складності та забезпечувати їх надійну та оптимальну роботу. Також реалізовано проміжне програмне забезпечення.

Реалізована мультикомп'ютерна мережа з використанням Packet Tracer виявилася успішною та ефективною.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

ВИСНОВКИ

В ході проведення дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах, а також аналізу архітектури мультикомп'ютерної системи та програмно-апаратної реалізації і тестування програмно-технічного засобу, отримано наступні висновки:

– було проведено означення топології та її видів, зосередившись зокрема на топології "дерево". Крім того, виконано порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень та розглянуто різні підходи до вирішення задачі в рамках теми дослідження;

– розділ, присвячений архітектурі мультикомп'ютерної системи, охопив важливі аспекти, такі як вибір апаратної частини, забезпечення безпеки системи з топологією "дерево", аналіз пропускну здатності топології, масштабованість системи та відмовостійкість і надійність;

– здійснено вибір необхідного програмного забезпечення та надано опис його особливостей;

– була реалізована програмна частина системи і проведені відповідні тести для перевірки функціональності та ефективності;

– у мультикомп'ютерній системі було використано високопродуктивне обладнання, яке забезпечує швидкість та обчислювальну потужність;

– реалізоване програмне забезпечення представляє собою систему, яка забезпечує передачу даних між комп'ютерами (PC) та точками доступу (AccessPoint) через мережу з використанням протоколу UDP.

Загальною висновком є те, що дослідження топологій у мультикомп'ютерних системах та розробка програмно-апаратної реалізації програмно-технічного засобу дозволили створити ефективну мультикомп'ютерну систему з використанням топології "дерево". Результати дослідження можуть бути корисними при проектуванні та розгортанні подібних систем у майбутньому.

					КвРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Sudip Misra. Introduction to industrial Internet of Things and Industry. 2020. 370 с.
2. Troy McMillan. Cisco Networking Essentials. 2020. 480 с.
3. Rolf Riesen. Operating System for Supercomputers. 2019. 540 с
4. Andy King. Programming the Internet of Things. 2021. 421 с.
5. Joseph Faisal Nusairat. Rust for the IoT. 2020. 615 с.
6. Vlasios Tsiatsis. Internet of Things: Technologies and Applications for a New Age of Inteligence. 2018. 576 с.
7. Samuel Greengland. The Internet of Things. 2020. 232 с.
8. Fotios Chantzis. Ioannis Stais. Practical IoT Hacking. 2021. 464 с.
9. Robert Robey. Yuliana Zamora. Parallel and High Perfomance Computing. 2021. 704 с.
10. David Hanes IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, Internet of Things. 2019. 576 с.
11. Scott J. Shackelford. The Internet of Things: What Everyone Needs to Know. 2020. 256 с.
12. Proposed generic tree topology, compared with the conventional star network of LoRa. URL: https://www.researchgate.net/figure/Proposed-generic-tree-topology-compared-with-the-conventional-star-network-of-LoRa_fig3_321170201 (дата звернення: 06.05.2023).
13. A Survey of Computer Network Topology and Analysis Examples. URL: <https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse567-08/ftp/topology/index.html> (дата звернення: 06.05.2023).
14. Packet Tracer 8.1.1 - Router devices and WIC modulesac. URL: <https://www.packettracernetwork.com/features/cisco-wic-modules.html> (дата звернення: 06.05.2023).
15. Cisco Packet Tracer features & supported protocols. URL: <https://www.packettracernetwork.com/features/packettracer53features.html> (дата звернення: 06.05.2023).

					КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

16. Cisco Packet Tracer 8.2 system requirements. URL: <https://www.packettracernetwork.com/features/system-requirements.html> (дата звернення: 10.05.2023).

17. Cisco Packet Tracer 8.2 vs GNS3 2.2. URL: <https://www.packettracernetwork.com/features/packet-tracer-6-2-vs-gns3.html> (дата звернення: 11.05.2023).

18. Connect Packet Tracer to a real network. URL: <https://www.packettracernetwork.com/features/real-network-connection.html> (дата звернення: 12.05.2023).

19. Packet Tracer 8.2.1 labs. URL: <https://www.packettracernetwork.com/labs/packettracerlabs.html> (дата звернення: 12.05.2023).

20. Packet Tracer 8.0 tutorial - Netflow configuration. URL: <https://www.packettracernetwork.com/tutorials/packet-tracer-netflow.html> (дата звернення: 12.05.2023)

21. Packet Tracer 8.0 tutorial - Radius configuration. URL: <https://www.packettracernetwork.com/tutorials/radiusconfiguration.html> (дата звернення: 12.05.2023)

22. How Star, Bus, Ring & Mesh Topology Connect Computer Networks in Organizations. URL: <https://study.com/academy/lesson/how-star-topology-connects-computer-networks-in-organizations.html> (дата звернення: 12.05.2023)

23. Dynamic Reconfiguration of Cluster-Tree Wireless Sensor Networks to Handle Communication Overloads in Disaster-Related Situations. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/17/4707/htm> (дата звернення: 12.05.2023)

24. Tree Network Topology. URL: <https://networkinterview.com/tree-network-topology/> (дата звернення: 12.05.2023)

25. Availability and Cost Analysis of Complex Tree Topology of Computer Network with Multi-Server Using Gumbel- Hougaard Family Copula Approach. URL: <https://www.nature.com/articles/srep05739> (дата звернення: 12.05.2023)

26. 11 Best Network Diagram Topology and Mapping Software. URL: <https://studfile.net/preview/5152835/page:6/> (дата звернення: 12.05.2023)

					КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		66

27. Топологія типу «Дерево». URL: <https://www.itprc.com/network-diagram-topology-mapping/> (дата звернення: 12.05.2023)

28. Топологія дерева: характеристики, переваги, недоліки. URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/topologia-de-arbol-15985> (дата звернення: 12.05.2023)

29. Мережеві топології та способи доступу до середовища передачі даних. URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/topologia-de-arbol-15985> (дата звернення: 12.05.2023)

30. Що таке топологія мережі в комп'ютерних мережах. URL: <https://techukraine.net/%D1%89%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B5-%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%96-%D0%B2-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8/> (дата звернення: 12.05.2023)

31. Характеристики мережевих топологій. URL: <https://seguidores.online/uk/caracteristicas-de-las-topologias-de-red/> (дата звернення: 12.05.2023)

32. How does a switch work? URL: <https://www.grandmetric.com/how-does-switch-work-2/> (дата звернення: 12.05.2023)

33. What is a network switch, and how does it work? URL: <https://www.networkworld.com/article/3584876/what-is-a-network-switch-and-how-does-it-work.html> (дата звернення: 12.05.2023)

34. WiFi 101 – Access Points, Wireless Routers, and Switching URL: <https://www.thesslstore.com/blog/wifi-101-access-points-wireless-routers-switching/> (дата звернення: 12.05.2023)

35. Difference Between Switch vs Router. URL: <https://www.educba.com/switch-vs-router/> (дата звернення: 12.05.2023)

36. What is Switch in Computer Network. URL: <https://www.prepbytes.com/blog/computer-network/switch-in-computer-network/> (дата звернення: 12.05.2023)

					КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		67

37. How To Add Ports To A Router. URL: <https://www.smallnetbuilder.com/basics/lanwan-basics/how-to-add-ports-to-a-router/> (дата звернення: 12.05.2023)

38. Network Interconnection Devices. URL: <https://www.kionetworks.com/en-us/blog/data-center/network-interconnection-devices/> (дата звернення: 12.05.2023)

39. How to Connect a Router and Switch URL: <https://www.gadgetreview.com/how-to-connect-router-and-switch> (дата звернення: 12.05.2023)

40. Will Layer 3 Switches Give Routers the Boot URL: <https://www.auvik.com/franklyit/blog/layer-3-switch-router/> (дата звернення: 12.05.2023)

41. The Best Home Network Setup: A Step-by-Step Guide URL: <https://lazyadmin.nl/home-network/best-home-network-setup/> (дата звернення: 12.05.2023)

42. Ethernet Hub vs. Switch: What should you choose. URL: <https://novotech.com/learn/m2m-blog/blog/2022/09/13/ethernet-hub-vs-switch-what-should-you-choose/> (дата звернення: 12.05.2023)

43. Layer 3 Switch vs. Router: Can Layer 3 Switch Replace Router. URL: <https://blog.router-switch.com/2021/07/layer-3-switch-vs-router-can-layer-3-switch-replace-router/> (дата звернення: 12.05.2023)

44. Can switches do VLAN routing URL: <https://blog.router-switch.com/2021/07/layer-3-switch-vs-router-can-layer-3-switch-replace-router/> (дата звернення: 12.05.2023)

45. Home networking: Everything you need to know URL: <https://www.cnet.com/tech/computing/home-networking-explained-part-1-heres-the-url-for-you/> (дата звернення: 12.05.2023)

					КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		68

Додаток А
(обов'язковий)

Лістинг коду проміжного програмного забезпечення

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
#include <arpa/inet.h>
#include <sys/socket.h>
#include <unistd.h>
struct AccessPoint {
    std::string ipAddress;
    int port;
};
struct PC {
    std::string ipAddress;
    int port;
};
void sendDataToAccessPoints(const std::vector<AccessPoint>& accessPoints, const
std::string& data) {
    for (const auto& ap : accessPoints) {
        int sendSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
        if (sendSocket == -1) {
            std::cerr << "Failed to create send socket" << std::endl;
            continue;
        }
        sockaddr_in serverAddress{};
        serverAddress.sin_family = AF_INET;
        serverAddress.sin_port = htons(ap.port);
```

```

if (inet_pton(AF_INET, ap.ipAddress.c_str(), &(serverAddress.sin_addr)) <= 0)
{
    std::cerr << "Invalid IP address" << std::endl;
    close(sendSocket);
    continue;
}
ssize_t sentBytes = sendto(sendSocket, data.c_str(), data.size(), 0,
(sockaddr*)&serverAddress, sizeof(serverAddress));
if (sentBytes == -1) {
    std::cerr << "Failed to send data to access point" << std::endl;
    close(sendSocket);
    continue;
}
std::cout << "Data sent to access point " << ap.ipAddress << ":" << ap.port <<
std::endl;
close(sendSocket);
}
}

void receiveDataFromPCs(int receiveSocket, const std::vector<PC>& pcs, const
std::vector<AccessPoint>& accessPoints) {
    while (true) {
        char buffer[1024];
        sockaddr_in clientAddress{ };
        socklen_t clientAddressLength = sizeof(clientAddress);
        ssize_t receivedBytes = recvfrom(receiveSocket, buffer, sizeof(buffer) - 1, 0,
(sockaddr*)&clientAddress, &clientAddressLength);
        if (receivedBytes == -1) {
            std::cerr << "Failed to receive data from PC" << std::endl;
            continue;
        }
    }
}

```

					КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		70

```

buffer[receivedBytes] = '\0';
std::string receivedData(buffer);
// Process received data (e.g., forward it to access points)
sendDataToAccessPoints(accessPoints, receivedData);
std::cout << "Data received from PC " << inet_ntoa(clientAddress.sin_addr) <<
":" << ntohs(clientAddress.sin_port) << std::endl;
// Send responses back to PCs (if necessary)
std::string response = "Response to PC";
int sendSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
if (sendSocket == -1) {
    std::cerr << "Failed to create send socket" << std::endl;
    continue;
}
sockaddr_in pcAddress{ };
pcAddress.sin_family = AF_INET;
pcAddress.sin_port = clientAddress.sin_port;
pcAddress.sin_addr = clientAddress.sin_addr;
ssize_t sentBytes = sendto(sendSocket, response.c_str(), response.size(), 0,
(sockaddr*)&pcAddress, sizeof(pcAddress));
if (sentBytes == -1) {
    std::cerr << "Failed to send response to PC" << std::endl;
    close(sendSocket);
    continue;
}
std::cout << "Response sent to PC " << inet_ntoa(clientAddress.sin_addr) <<
":" << ntohs(clientAddress.sin_port) << std::endl;
close(sendSocket);
}
}
int main() {
    std::vector<AccessPoint> accessPoints = {

```

```

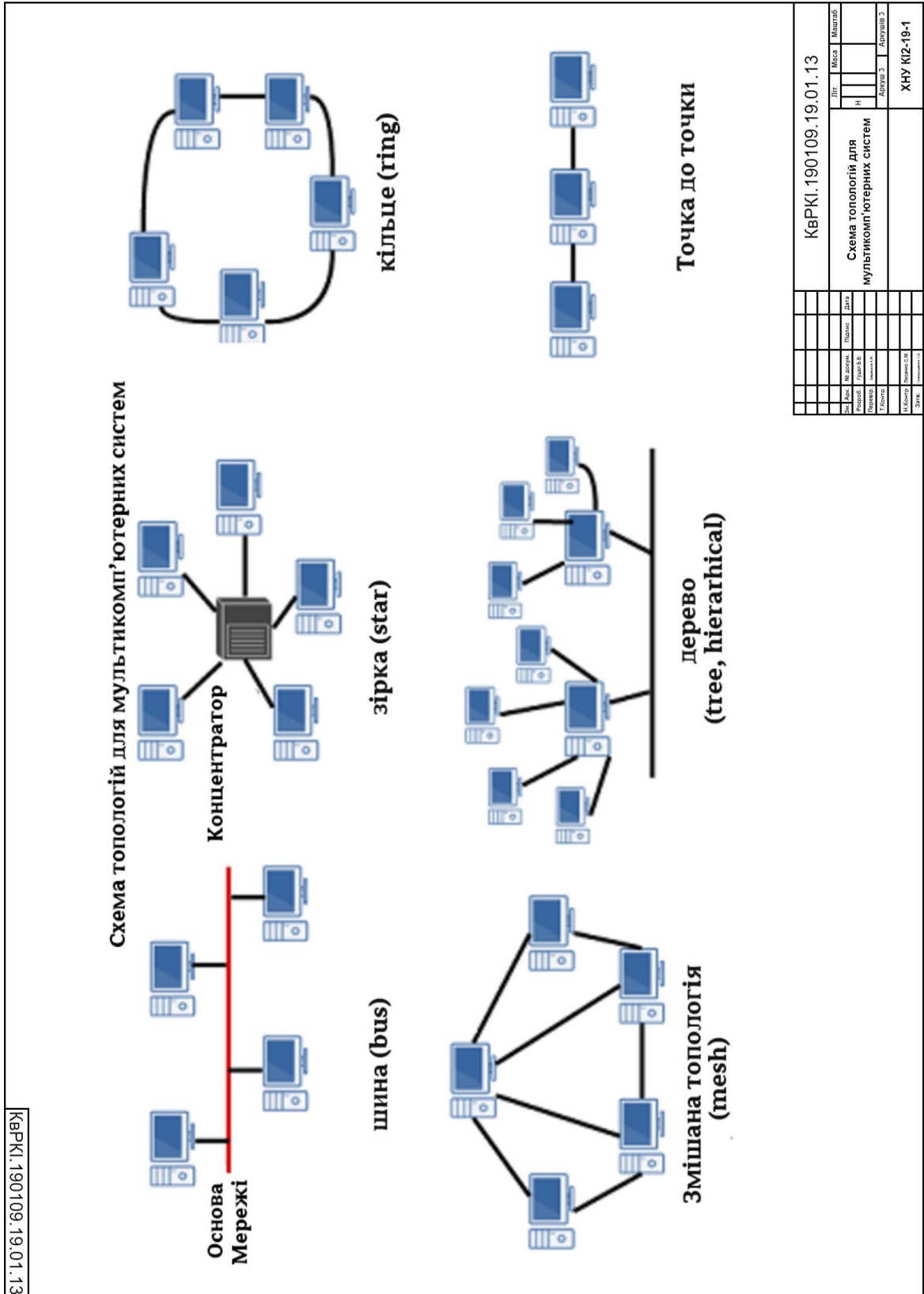
    {"192.168.1.1", 5000},
    {"192.168.1.2", 5000},
    {"192.168.1.3", 5000}
};
std::vector<PC> pcs = {
    {"192.168.2.1", 6000},
    {"192.168.2.2", 6000},
    {"192.168.2.3", 6000}
};
// Create receive socket
int receiveSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
if (receiveSocket == -1) {
    std::cerr << "Failed to create receive socket" << std::endl;
    return 1;
}
sockaddr_in receiveAddress{ };
receiveAddress.sin_family = AF_INET;
receiveAddress.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
receiveAddress.sin_port = htons(pcs[0].port);
if (bind(receiveSocket, (sockaddr*)&receiveAddress, sizeof(receiveAddress)) == -
1) {
    std::cerr << "Failed to bind receive socket" << std::endl;
    close(receiveSocket);
    return 1;
}
receiveDataFromPCs(receiveSocket, pcs, accessPoints);
// Close receive socket
close(receiveSocket);
return 0;
}

```

Додаток Б

(обов'язковий)

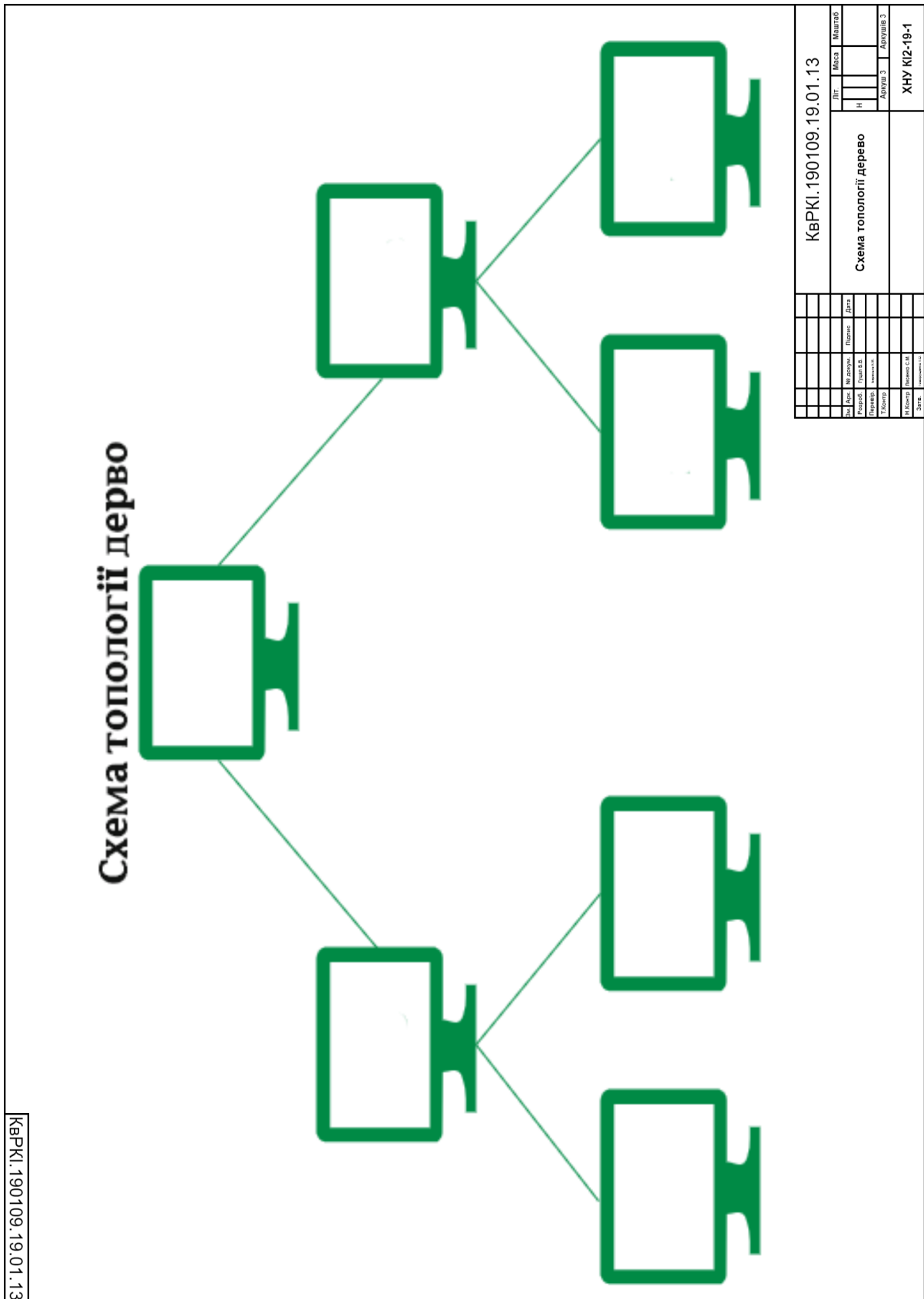
Копія креслення «Схема топологій для мультикомп'ютерних систем»



Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Додаток Г
(обов'язковий)

Копія креслення «Схема топології «дерево»»



КВРКІ.190109.19.01.13

КВРКІ.190109.19.01.13		ЛП	Місце	Маштаб
Схема топології Дерево		Н		
		Лист 3	Лист 3	Лист 3
		ХНУ КІЗ-19-1		

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

КВРКІ. 190109.19.01.13 ПЗ

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1015515862

Дата перевірки:
08.06.2023 21:19:58 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
08.06.2023 21:22:56 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Гуцал_Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»

Кількість сторінок: 68 Кількість слів: 14396 Кількість символів: 116385 Розмір файлу: 1.19 MB ID файлу: 1015170547

3.03% Схожість

Найбільша схожість: 0.83% з Інтернет-джерелом (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36615/1/Zhurakovskiy_Zeniv_%).

2.7% Джерела з Інтернету 94 Сторінка 70

2.19% Джерела з Бібліотеки 135 Сторінка 71

0.18% Цитат

Цитати 1 Сторінка 72

Посилання 1 Сторінка 72

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 0.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 11%

ID: 115330 Назва: БКР Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево» Додано в БД: 2023-06-08 Автора: Б.В. Гуцал Керівники: Березька К.М. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	108421	880	1287 (1%)	19 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Гуцал Богдан Вікторович

Тема: Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 69

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи Проектування та модплювання мультикомп'ютерної системи згідно топології дерево
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області (проаналізовано поняття мультикомп'ютерної системи, розглянуто найбільш поширені топології та їх недоліки та переваги). В другому розділі було розглянуто найбільш оптимальне апаратне забезпечення, розглянуто архітектуру мультикомп'ютерних систем та їх масштабованість, розглянуто поняття безпеки в мультикомп'ютерних системах. В третьому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз програмних засобів та зроблено вибір у сторону мови C++ та змодельовано роботу мультикомп'ютерної системи завдяки проміжному програмному забезпеченню, що дозволяє обмінюватися даними між користувацьким обладнанням та точками доступу.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.
5. Негативні сторони роботи: отримані результати потребують різних варіантів моделювання.
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Бурчак І.В. доцент кафедри ТУЗ

“ 8 ” *серпня* 2023 р.

[Підпис] (підпис)

Завідувачу кафедри КІС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Гуцала Богдана Вікторовича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

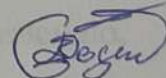
ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

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

08.06.2023



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Мультикомп'ютерна система згідно топології «дерево»

Автор: Гуцал Богдан Вікторович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Березька Катерина Миколаївна, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:


- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-30 джерелами на один фрагмент речення;

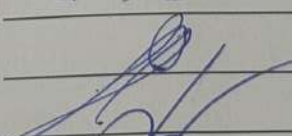
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 3.03% і адресується до 229 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

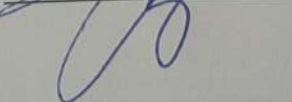
Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС







К. М. Березька

С. М. Лисенко

Т. О. Говорушенко