

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Використання маршрутизаторів Cisco серії 2621  
для модернізації мереж без їх фізичної реконфігурації

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СН-41  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Бойко Н.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Харченко О.Г.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Кареліна О.В.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«25» січня 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Бойко Назарій Романович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Використання маршрутизаторів Cisco серії 2621 для модернізації мереж без їх фізичної реконфігурації

Керівник роботи к.т.н., доц. Харченко О.Г.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «02» березня 2021 року № 4/7-171

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з тематики роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

ВСТУП 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА 1.1 Огляд сучасного стану проблеми 1.2 Методи оптимізації маршрутизації 1.2.1 Маршрутизація, заснована на пунктах призначення 1.2.2 Однометрична і двохметрична маршрутизація 2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ 2.1 Огляд маршрутизаторів і серверів доступу Cisco 2.2 Формальне представлення задачі 2.3 Практичне вирішення задачі 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 3.1 Поняття та об'єкт аналізу технічної безпеки 3.2 Розрахунок захисного заземлення ВИСНОВОК ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Тема. 2. Мета, об'єкт, предмет дослідження. 3. Задачі дослідження 4. Методи оптимізації трафіку

5. Методи оптимізації . 6. Маршрутизація, заснована на пунктах призначення. 7. Однометрична та двохметрична маршрутизація. 8. Формальне представлення задачі. 9. Моделювання роботи мережі.

10. Основні результати. 11. Висновки

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 25 січня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	25.01.21-27.01.21	<i>Виконано</i>
2.	Підбір джерел по темі роботи	28.01.21 – 01.04.21	<i>Виконано</i>
3.	Оформлення першого розділу	15.04.2021	<i>Виконано</i>
4.	Оформлення другого розділу	30.04.2021	<i>Виконано</i>
5.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	15.05.2021	<i>Виконано</i>
6.	Оформлення кваліфікаційної роботи	07.06.2021	<i>Виконано</i>
7.	Перевірка на плагіат	07.06.2021	<i>Виконано</i>
8.	Нормоконтроль	15.06.2021	<i>Виконано</i>
9.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	18.06.2021	<i>Виконано</i>
10.	Захист кваліфікаційної роботи	21.06.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бойко Н.Р.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Харченко О.Г.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Використання маршрутизаторів CISCO серії 2621 для модернізації мереж без їх фізичної реконфігурації // Кваліфікаційна робота освітнього рівня "Бакалавр" // Бойко Назар Романович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет по роботі з іноземними студентами, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2021 // с. , рис. – , табл. – , кресл. – , додат. – , бібліогр. – .

Ключові слова: комп'ютерна мережа, трафік, оптимізація, маршрут, метрика, модель мережі.

Кваліфікаційна робота присвячена оптимізації маршрутизації на основі пристроїв компанії CISCO.

В першому розділі кваліфікаційної роботи виконано огляд основних принципів маршрутизації у комп'ютерних мережах та задачі оптимізації трафіку, котрі виникають у зв'язку з цим.

В другому розділі розглянуто можливі шляхи оптимізації трафіку та запропоновано для вибору логічну оптимізацію. Після цього на основі обраної математичної моделі створено модель мережі та перевірено її роботу засобами комп'ютерного моделювання.

Об'єкт дослідження: мережевий трафік локальної мережі.

Предмет дослідження: маршрутизаторів мережі для оптимізації трафіку.

Мета роботи: встановити шляхи оптимізації мережевого трафіку через маршрутизатори для збільшення ефективності роботи мережі без її фізичного реконфігурування.

## ANNOTATION

Routers Cisco 2621series use for network upgrade without their physical reconfiguration // Qualification work of the educational level "Bachelor" // Boiko Nazarii // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, Group CH-41 // Ternopil, 2021 // p. – , fig. – , references – , posters – , applications – .

Keywords: computer network, traffic, optimization, route, metrics, network model.

Qualification work is devoted to routing optimization based on CISCO devices.

The first section of the qualification work reviews the basic principles of routing in computer networks and the tasks of traffic optimization that arise in this regard.

The second section discusses possible ways to optimize traffic and suggests logical optimization for selection. After that, based on the selected mathematical model, a network model was created and its operation was checked by means of computer modeling.

Object of research: network traffic of the local network.

Subject of research: network routers for traffic optimization.

Purpose: to establish ways to optimize network traffic through routers to increase the efficiency of the network without its physical reconfiguration.

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА .....	
1.1 Огляд сучасного стану проблеми .....	
1.1.1 Оптимізація на фізичному рівні .....	
1.1.2 Оптимізація на логічному рівні .....	
1.2 Методи оптимізації маршрутизації .....	
1.2.1 Маршрутизація, заснована на пунктах призначення .....	
1.2.2 Однометрична і двохметрична маршрутизація .....	
2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ .....	
2.1 Огляд маршрутизаторів і серверів доступу Cisco .....	
2.1.1 Характеристики CISCO IOS .....	
2.1.2 Захист від несанкціонованого доступу .....	
2.1.3 Засоби керування .....	
2.1.4 Функції мультимедіа .....	
2.1.5 Гарантована якість обслуговуванні (QoS) .....	
2.1.6 Засоби управління і налаштування .....	
2.1.7 Критерії вибору маршрутизаторів доступу компанії Cisco .....	
2.1.8 Серія маршрутизаторів Cisco 2600 .....	
2.1.9 Модулі для маршрутизаторів серії Cisco 2600.....	
2.2 Формальне представлення задачі .....	
2.3 Практичне вирішення задачі .....	
2.3.1 Короткий опис функцій програми Opnet Modeler .....	
2.3.2 Модель досліджуваної мережі .....	
2.3.3 Модель мережі Cisco .....	
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	
3.1 Поняття та об'єкт аналізу технічної безпеки .....	
3.2 Розрахунок захисного заземлення .....	

ВИСНОВОК .....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....

## ВСТУП

Трафік пакетних даних останнім часом став для телекомунікаційних операторів будь-яких рівнів і типів помітним джерелом доходу, тому мережі IP експлуатуються все активніше. У гонитві за прибутком оператори прагнуть вижати з мережі максимум можливого, а значить, методи оптимізації мереж IP, у тому числі і Traffic Engineering (TE), набувають все більшої популярності. Варто згадати, що в епоху до комерційного використання Internet пріоритети були іншими – від мереж чекали, що вони зможуть бути довільного розміру та інтегрувати між собою технології і сервіси.

Максимальний комерційний ефект від мережі IP не може бути отриманий без раціонального використання усіх мережевих ресурсів – в першу чергу маршрутизаторів і каналів зв'язку. Функціонування мережі, яка працює на основі обміну пакетами, можна вважати ефективним, коли кожен ресурс завантажений, але не переобтяжений. Це означає, що коефіцієнт використання ресурсу повинен наближатися до одиниці, але не настільки, щоб черги пакетів до нього – неминуче явище в пакетних мережах – були б постійно великими, призводячи до затримок і втрат із-за переповнювання внутрішніх буферів в маршрутизаторах.

Мистецтво управління мережею IP полягає в досягненні, по-перше, поліпшення якості трафіку, тобто до зменшення часу затримок повідомлень, зменшення втрат пакетів та ріст значень трафіку, що дозволить притягнути якомога більше користувачів і перемогти у конкуренції з компаніями того ж сегменту ринку. А по-друге, усі ресурси мережі мають бути завантажені максимально для підвищення об'ємів трафіку. Цього можна добитися за допомогою боротьби із вузькими місцями в мережі, що спричиняють затримки при обміні повідомленнями.

До недавнього часу усі зусилля були спрямовані на перерозподіл ресурсів окремого маршрутизатора між різними потоками, що протікають через нього. Саме цю задачу вирішують методи, об'єднані під загальною назвою Quality of Service (QoS). Разом з тим керування шляхами проходження даних через мережу



традиційно застосовувався в мережах IP в обмежених масштабах. Адже від шляхів трафіку (при його фіксованій інтенсивності) залежить завантаження маршрутизаторів і ліній комунікації, а отже, і ефективність роботи мережі.

Відомо, що протоколи маршрутизації дистанційно-векторного типу (наприклад, RIP), так такі, що базуються на станах ліній зв'язку (OSPF та IS-IS), визначають оптимальний маршрут відповідно до встановленої метрики.

Обраний маршрут можна оптимізувати далі, при умові, що буде враховано номінальну пропускну здатність каналів мережі або час затримки цих каналів. Цей же маршрут можна зробити менш оптимальним, коли брати до уваги лише кількість проміжних маршрутизаторів між мережами призначення та відправлення.

Класичним прикладом неефективного застосування такого підходу є мережа з топологією типу "риба" (рисунок 1.1). Попри те, що між крайніми маршрутизаторами є два шляхи, увесь трафік згідно принципів маршрутизації в IP-мережах, прямує лише по одному із шляхів. Тільки тому, що один шлях трохи довший, ніж інший, він ігнорується, хоча міг би задіюватися паралельно з верхнім.

Відмітимо, проте, що за умови наявності в мережі рівноцінних маршрутів (з однаковими метриками), трафік ділиться між ними порівну. Відповідно, маршрутизатори навантажені рівномірно і канали зв'язку розподіляється збалансовано. Але коли вартість альтернативних маршрутів відрізняється навіть дуже незначно, то рівномірне використання каналів стає неможливим.

# 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Огляд сучасного стану проблеми

Останніми роками швидкими темпами розвивається ринок послуг безпроводних широкосмугових мереж передачі даних (БШПД). Серед користувачів спостерігається активний інтерес до використання ресурсів мереж БШПД, причому основним видом трафіку для цих мереж є Інтернет-трафік, що не дивно, оскільки ресурси глобальної мережі набули поширення по всьому світу.

Для функціонування цих мереж потрібна наявність доступного частотного спектру, який зараз є обмеженим природним ресурсом.

Оператори зв'язку ведуть запеклу боротьбу за кожен вільний кГц спектру. На 1999 рік, коли в Європі почалися аукціони з продажу частот для мереж 3G середня ціна 1 МГц складала близько 450 млн. дол.

Висока вартість частотного діапазону обумовлює активний інтерес до однієї з головних проблем – ефективному використанню спектру.

Внаслідок цього нині розробляється багато методів підвищення ефективності використання спектру на фізичному рівні систем зв'язку.

### 1.1.1 Оптимізація на фізичному рівні

Базовим способом досягнення високих показників ефективності використання спектру є стільникова архітектура системи зв'язку. Для збільшення ефективності повторного використання частот можна використовувати метод територіального ущільнення, який по своїй природі не є оптимальним.

Збільшення показника ефективності використання спектру можна також досягти за допомогою застосування передових методів модуляції і кодування. Ще одним методом поліпшення ефективності використання спектру є застосування сучасних антенних технологій.

Одним з найбільш перспективних способів збільшення швидкості передачі даних в мережах БШПД є застосування просторового мультиплексування із застосуванням багатоелементних антенних решіток (MIMO).

Як методи ефективного використання спектру можна також розглядати методи множинного доступу до несучого середовища. Наприклад, в ході еволюційного розвитку метод доступу OFDM, який можна розглядати, як окремий випадок FDD, з'явився метод множинного доступу OFDMA

Усі вище перераховані методи і технології зачіпають тільки фізичний рівень (PHY) системи зв'язку, покращуючи способи передачі сигналу у фізичному середовищі, використання доступних спектральних ресурсів тощо.

Проте, на даний момент практично усі ці методи вичерпали себе, оскільки можливості технологій мають свою межу. Таким чином, виходить, що при збільшенні ефективності використання спектру на межі технологій фізичного рівня, знизиться якість зв'язку, а, отже, і привабливість такої системи для абонента.

### **1.1.2 Оптимізація на логічному рівні**

Проте, оптимізація передачі сигналу на фізичному рівні не є єдиним рішенням, і на проблему використання обмеженого і дорогого ресурсу спектру можна подивитися з іншого боку.

Сучасні мережі БШПД в основному використовуються абонентами для доступу і користування послугами глобальної мережі Інтернет.

Найбільш затребуваними ресурсами для мобільної Інтернет-аудиторії є: соціальні сервіси (соціальні мережі, чати, блоги), поштові сервіси, пошукові сервіси (новини, прогноз погоди, журнали, книги).

Уся передача даних відбувається згідно семирівневої моделі OSI, яка є найбільш використовуваною в сучасних мережах передачі даних, проте, не найбільш ефективною. Неefективність моделі TCP/IP обумовлюється тим, що при передачі даних від одного абонента іншому передаються не тільки "корисні" дані, але і також службові заголовки усіх рівнів, внаслідок чого ефективність

використання спектру знижується, оскільки значну його частину займають службові дані, які не несуть корисного навантаження.

Таким чином, видно, що якщо оптимізувати кількість і склад службової інформації, то можна поліпшити коефіцієнт корисного використання спектрального ресурсу, збільшення якого навіть на декілька відсотків представляє величезну економічну вигоду для операторів зв'язку, які борються за кожного кГц спектру.

Але для найбільш ефективного використання спектру необхідно не тільки удосконалювати технології, вживані на фізичному рівні, але і оптимізувати логічну передачу даних.

Нині існують алгоритми оптимізації заголовків IP/TCP/UDP, які дозволяють боротися з надмірністю TCP/IP при передачі інформації, : RFC 3095 (ROHC), RFC 1144 (алгоритм Ван-Якобсона), які дозволяють стискувати заголовки приблизно до 1-3 і 3-4 байт відповідно.

Ці алгоритми дозволяють досить ефективно стискувати заголовки рівнів TCP/IP. Проте, навіть при використанні цих алгоритмів залишається досить великий об'єм заголовків прикладного рівня моделі OSI, які не враховуються при стисканні.

## **1.2 Методи оптимізації маршрутизації**

Методи оптимізації маршрутизації описують процес підвищення продуктивності мережі шляхом виявлення і впровадження оптимальних моделей розподілу навантаження (трафіку) без порушення/зміни прийнятої структури мережі. У випадках, коли нарощування навантаження або епізодичні коливання трафіку спричиняють перевантаження ліній зв'язку, ці методи застосовуються для повного або часткового дозволу проблем продуктивності мережі. Суть оптимізації полягає в "підстроюванні" маршрутизації до навантаження, що склалося, в цілях кращого використання ресурсів мережі, що, у свою чергу, збільшує якість послуг (QoS – Quality of Service), що надаються.

Проблема оптимізації маршрутизації може бути сформульована таким чином: на даній структурі мережі та даних про трафік необхідно знайти таке рішення для маршрутизації трафіку, яке приведе до оптимальному QoS в мережі. Під мірою QoS можуть матися на увазі різні параметри продуктивності мережі. Більшість визначень в літературі засновані на використанні каналів зв'язку. Об'єктом оптимізації справжньої роботи є мінімізація найвищої утилізації каналів зв'язку в мережі.

У роботі досліджується оптимізація маршрутизації для традиційних протоколів внутрішніх шлюзів (IGP – Interior Gateway Protocol). Ці протоколи спираються на метрики каналів для виявлення найкоротших маршрутів і визначення вихідних інтерфейсів по усіх напрямках. Таким чином, шляхом відповідного налаштування значень метрик можливо оптимізувати маршрутизацію. Зосередимо свою увагу на найбільш поширених протоколах маршрутизації, рекомендованих CISCO Systems – лідером на ринку мережевих технологій, які враховують два типи метрик – затримку і пропускну спроможність.

Розглянемо характерні риси для різних концепцій маршрутизації.

### **1.2.1 Маршрутизація, заснована на пунктах призначення**

Маршрутизація, заснована на пунктах призначення (destination – based routing) і відправлення (source – based routing).

Існують дві принципово різні концепції маршрутизації, які, поза сумнівом, впливають на процедури і кінцеві результати оптимізації. Це маршрутизація, заснована на пунктах призначення і відправлення. Традиційні протоколи маршрутизації, такі як Open Shortest Path First, Enhanced Interior Gateway Routing Protocol та IS-IS, відносяться до першої концепції, кожен маршрутизатор приймає рішення про подальшу пересилку пакету, ґрунтуючись виключно на адресі призначення пакету, вказаній в його заголовку.

Така процедура маршрутизації проста і досить ефективна, проте вона накладає обмеження на можливості оптимізації (рисунок 1.1).

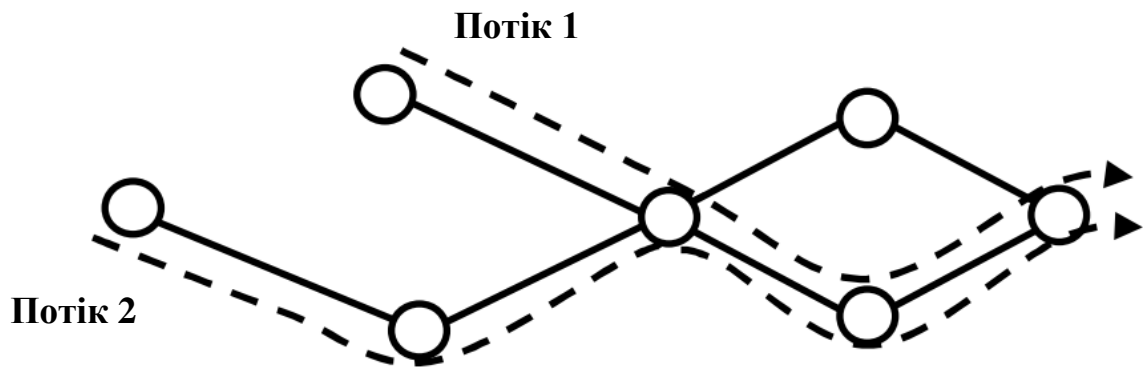


Рисунок 1.1 – Обмеження маршрутизації по пункту призначення

При перетинанні потоків з ідентичними кінцевими пунктами вони об'єднуються і відсилаються далі по одному і тому ж інтерфейсу, що може викликати перевантаження на деяких каналах зв'язку, тоді як на інших маршрутах утилізація каналів залишатиметься на низькому рівні. Щоб уникнути таких обмежень були розроблені нові технології для маршрутизації, засновані на пункті відправлення пакетів, такі як MPLS – Multi-Protocol Label Switching.

Цей протокол дає можливість керувати структурою маршрутизації незалежно від протоколу і встановлювати конкретні маршрути для окремих типів (фрагментів) трафіку. Кожен IP пакет для MPLS маршрутизації містить власну мітку, яка лежить в основі ухвалення рішень маршрутизаторами про подальшу пересилку пакету на усьому шляху його дотримання.

Таким чином, маршрутизація пакетів не залежить від нижче лежачих протоколів маршрутизації, в її основі лежать мітки пакетів і інформація про подальшу пересилку, закладена в маршрутизаторах. Така методика дає високий рівень гнучкості маршрутизації, оскільки дає можливість досягти будь-якої бажаної картини маршрутизації.

### 1.2.2 Однометрична і двоаметрична маршрутизація

У разі засновані на пункті призначення пакетів маршрутизації маршрутизатор визначає інтерфейс для подальшої пересилки пакетів, виходячи

зі значень метрик, які описують шлях до кінцевого пункту у значеннях метрик трафіку.

Типово, окрема метрика асоціюється з кожним каналом, після чого алгоритм визначення оптимального шляху застосовується для визначення маршрутів для всієї мережі (однометрична маршрутизація). Часто метрики каналів мають фізичний сенс, наприклад, "затримка" або "вартість", хоча їх значення можуть бути використані безпосередньо для оптимізації маршрутизації, не несучи в собі ніякого фізичного сенсу. Тобто, задаючи значення метрик для каналів зв'язку, можна опосередковано керувати схемою маршрутизації і оптимізувати її.

Разом з моно- (одно-) метричними протоколами доступні схеми роутингу, що дозволяють враховувати при обчисленні маршруту дві і більше метрик каналу зв'язку (багатометрична маршрутизація). Для прикладу протокол EIGRP від компанії CISCO використовує 4 метрики. Проте тільки дві з них використовуються як метрики за замовчуванням – метрика "затримка/delay" та адитивна метрика "місткість/capacity". У подальших розділах зосередимо увагу на цих двох типах метрик і покажемо, як вони можуть бути задіяні для оптимізації маршрутизації. Але перед цим розглянемо особливості обладнання CISCO.

## 2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

### 2.1 Огляд маршрутизаторів і серверів доступу CISCO

CISCO Systems пропонує повну лінійку маршрутизаторів в діапазоні від домашніх маршрутизаторів до корпоративних серверів доступу і магістральних маршрутизаторів операторського класу. За рахунок такого спектру устаткування CISCO в змозі запропонувати незмірно більшу кількість різноманітних рішень, чим будь-яка інша компанія.

#### 2.1.1 Характеристики CISCO IOS

Оптимізація пропускної спроможності.

ПЗ CISCO IOS™ пропонує наступні можливості оптимізації смуги пропускання:

- Маршрутизація на вимогу – це досягнення мінімізації витрат за рахунок того, що маршрутизатор автоматично керує з'єднанням при використанні мереж комутації каналів (ISO чи телефонні лінії зв'язку).

- Виділення смуги пропускання на вимогу (BOD) – динамічне збільшення пропускної спроможності за рахунок автоматичного встановлення додаткових з'єднань і балансування передачі даних по них відповідно до заданих рівнів.

- Маршрутизація із звільненням каналу (snapshot routing) – механізм обміну даними маршрутизації, що дає можливість використовувати динамічні протоколи маршрутизації на комутуваних лініях, зменшуючи за рахунок цього час і складність налаштування маршрутизаторів.

- Резервування смуги пропускання і пріоритетна черговість – збільшує смугу пропускання каналу через резервування пропускної здатності і пріоритизації потоків даних для різних виконуваних програмних процесів, адрес відправника або адрес одержувача.



- Оптимізація мереж Novell NetWare шляхом обробки службових пакетів, що управляють з'єднанням між сервером, маршрутизатором і клієнтом.
- Стискання даних CISCO IOS – повний набір варіантів компресії даних, включаючи заголовки TCP/IP та інтерфейсу.

### **2.1.2 Захист від несанкціонованого доступу**

- Для захисту від несанкціонованого доступу в рішеннях CISCO використовуються:
  - Технологія трансляції мережевих адрес і портів (NAT і PAT) – приховує топологію і адресну схему приватної мережі від зовнішньої мережі.
  - Шифрування на мережевому рівні IPSec.
  - Протоколи TACACS+ та RADIUS забезпечують повнофункціональні засоби аутентифікації, авторизації і обліку для видаленого і адміністративного доступу.
  - Протокол ідентифікації PAP (Password Authentication Protocol) – дає можливість ідентифікувати видалених користувачів при встановленні з'єднання.
  - Протокол ідентифікації CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) – дає можливість ідентифікувати видалених користувачів при встановленні з'єднання з використанням захищеного алгоритму.
  - Списки доступу (Access Lists) – стандартні списки доступу контролюють адресу відправника, а розширені списки доступу контролюють як адреси відправника і одержувача, так і багато інших параметрів.
  - Технології Lock and Key і Authentication Proxy – дозволяють встановлювати індивідуальні параметри і обмеження для користувачів в середовищі з груповим доступом.
  - CISCO IOS Firewall – додатковий пакет програмного забезпечення для підтримки функціональності міжмережевого екрану.

### **2.1.3 Засоби керування**

Ці засоби включають:

- Management Information Bases (MIBs) – бази інформації, що управляє, заповнення і зміна яких може бути здійснена за допомогою протоколів Simple Network Management Protocol (SNMP) – або CMIP (Common Management Information Protocol).
- Протокол Remote Monitoring (RMON) – забезпечує моніторинг мережі, виявлення в ній проблемних ситуацій, "захоплення" пакетів для подальшого аналізу.
- Веб сервер для маршрутизаторів CISCO – засіб налаштування і моніторингу маршрутизаторів через Web-браузера протокол HTTP.
- Програмне забезпечення CRWS дає можливість легко настроїти маршрутизатор CISCO з використанням Web -браузера.

### **2.1.4 Функції мультимедіа**

ПЗ CISCO IOS™ забезпечує підтримку мультимедійних послуг зв'язку і багатоадресної розсилки пакетів, у тому числі з використанням наступних технологій:

- Протокол резервування ресурсів Resource Reservation Protocol (RSVP) динамічно резервує смугу пропускання між двома крайовими вузлами для критичного до затримок потоку даних IP протоколу. Багатоадресна IP маршрутизація (IP Multicast) на базі протоколу PIM (Protocol Independent Multicast – незалежна від протоколів багатоадресна розсилка) – дає можливість здійснювати багатоадресну розсилку пакетів у поєднанні з використанням одноадресних протоколів IP маршрутизації.
- Протокол управління групами IGMP повідомляє маршрутизатор про бажання користувача робочій станції бути включеним в групу багатоадресної розсилки.

### **2.1.5 Гарантована якість обслуговуванні (QoS)**

- Програмне забезпечення CISCO IOS™ дає можливість гарантувати потокам даних необхідну смугу пропускання завдяки використанню наступних технологій:
  - Протокол Resource Reservation Protocol – RSVP встановлює пріоритетне виділення смуги пропускання.
  - Система зваженої справедливої черговості (Weighted Fair Queuing – WFQ) – дає можливість розширити можливості звичайних методів організації черговості обробки трафіку.
  - Довільне раннє виявлення (Random Early Detection – RED) – спосіб уникнути переповнювання мережі при піковому робочому навантаженні і гарантувати доставку пріоритетного потоку даних.
  - CISCO IOS™ також підтримує такі технології управління ресурсами, як протокольно незалежна багатоадресна маршрутизація Protocol Independent Multicast (PIM), закритий міжмережевий інтерфейс (Private Network-Network Interface, PNNI) і обмін даними з доступною швидкістю (available bit rate – ABR).

### **2.1.6 Засоби управління і налаштування**

- Програмне забезпечення Fast Step для серії маршрутизаторів CISCO 800 і 1600 – це засіб графічного управління і контролю маршрутизаторів для платформ Windows, призначене для малого і домашнього офісу.
  - Персонал, що не має достатніх технічних знань, може встановити, протестувати і підключити маршрутизатор протягом декількох хвилин.
  - Програмне забезпечення CISCO ConfigMaker – це зручний графічний засіб для платформ Windows, що дає можливість настроїти маршрутизатори серії CISCO 800 – 3600 і змодельовати рішення для об'єднання ЛВС або підключення видалених користувачів.
  - ConfigMaker забезпечує налаштування "крок за кроком" при розробці мережевого дизайну і адресації мережі за допомогою графічного

інтерфейсу і автоматично створює файли налаштування для кожного маршрутизатора в мережі.

- ПЗ CISCO CRWS базується на Web-технології і вбудовано в ПЗ CISCO IOS™. CRWS дає можливість встановити і настроїти маршрутизатори серії CISCO 800 і SOHO 70 за декілька хвилин.

- ПЗ CISCO CRWS дає можливість дістати доступ до будь-якому ISDN -маршрутизатору компанії CISCO за допомогою будь-якого Web-браузера.

- Користувач може настроїти маршрутизатор шляхом заповнення електронної форми і встановити ISDN-з'єднання.

- Маршрутизатор можна настроювати з центрального офісу, що дає можливість дистанційно модифікувати налаштування і проводити заміну програмного забезпечення.

### **2.1.7 Критерії вибору маршрутизаторів доступу компанії CISCO**

Залежно від масштабів організації та інформаційних потреб користувач може обирати обладнання у відповідності до його вимог. Характеристики цього обладнання, а також критерії його вибору вказані у наступних таблицях.

### **2.1.8 Серія маршрутизаторів CISCO 2600**

Серія CISCO 2600 є бюджетною серією маршрутизаторів для малих і середніх офісів, що включають можливість передачі мультимедійних повідомлень. На додачу до цього цей набір модулів маршрутизатора використовується для конфігурування роутерів CISCO 2600 як міжмережіві екрани та сервери доступу, а також для передачі звуку та зображень мережами TCP/IP.

Таблиця 2.1 – Малий офіс, надомний працівник

Кількість користувачів	Тип з'єднання	Тип пристрою	Серія пристроїв	Короткий опис
1-5	ISDN/ Телефонні лінії	Окремий пристрій	Cisco 801 – Cisco 804	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу
1-5	Послідовний порт	Окремий пристрій	Cisco 805	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу
1-5	xDSL/ Широкополосний доступ	Окремий пристрій	SOHO 70	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу
1-5	Широкополосний доступ	Окремий пристрій	Cisco 806	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу
1-5	xDSL/ Широкополосний доступ	Окремий пристрій	Cisco 820	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу з xDSL

Таблиця 2.2 – Віддалений офіс, місцеве відділення, центральний офіс

Кількість портів	Технологія ЛОМ	Конфігурація	Серія пристроїв	Короткий опис
1 порт ЛОМ, 1 порт глобальної мережі	Ethernet	Фіксована	Cisco 800	Багатопротокольний маршрутизатор для малого/домашнього офісу
1 порт ЛОМ, до 2 портів глобальної мережі	Ethernet	Модульна	Cisco 1600	Модульний маршрутизатор для малого офісу
1 порт ЛВС, до 4 портів глобальної мережі	Fast Ethernet	Модульна	Cisco 1700	Модульний маршрутизатор для малого офісу
1-2 порти ЛОМ, до 8 портів глобальних мереж	10/100 Ethernet или Token Ring	Модульна	Cisco 2600 Cisco 2600XM	Модульний маршрутизатор для малих офісів и місцевих відділень
2 порти ЛВС, до 10 портів глобальних мереж	Fast Ethernet	Модульна	Cisco 2691	Модульний маршрутизатор для малих офісів и місцевих відділень

Залежить від комплектації	Ethernet, Fast Ethernet	Модульна	Cisco 3600	Модульні високопродуктивні маршрутизатори для центрального офісу
2 порти ЛОМ, залежить від комплектації	Ethernet, Fast Ethernet,	Модульна	Cisco 3700	Модульні високопродуктивні маршрутизатори для центрального офісу
Залежить від комплектації	Ethernet, Token Ring, HSSI, T3/E3, FDDI, ISDN PRI/BRI, ATM,	Модульна	Cisco 7200/7400/7500	Модульні високопродуктивні маршрутизатори для центрального офісу

Таблиця 2.3 – Центральний офіс. Сервери доступу

Кількість одночасно підключених користувачів ISDN	Кількість одночасно підключених користувачів по телефонних лініях	Тип підключення	Серія пристроїв	Короткий опис
До 16	До 32	Цифрові та аналогові	Cisco 2600	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 120	До 32	Цифрові та аналогові	Cisco 3620	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 240	До 96	Цифрові та аналогові	Cisco 3640	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 360	До 192	Цифрові та аналогові	Cisco 3660	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 720	До 216	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5350	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів
До 240	До 240	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5300	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів
До 720	До 480	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5400	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів

Таблиця 2.4 – Віддалений офіс, місцеве відділення, мультимедіа

Кількість аналогових голосових портів	Кількість цифрових голосових портів	Можливість передачі відео	Серія пристроїв	Короткий опис
До 6	До 30	Немає	Cisco 1751	Модульний маршрутизатор для малого офісу
До 8	До 30	Немає	Cisco 1760	Модульний маршрутизатор для малого офісу
До 12	До 90	Немає	Cisco 2600	Модульний маршрутизатор для малого офісу
До 36	До 240	Немає	Cisco 3640	Модульний маршрутизатор для малого офісу
До 72	До 360	Немає	Cisco 3660	Модульний маршрутизатор для центрального офісу
До 24	До 120	Немає	Cisco 3725	Модульний маршрутизатор для малого офісу
До 48	До 240	Немає	Cisco 3745	Модульний маршрутизатор для центрального офісу
До 6	До 24	Є	Cisco 3810	Модульний маршрутизатор для малого офісу
Немає	До 540	Немає	Cisco 7200	Модульний маршрутизатор для центрального офісу

Нова серія CISCO 2600XM має вищу продуктивність і збільшену оперативну пам'ять, зберігаючи усі переваги серії CISCO 2600 (таблиця 2.5).

Основні можливості:

- Підтримує усі функції ПЗ CISCO IOS™.
- Модульна архітектура.
- Вбудовані порти ЛОМ.
- Підтримується як передача звуку поверх протоколу IP (VoIP) (FRF.11), так поверх протоколу Frame Relay (FRF.12).
- Використання флеш-пам'яті полегшує супровід ПЩ маршрутизаторів.
- AUX-порт зі швидкістю 115,2 Кбіт/с.
- Службовий блок апаратної інтеграції даних дає можливість зменшити вартість витрат на роботу через глобальні мережі і ефективніше використовувати ПЗ IOS від CISCO.

Таблиця 2.5 – Характеристики маршрутизаторів серії CISCO 2600

Кількість одночасно підключених користувачів ISDN	Кількість одночасно підключених користувачів по телефонних лініях	Тип підключення	Серія пристроїв	Короткий опис
До 16	До 32	Цифрові та аналогові	Cisco 2600	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 120	До 32	Цифрові та аналогові	Cisco 3620	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 240	До 96	Цифрові та аналогові	Cisco 3640	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 360	До 192	Цифрові та аналогові	Cisco 3660	Модульний маршрутизатор / сервер доступу
До 720	До 216	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5350	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів
До 240	До 240	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5300	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів
До 720	До 480	Цифрові та аналогові, V. 110, V. 120	Cisco AS5400	Універсальний сервер доступу для мобільних користувачів, надомних працівників і підключення віддалених офісів

– Кожен роутер CISCO 2600 має роз'єм для установки модуля сполучення з глобальною мережею або модуля, що має високу щільність, ЛВС, два роз'єми для модулів підключення до Інтернет та слот на материнській платі для інсталяції модуля Advanced Integration Module (AIM), який може використовуватися для апаратного стискування або шифрування даних.

– у маршрутизаторах серії CISCO 2600 використовуються модулі, загальні CISCO 1700, 2600, 3600 та CISCO 3700.

### 2.1.9 Модулі маршрутизаторів CISCO 2600

Модулі ЛОМ.

- Один чи чотири порти 10BaseT Ethernet.
- Комутатор 10/100 Ethernet на 16 портів з підтримкою Inline Power і 1000BaseT uplink.



Модулі сполучення глобальних мереж низької щільності:

- один чи два синхронно/асинхронних високошвидкісних послідовних порту (T1/E1);
- два синхронно/асинхронних низько-швидкісних послідовних порти;
- один ISDN BRI;
- один порт G.SHDSL;
- один або два аналогових модемних порту V. 90;
- один порт ADSL;
- універсальний модуль з одним або двома портами T1/E1 зі вбудованим CSU/DSU.

Модулі підключення глобальних мереж з низьким трафіком:

- вісім чи шістнадцять модемів зі швидкістю 33,6 кбит/с (з підтримкою протоколу V. 34+).
- шістнадцять або тридцять два асинхронних порти.
- чотири чи вісім універсальних низькошвидкісних послідовних порти.
- чотири чи вісім ISDN BRI.
- один або два порти структурованого T1/E1 або ISDN.
- чотири чи вісім портів ATM E1 IMA (інверсного мультиплексування поверх мережі ATM).
- 1 порт ATM 25.

Голосові модулі:

- Аналогові голосові модулі (1 або 2 порти) з інтерфейсами FXS, PХО і E&M (всього до 4 голосових каналів на маршрутизатор).
- Аналоговий модуль високої щільності з 4 портами FXS, що розширюється до 12 портів FXS або 8 портів PХО і 4 FXS.
- Цифрові голосові модулі (1 або 2 порти) з інтерфейсами T1/E1 і ISDN BRI (всього до 60 голосових каналів на маршрутизатор).

Сервісні мережеві модулі:

- Модуль сповіщень стану мережі.

- 2 відсіки для установки модулів сполучення глобальних мереж.

Сервісні модулі АІМ:

- Модуль апаратного прискорення стискування даних модуль апаратного прискорення шифрування.
- Апаратний акселератор АТМ SAR.
- Модуль обробки голосу (30 каналів).

Варіанти ПЗ маршрутизаторів:

- Маршрутизація ІР та для інших протоколів від Apple, Novell, ІВМ.
- Маршрутизація ІР, ІРХ, Apple Talk (АТ) і DEC (ІР/ІРХ/АТ/DEC Feature Set).
- Міжмережевий екран (ІР/FW).
- Трансляція адрес (NAT), віддаєного моніторингу (RMON), резервування ресурсів (RSVP), підтримка голосу та протоколи Plus Feature Set від ІВМ.
- Функції Н. 323.
- Шифрування на рівні мережі з застосуванням технології Plus Encryption Feature Set (IPSec).

## 2.2 Формальне представлення задачі

Дистанція до пункту призначення обчислюється за наступною нормованою формулою:

$$M = \frac{1}{\min_i(bw_i)} + \sum_i d_i = \max_i(ictm_i) + \sum_i d_i, \quad (2.1)$$

де  $bw_i$  – пропускна спроможність каналу  $i$ ;

$d_i$  – статична затримка каналу  $i$ .

Таким чином, маршрутизатор для визначення маршруту враховує суму затримок усіх каналів до пункту призначення і додає до неї компоненту пропускної спроможності, яка дорівнює зворотній величині мінімуму смуг пропускання каналів до пункту призначення (смуга пропускання "вузьких місць").

Потім вибирається маршрут з найменшим значенням метрики маршруту  $M$ . Для зручності ми враховуватимемо не саму пропускну спроможність каналу, а величину, зворотну їй, і позначимо її  $icm$  ( $icm_i = 1/bw_i$ ), тобто у формулі для дистанції замість зворотної величини мінімуму пропускної спроможності  $1/\min_i(bw_i)$  вставимо максимум зі значень зворотної пропускної спроможності  $\max_i(icm_i)$  каналів. На рисунку 2.1 показана концепція маршрутизації, що враховує пропускну спроможність і затримку каналів. Метрика дистанції маршруту А – В – С – Е дорівнює 7 (сума затримок = 3 плюс компонента пропускної спроможності = 4), а для маршруту А – D – Е дорівнює 5. Як наслідок, маршрутизатор А вибирає маршрутизатор D для подальшої пересилки пакету до пункту призначення Е, і потік 1 проходитьиме через маршрут А – D – Е.

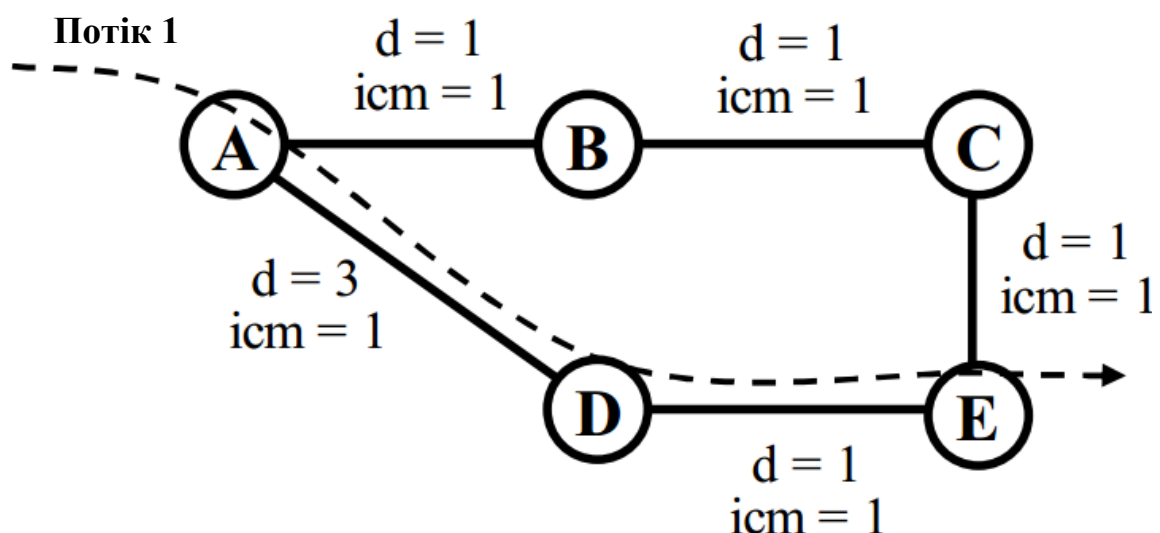


Рисунок 2.1 – Двохметрична маршрутизація

Залежно від значень  $d$  та  $icm$  вирішальну роль при виборі маршруту грають найменша сумарна затримка (тобто найкоротший маршрут) або висока пропускна спроможність, узяті окремо або разом. Оптимізація маршрутизації, заснованої на двохметричних протоколах, має більший потенціал для досягнення оптимальних рішень в порівнянні з однометричними протоколами. Оскільки друга метрика вносить більше гнучкості, то реалізується більше схем маршрутизації.

Слід зазначити, що у разі завдання однакових значень для усіх метрик  $icm$  двохметричний протокол працюватиме як однометричний і видавати схеми маршрутизації відповідним чином. Переваги двохметричного протоколу явно видно на рисунку 2.2.

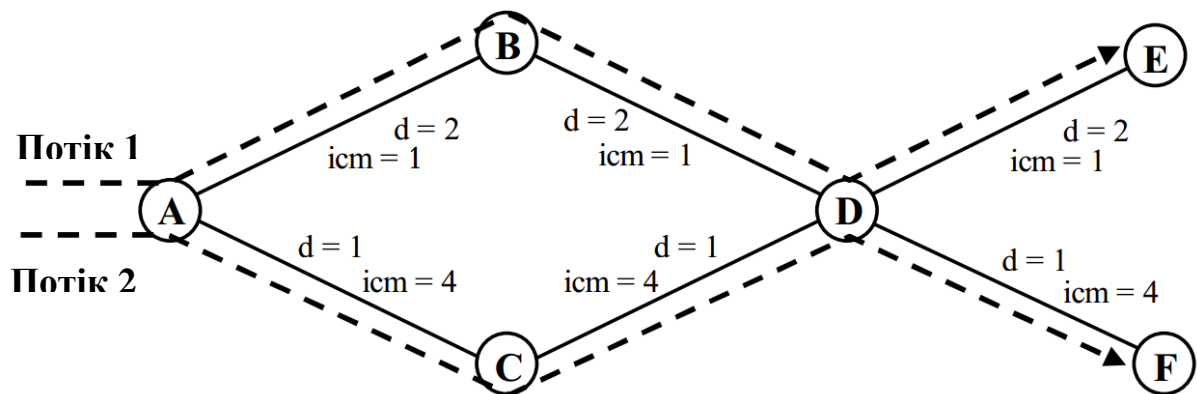


Рисунок 2.2 – Переваги двохметричної маршрутизації

Припустимо, є два потоки з різними пунктами призначення, але їх маршрути мають декілька загальних вузлів, тобто кілька разів проходять через однакові маршрутизатори. Нехай А буде першим загальним маршрутизатором на їх шляху, а D – останнім. Тоді як однометричний протокол об'єднає обидва потоки після їх прибуття в маршрутизатор А і перешле їх маршрутизатору В або С, використовуючи двохметричний протокол, можна добитися отримання схеми маршрутизації, зображеної на рисунку 2.2. Для потоку 1 обраний маршрут має сумарну метрику, рівну 7, а метрика маршруту, що проходить через маршрутизатор С, для нього рівна 8. Для потоку 2 картина виглядає по іншому –

метрика маршруту А – С – D – F дорівнює 7, тоді як метрика маршруту А – В – D – E дорівнює 9.

Суть вирішення проблеми знаходиться в завданні величин зворотних пропускних здібностей так, щоб зробити деякі маршрути менш привабливими для одного потоку, тоді як ці величини не матимуть впливу на інший потік, оскільки на його маршруті вже є високі значення величин зворотних пропускних здібностей (на відрізках, різних для двох потоків). Істотний вигравш в QoS, який може дати EIGRP в порівнянні з OSPF, залежить в основному від топології мережі і попиту трафіку.

У цій роботі для обчислення оптимальних метрик маршрутів використаний генетичний алгоритм. Для створення генних ланцюжків були пронумеровані усі канали в мережі з присвоюванням ваги кожному з них. Таким чином, кожен генний ланцюжок містить ваги усіх каналів в порядку їх нумерації. У разі однометричної маршрутизації сценарій маршрутизації може бути заданий одним генним ланцюжком, для двометричної маршрутизації необхідно мати вже два генні ланцюжки для кожного вирішення. Конкретний розв'язок отримується з генного ланцюжка шляхом відповідного обчислення найкоротшого шляху з використанням однієї або двох метрик.

Оскільки ми маємо намір мінімізувати найвищу утилізацію каналів в мережі, то для функції придатності була вибрана величина, зворотна максимальній утилізації. При цьому рішення, що призводять до меншої утилізації каналів, набувають вищого значення придатності, тобто мають вищі шанси до репродукції при створенні нового покоління. Для дії на процес репродукції піднесемо до ступеня функцію придатності:

$$F_{\text{придатності}} = \left( \frac{1}{\max_{i \in \text{каналам}} (\text{утилізація}_i)} \right)^p, \quad p > 0. \quad (2.2)$$

При  $p < 1$  можна добитися штучного завищення значення придатності поганих рішень в порівнянні з хорошими, що дає можливість уникнути швидкого

відсіювання поганих рішень, тобто ранній збіжності алгоритму. І, навпаки, при  $p > 1$  розрив між поганими і хорошими рішеннями збільшується, що може привести до швидшої збіжності процесу.

В цілях збільшення продуктивності алгоритму і швидкості обчислень пропонується перед оцінкою рішень застосовувати процедуру локального пошуку. При цьому кожного разу використовується процедура для відведення трафіку з каналу з найвищою утилізацією. Ця процедура повторюється до тих пір, поки вона дає поліпшення наявного результату. У разі однометричної маршрутизації, щоб відвести трафік з каналу, досить підвищити його метрику. Тобто, ми збільшуємо метрику каналу з найвищою утилізацією і перемаршрутизуємо усі потоки. Якщо це викликає зростання утилізації на якому-небудь каналі в мережі, то необхідно повернути значення зміненої метрики і, тим самим, закінчити подальший пошук.

Інакше, процедура повторюється для каналу, який після змін має найвищу утилізацію. Для протоколів двоиметричної маршрутизації можливості для відведення трафіку з певних каналів ширше. Можна збільшити метрику затримки або зменшити метрику пропускну спроможності каналу, або навпаки. Тобто, в процедурі пошуку застосовуються багатократно можливі модифікації метрик найзавантаженішого каналу. Будь-яка модифікація метрик прийнятна, якщо вона не призводить до зростання максимальної утилізації. Виконання процедури припиняється у разі, коли більше не вдається отримати подальше поліпшення. Для поліпшення результатів при репродукції не усі генні ланцюжки вибираються випадковим чином. У кожному циклі репродукції ми вводимо найкраще рішення на даний момент і глобальне найкраще рішення в нове покоління.

Результати запропонованого алгоритму були апробовані на декількох мережових сценаріях за допомогою програмного забезпечення для моделювання мережі. У таблиці представлені параметри трьох сценаріїв і результати оптимізації для них. Усі потоки трафіку згенеровано випадковим чином між вузлами мережі. Приведена в таблиці первинна максимальна утилізація є

результатом роботи стандартного протоколу OSPF (метрики усіх каналів дорівнюють 1, тобто отримані найкоротші маршрути). Як і передбачалося, результати, отримані при використанні двохметричного протоколу EIGRP, дозволили досягти меншої утилізації, ніж при використанні однометричного протоколу OSPF.

Таблиця 2.6 – Результати оптимізації для різних мережевих сценаріїв

	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
Число маршрутизаторів	11	20	50
Число каналів	24	30	63
Число потоків	33	200	117
Макс. утилізація	0,573	0,55	0,573
Результати оптимізації для OSPF			
Макс. утилізація	0,406	0,364	0,406
Результати оптимізації для EIGRP			
Макс. утилізація	0,383	0,363	0,347

Таким чином, запропонований підхід дає можливість підвищити QoS мережі за рахунок коригування параметрів метрик, що впливають на маршрутизацію. Однією з найбільш важливих переваг алгоритму є можливість його застосування для мереж із складною топологією, тобто у випадках, коли розмірність завдання утрудняє або робить неможливим застосування лінійних моделей.

### 2.3 Практичне вирішення задачі

Для реалізації задачі оптимізації трафіку потрібно вирішити такі завдання:

- Управління і оптимізація продуктивності мережі (доступність каналів і мережі, рівень завантаження каналів і маршрутизаторів, інші параметри).

- Високий рівень мережевої безпеки (аутентифікація, контроль доступу, контроль цілісності і можливість аудиту).
- Забезпечення безперебійної роботи – відновлення після збоїв і резервування.

Можливості фізичного моделювання при аналізі мереж досить обмежені. Воно дає можливість розв'язувати деякі задачі, коли кількість комбінацій досліджуваних параметрів системи невелика. Справді, при натурному моделювання мережі неможливо перевірити її роботу для різних варіантів з багатьма варіаціями комунікаційних пристроїв – маршрутизаторів, комутаторів і тому подібне. Але якщо певним чином перетворити топологію, то можливості фізичного моделювання можуть зрости. Проте зняття статистичних характеристик з різних точок мережі надзвичайно ускладнене. Якщо на робочій станції ще можна програмно зняти статистику використання інтерфейсу, то на комутаторі або в оптичній лінії зв'язку це може стати практично неможливим. Знову ж таки аналіз отриманих результатів ускладнений складністю розрахунків.

Тому для аналізу проектів мереж часто застосовують математичне моделювання, зокрема імітаційні моделі. Вони є комп'ютерною програмою, яка покроково відтворює події в натуральній системі. Що стосується ЛОМ, то їх моделі відтворюють генерацію повідомлень застосунками, розбивають повідомлення на пакети і кадри по протоколах, виявляють затримки в обробці повідомлень, пакетів і кадрів усередині ОС, а також дозволяють аналізувати отримання доступу мережевим вузлом до середовища передачі даних і т. д. При імітаційному моделюванні мережі не вимагається купувати дороге устаткування.

Результатом роботи такої імітаційної моделі є зібрані статистичні дані про характеристики мережі, найбільш важливі: часи реакції і затримок, коефіцієнти використання ресурсів мережі, імовірності втрат пакетів і т.п.. Усе це дає можливість розглядати мережі ЕОМ не як на закриту систему, а як сукупність процесів обміну інформацією в цих мережах.

У цій частині роботи розглядається програмна система імітаційного моделювання (Opnet Modeler), яка орієнтована на мережі зв'язку і дає можливість



будувати моделі без програмування. Такі системи продукують модель ЛОМ на основі даних про топологію та мережеві протоколи, а також про інтенсивність потоків запитів між вузлами в мережі, довжини ліній комунікації, види обладнання та застосунків.

Програма Ornet Modeler надає своїм користувачам середовище з GUI для моделювання мереж зв'язку, побудованої за принципом обробки подій. Це ПЗ може застосовуватись для розв'язку багатьох завдань, наприклад, для перевірки роботи протоколів мережі, аналізу їх взаємодії, оптимізації мережі та її планування. Також за допомогою програми можливо здійснити валідацію моделей мережі та опис протоколів, що використовуються в цій мережі.

Завершивши моделювання мережі, користувачеві стають доступними характеристики її продуктивності:

- очікувані часи затримок між вузлами мережі, ширина каналів, коефіцієнти завантаження сегментів мережі та обчислювальних ресурсів вузлів;
- зміна інтенсивності трафіку у вигляді функції часу;
- причини виникнення "вузьких місць" у мережі.

ПЗ Ornet Modeler працює з вузлами таких типів – обчислювальними (процесорними) вузлами, вузлами-маршрутизаторами та вузлами-комутаторами. Вузли підключаються через порти до каналів зв'язку будь-якого типу – від каналів ЛОМ до ліній супутникового зв'язку. Вузли і канали володіють характеристиками надійності (часом наробки на відмову) та середнім часом відновлення роботи після збою.

Моделюється не тільки взаємодія мережевих вузлів, але і процес розподілу обчислювальних ресурсів кожного вузла (комп'ютера) між його запущеними програмами. Робота програм моделюється за допомогою команд обробки даних, відправки та отримання повідомлень, читання/запису файлів, керування сесіями і призупинення роботи програми в процесі отримання повідомлень. Для кожного застосування задається свій набір команд (репертуар).

Канали комунікації моделюються шляхом встановлення їх типів та двох додаткових параметрів – пропускну здатності та затримки поширення сигналу.

Одиницею розповсюдження даних каналом зв'язку є кадр. Таким чином, пакети сегментуються на кадри. Кожен канал має такі параметри: розмір кадру, витрати на кадр та інтенсивність виникнення помилок. Підключення до глобальної мережі моделюється через каналу доступу з характеристиками, властивими для такого підключення.

Робочий режим мережі забезпечують джерела трафіку. Можлива наявність декількох джерел для кожного вузла.

Джерела-застосування генерують програмні процеси, які протікають на обчислювальних вузлах чи маршрутизаторах. Вузол виконує послідовно команди, чим імітує виконання мережевих застосувань. Джерела можуть генерувати роботу складних та простих застосувань.

Джерела навантаження можуть генерувати запити відповідно до складеного графіку. При цьому дані генеруються згідно обраного закону розподілу часових інтервалів між порціями даних. Можна також вказувати інтенсивність трафіку, як функцію часу доби.

Джерела, що моделюють комунікацію в програмній архітектурі "клієнт-сервер", дозволяють моделювати не лише трафік між клієнтами і сервером, але також між застосуваннями, які генерують цей трафік. Ці застосування функціонують в моделі програмної архітектури "клієнт-сервер". Джерело цього типу дає можливість промоделювати обчислювальне на вузол мережі, який задіяний в ролі сервера, тобто розрахувати час на здійснення розрахункових операцій та операцій, пов'язаних із зверненням до дискових накопичувачів, підсистем вводу-виводу і т.п.

### **2.3.1 Опис програми Opnet Modeler**

На рис. 2.3 показано компонентну базу мережі програми Opnet Modeler, де кожен елемент представляє собою модель певного пристрою від конкретного виробника обладнання. До прикладу, 3Com, CISCO та ін. (комутатори, маршрутизатори, мости та ін.), а також технологій Ethernet, VLAN, FDDI, Frame Relay, Wireless LAN та інші.

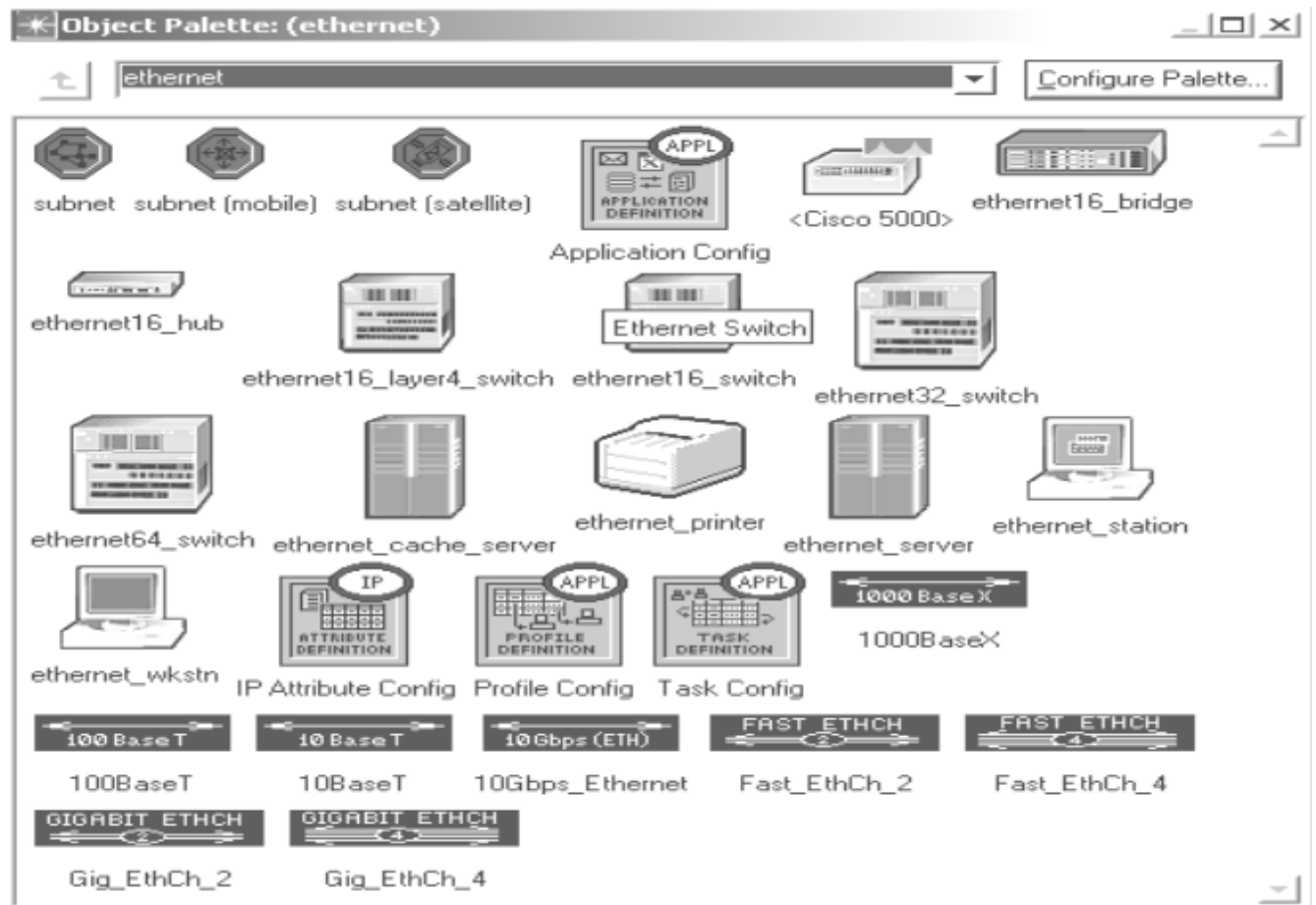


Рисунок 2.3 – Бібліотека компонентів програми

База ресурсів також містить реалізацію основних мережевих протоколів адресації (IP, TCP) та маршрутизації (RIP, OSPF, BGP, EIGRP, IGRP, IS – IS). Також можна моделювати зв'язки 10XBaseT, Frame Relay (T1, E1, T3), точка-точка (PPP) задаючи їх пропускну здатність та час затримки поширення. Кожен ресурс, природно, володіє своїми характеристиками, властивими для цього типу обладнання. Так, для робочої станції вказуються типи виконуваних програмних мережевих процесів (електронна пошта, веб, сервер друку, голосові чи відео-конференції), причому декілька одночасно, продуктивність, час роботи і т. д. (рисунок 2.4 та рисунок 2.5).

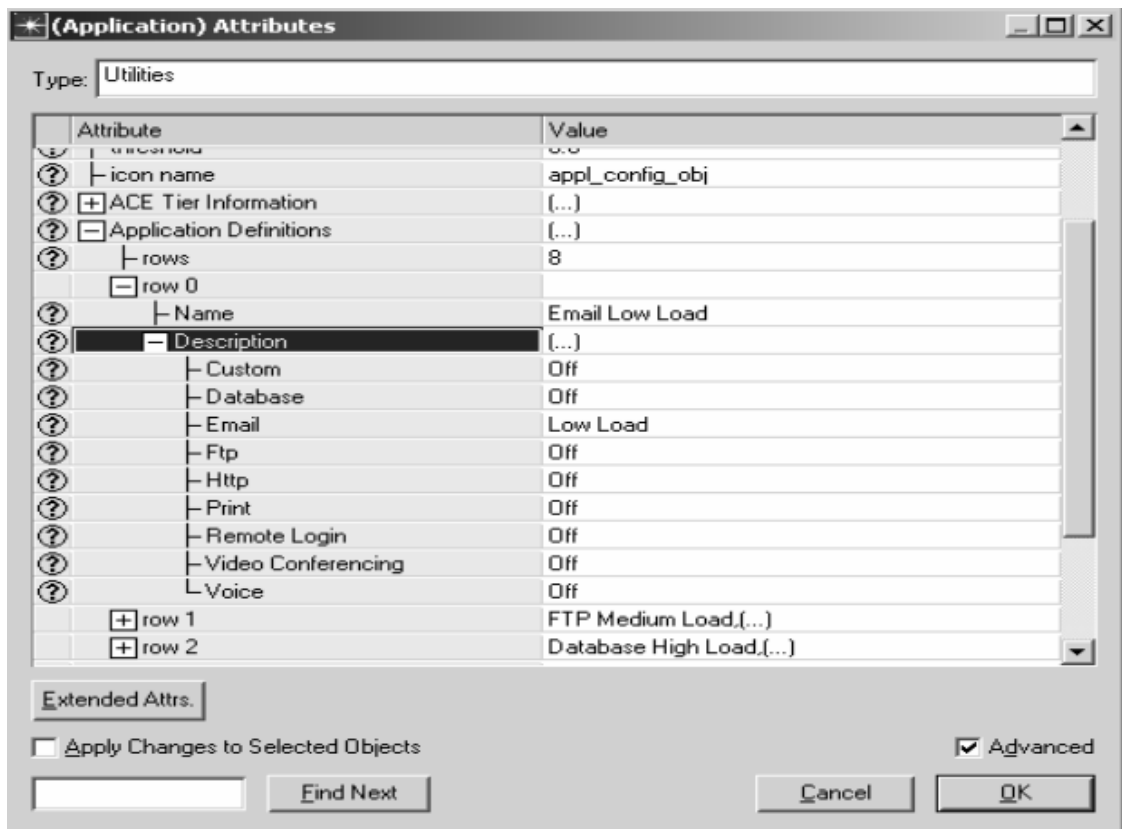


Рисунок 2.4 – Вибір характеристик робочої станції

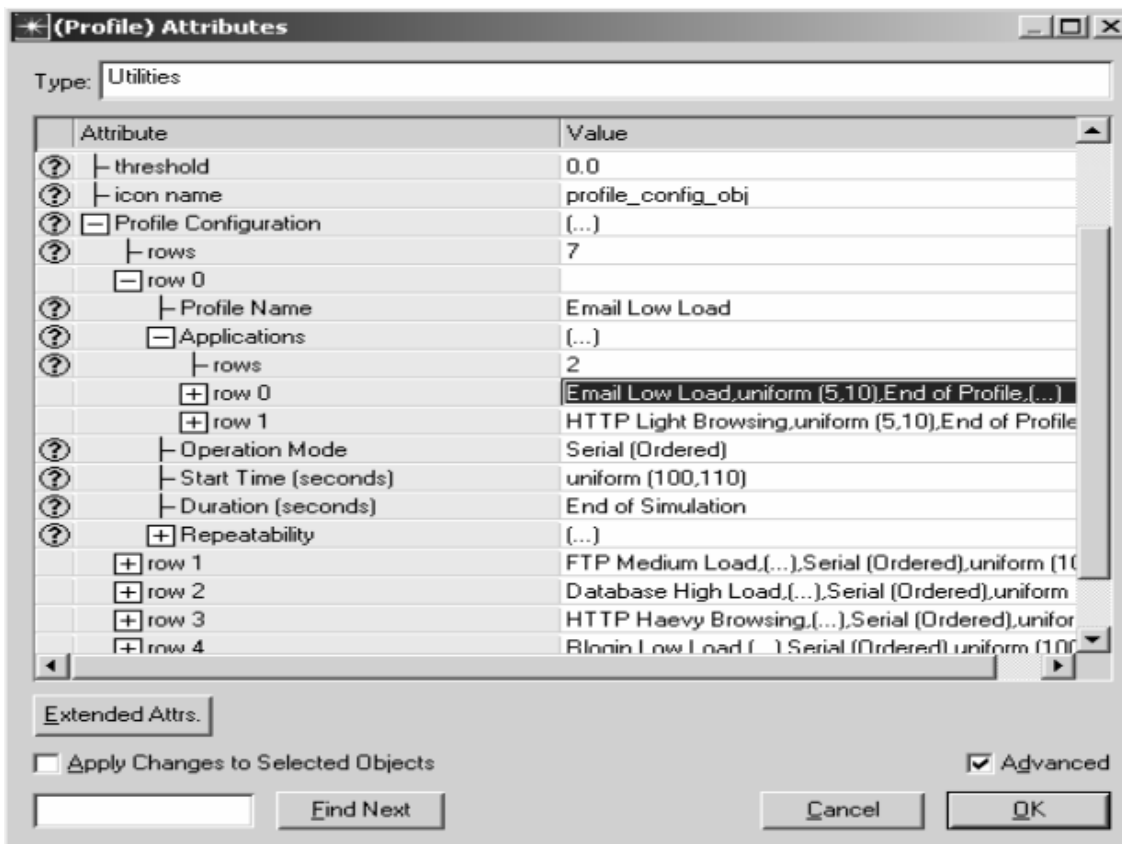


Рисунок 2.5 – Налаштування характеристик робочої станції

Використовуване застосування можна вибрати із вже готового набору застосувань або, вказавши потрібні характеристики, створити свій нестандартний тип застосувань. Для комутатора задаються кількість портів, часові затримки, його продуктивність. Для кожного застосування треба задати сервер, який виконує відповідні запити. В даному прикладі один сервер обслуговує усі запити клієнтів. На рисунку 2.6 представлений вибір застосувань, що реалізуються на сервері.

Через те, що процеси функціонування мереж мають випадковий характер, для моделювання потрібно також вказати розподіли та сценарії, відповідно до яких створюються заявки в мережі.

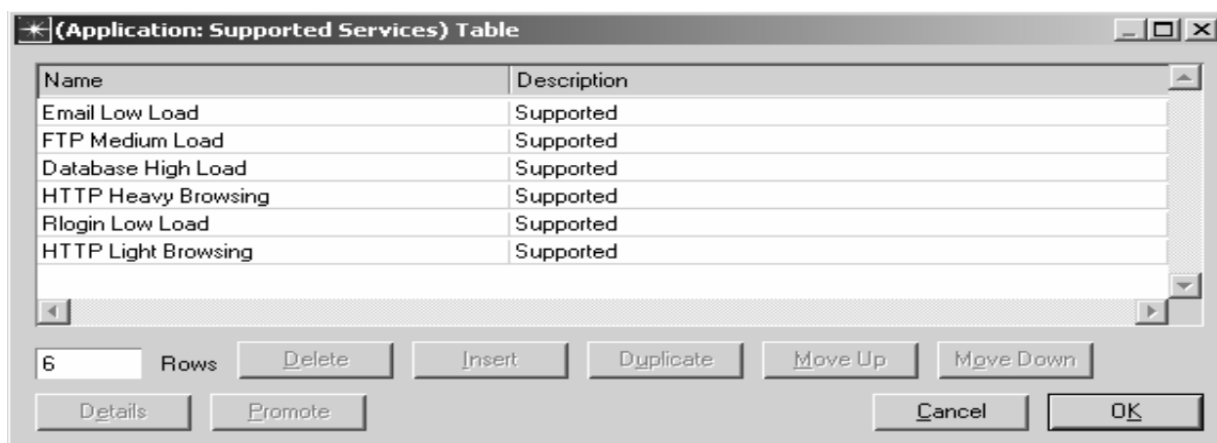


Рисунок 2.6 – Набір застосувань сервера

Перед початком моделювання вказуються характеристики, значень яких треба досягнути після моделювання. Ці характеристики можна задати для усієї мережі чи для окремого мережевого. Також можна прослідкувати трафік між вузлами та модельований час роботи (1 година, зміна, доба і т. д.). Моделювання вимагає певних обчислювальних ресурсів від комп'ютера, наприклад виконання однієї години модельованого часу займає на ПК з процесором з частотою 1.7 Гц до 20 хвилин.

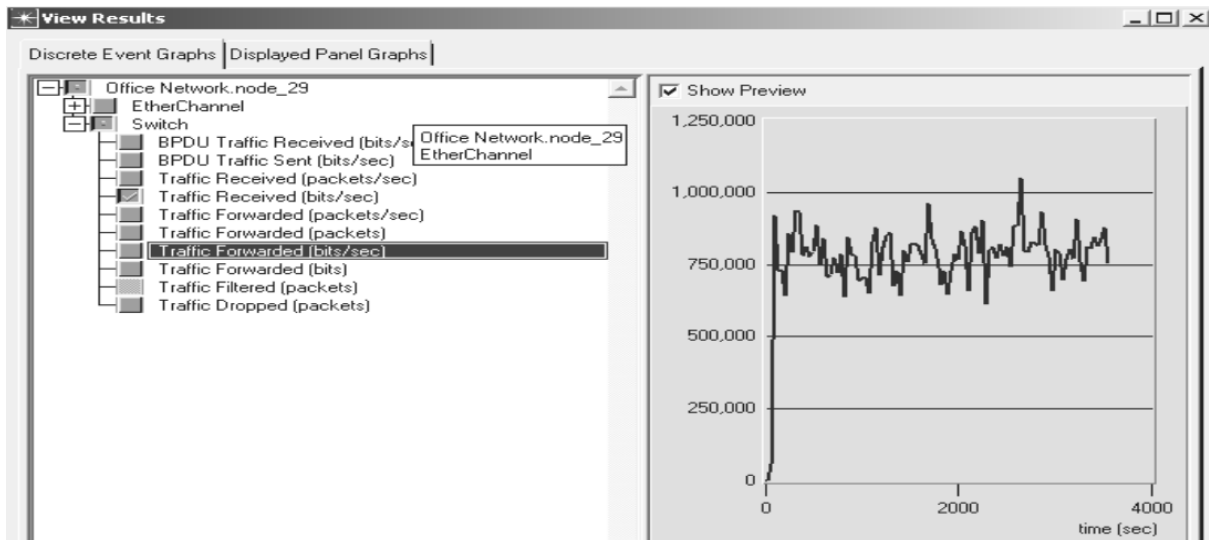


Рисунок 2.7 – Кількість прийнятих комутатором бітів за 1 годину

Одночасно можна відобразити потрібні результати моделювання. Наприклад, навантаження пристроїв та каналів зв'язку, обсяг отриманих і відправлених даних вузлом мережі, сервером і т. п. (рисунок 2.7).

### 2.3.2 Модель досліджуваної мережі

Локальну обчислювальну мережу для зручності моделювання було вирішено представити у вигляді п'яти підмереж і одного сервера, щоб не виділяти окремо усі робочі станції (рисунок 2.8). Як підмережа використовується стандартний об'єкт 100BaseT\_LAN, що є мережею Fast Ethernet комутованій топології. Кількість клієнтів довільна, один сервер. Клієнтський трафік прямує як усередину підмережі, так і на зовнішніх серверу. Підтримуються наступні види застосувань: Email, FTP, Video, HTTP, X windows. Кількість робочих станцій рівна за замовчуванням 10.

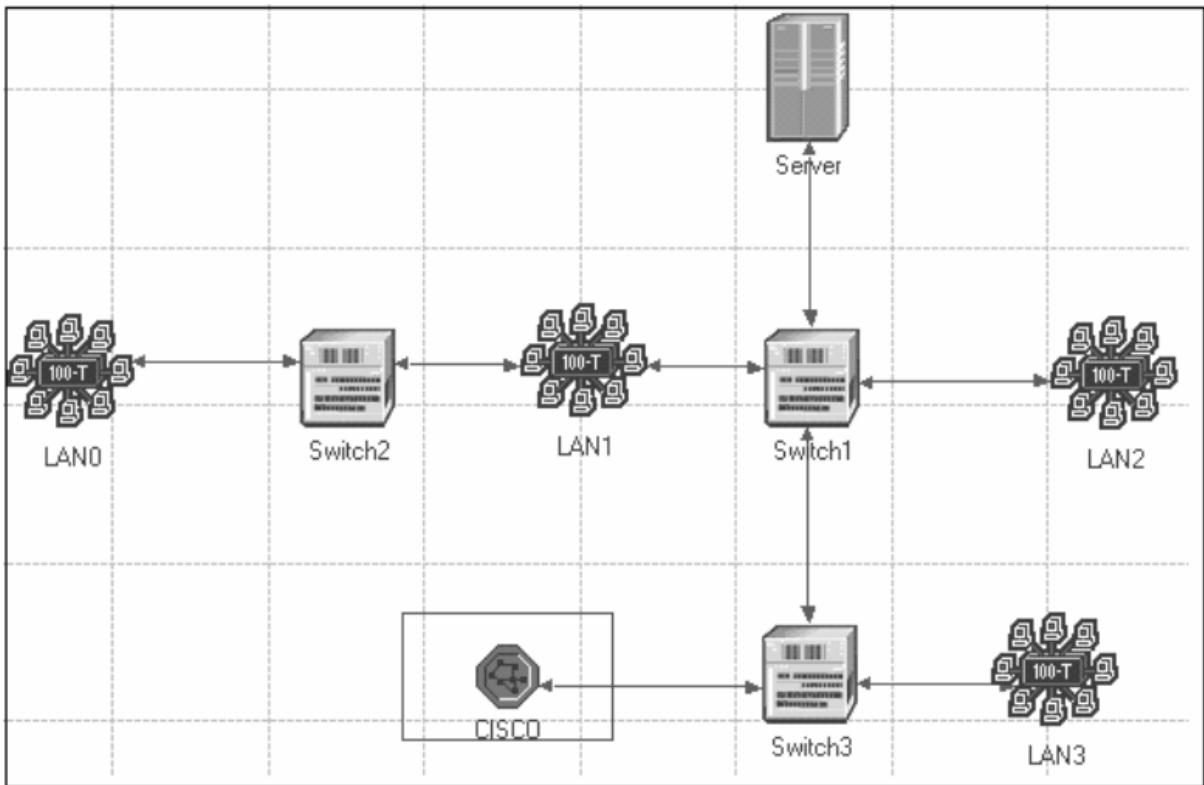


Рисунок 2.8 – Модель досліджуваної мережі і структура її трафіку

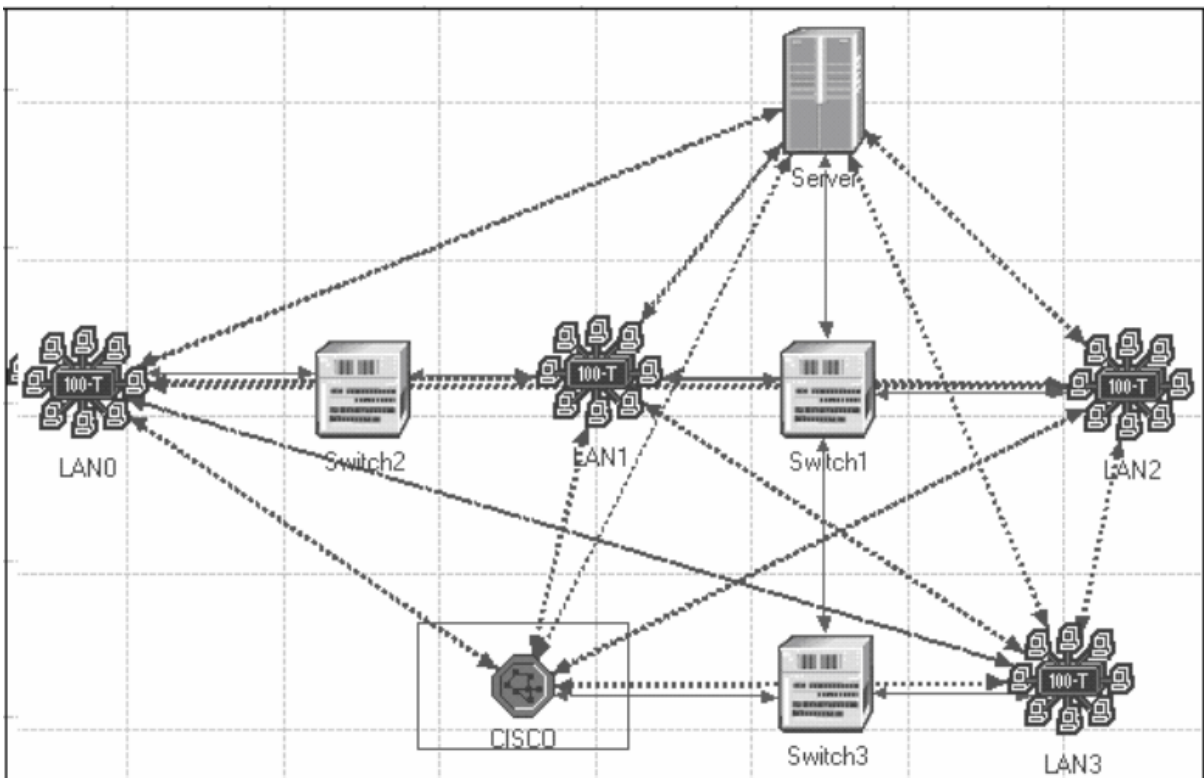


Рисунок 2.9 – Модель досліджуваної мережі і структура її трафіку

Сервер надає можливість роботи застосувань як по TCP, так і по UDP. Підключення може бути 10, 100 і 1000 Мбіт і визначається пропускну здатність підключеного лінка.

У комутаторів є можливість підключати до 16 Ethernet інтерфейсів. Алгоритм зв'язуючого дерева (Spanning Tree algorithm) використовується для забезпечення топології без кілець. Комутатори взаємодіють між собою шляхом посилки Bridge Protocol Data Units (BPDU) пакетів. Комутатор може об'єднувати мережі тільки одного типу (Ethernet – Ethernet, FDDI – FDDI або Token Ring – Token Ring). Структура трафіку коли усі елементи сполучені один з одним – топологія Mesh.

На рисунку 2.9 представлені результати моделювання мережі при інтенсивності 100 пакетів/сек. або 50 Кбіт/сек. Причому тонкими лініями зображені канали зв'язку із завантаженням від 0% до 49%, товстими, – від 50% до 74% і пунктирними – від 75% до 100%.

Як видно з рисунка 1.9, три канали зв'язку мають завантаження більше, ніж 50%. Таким чином, ці канали можуть бути критичним місцем локальної мережі. Тому їх можна замінити на канали з пропускну спроможністю в 1000 Мбіт/с. Отримані результати, приведені на рисунку 2.9, говорять про те, що з'являється можливість використання додаткової пропускну спроможності нових каналів.

Проведемо модельний експеримент для визначення максимального навантаження на сервер. Для цього створимо трафік від сервера на усі вузли мережі (рисунок 2.10). Ця ситуація моделює навантажений контролер домена. Після цього порівняємо мережу до і після модернізації. Як видно, існують 4 переобтяжені канали (пунктир). На рисунку 2.11 показані графік завантаження самого навантаженого зв'язку Switch1 – Switch3 (завантаження близьке до 100%) і пропускну спроможність зв'язку (близько 200 Мбіт/с).



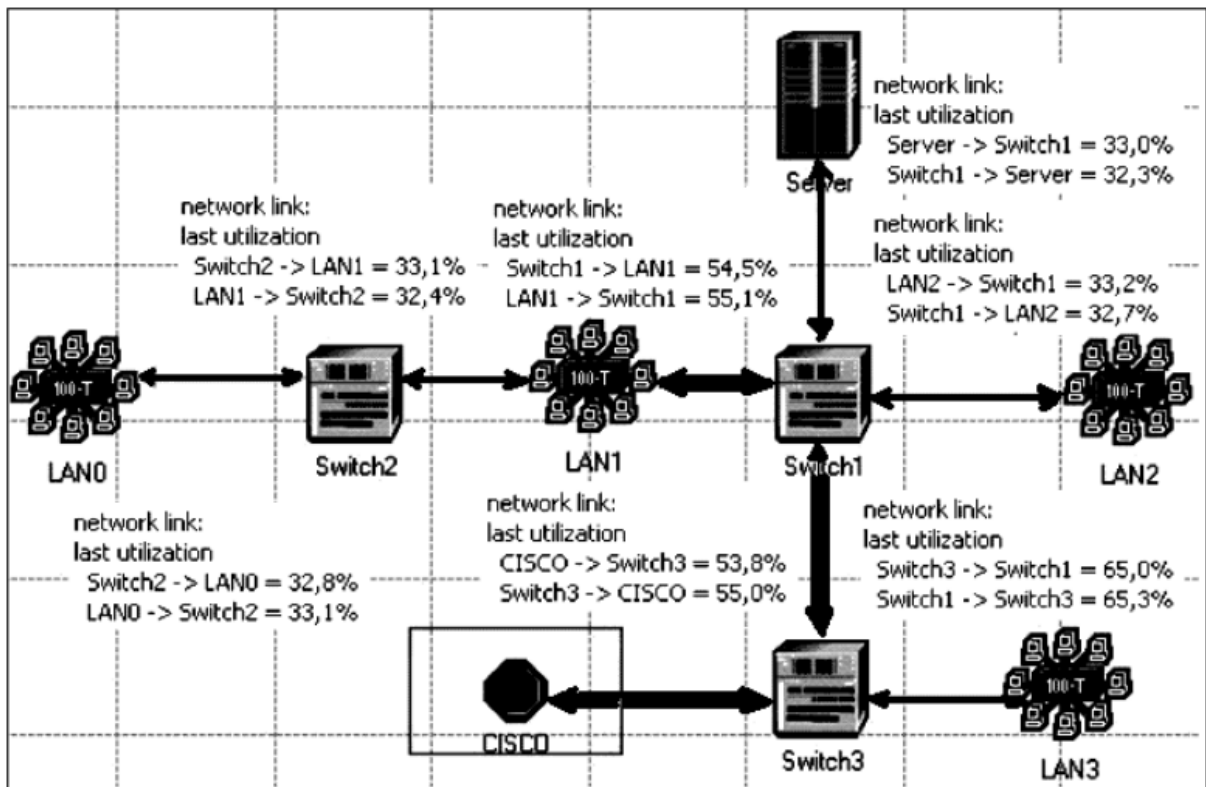


Рисунок 2.9 – Результати моделювання мережі

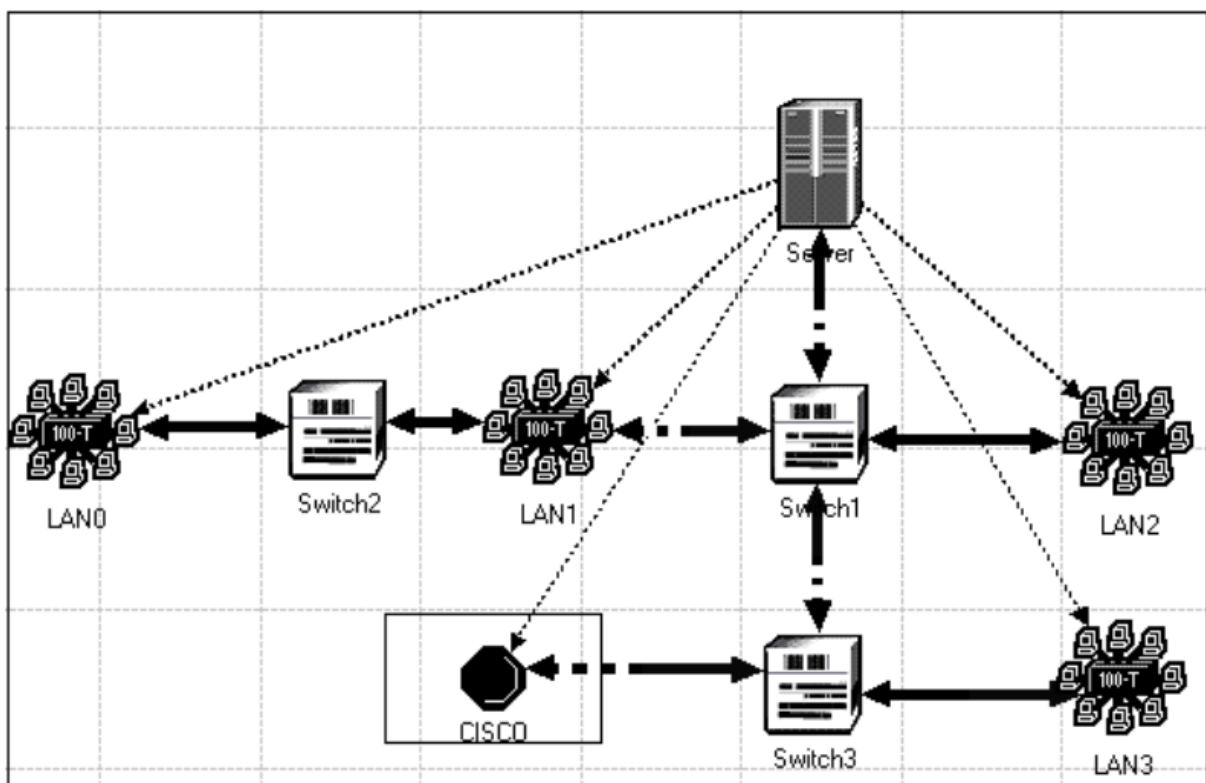


Рисунок 2.10 – Трафік від сервера

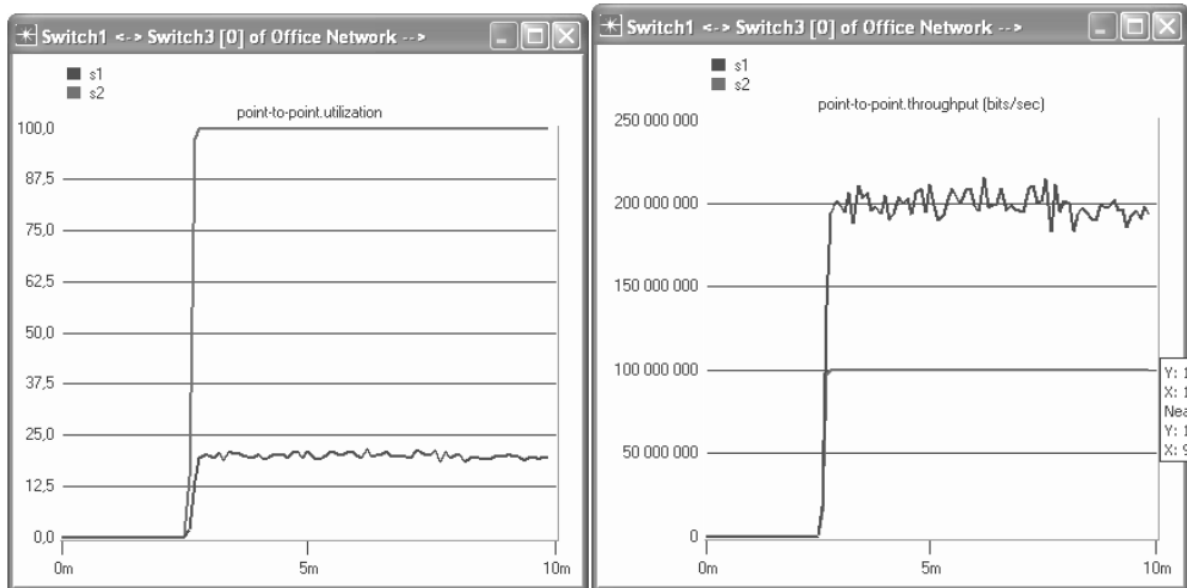


Рисунок 2.11 – Порівняння двох версій мережі

Як видно з графіків, мережа в первинному варіанті не здатна витримати таке навантаження. Але окрім заміни швидкості зв'язків між сегментами, яка супроводжуватиметься ще і заміною устаткування, можна провести структурне перетворення. Наприклад привести топологію до "зірки" (рисунок 2.12).

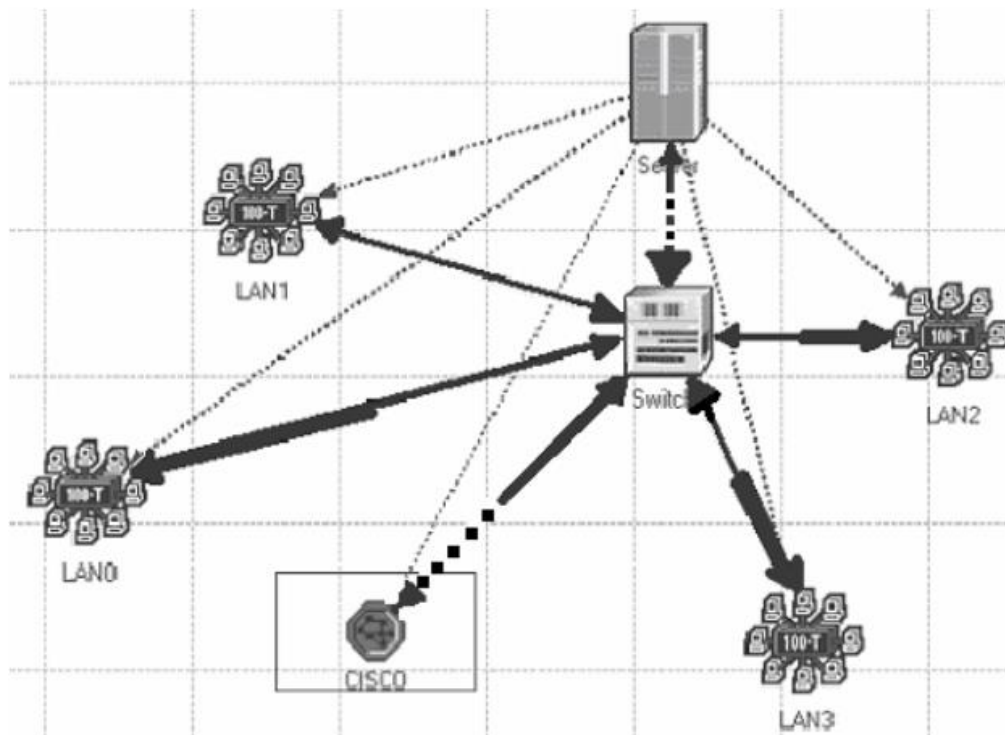


Рисунок 1.12 – Оптимізована модель мережі

Такий підхід дозволить скоротити число комутаторів мережі і понизити вартість модернізації у декілька разів. Як видно з рисунка 2.12, кількість переобтяжених линков зменшилася до двох. Далі на рисунку 2.13 показані графіки завантаження ліній усіх трьох варіантів мереж.

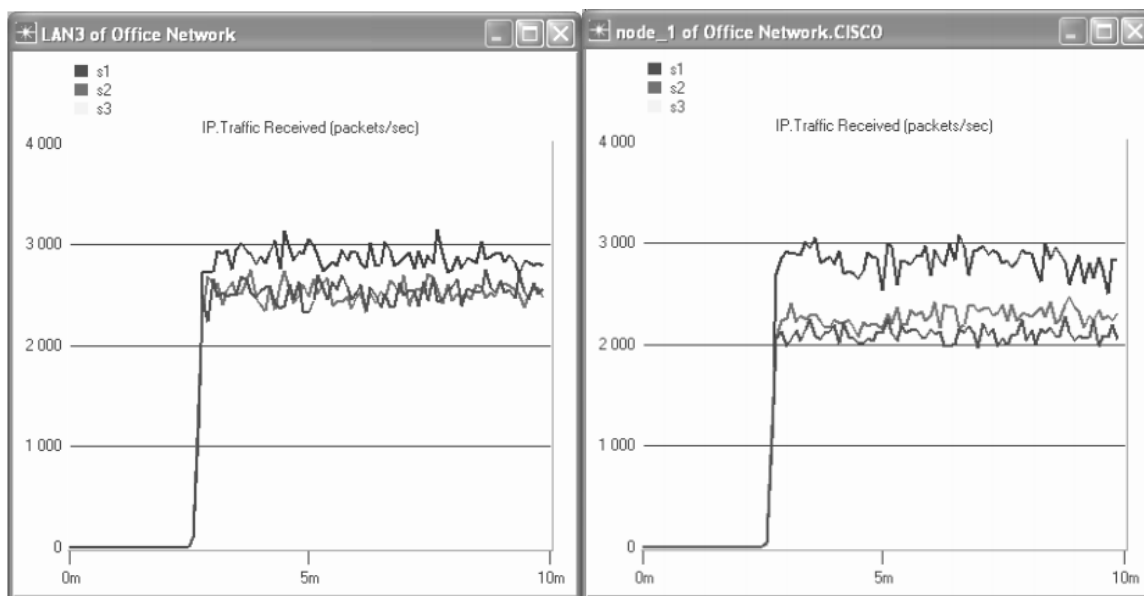


Рисунок 2.13 – Порівняння завантаження ліній усіх трьох варіантів мереж

Для сегментів мережі (наприклад, LAN3) пропускна спроможність для першого і третього варіантів приблизно рівна і трохи вище для другого варіанту. Для сегменту CISCO спостерігається тенденція на збільшення пропускної спроможності.

### 2.3.3 Модель мережі CISCO

В досліджуваній мережі була створена локальна мережа на основі обладнання CISCO, яка задовольняє потребам модельованої мережі для вивчення практично будь-яких мережевих технологій і протоколів. Логічна структура мережі показана на рисунку 2.14.

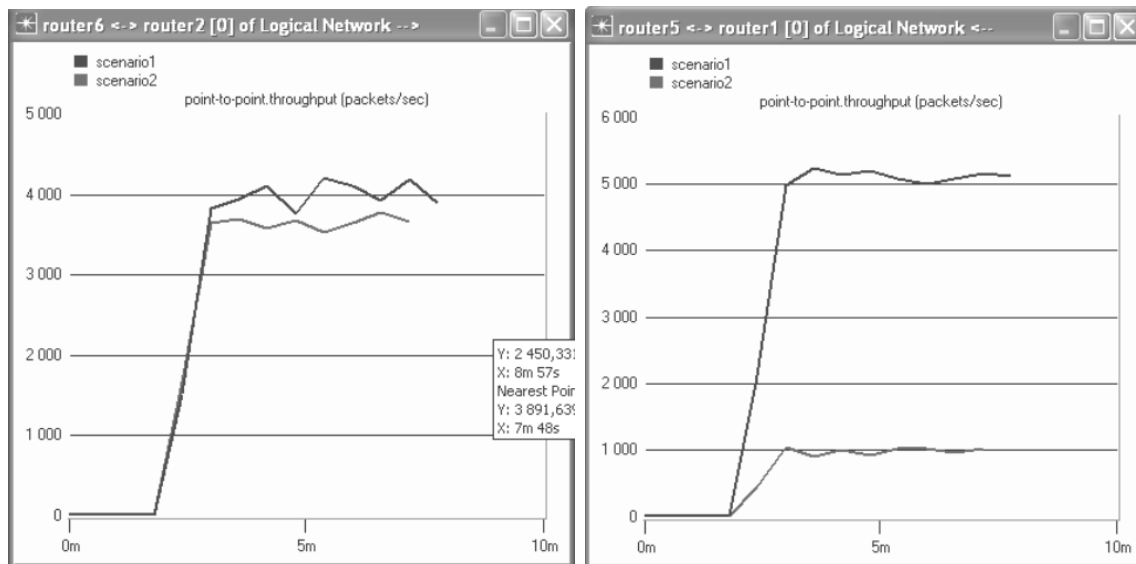


Рисунок 2.14 – Порівняння навантаження ліній для RIP та OSPF

Як вузлові маршрутизатори (router5 і router6) використовуються CISCO 2621XM з двома Fast Ethernet портами і двома універсальними асинхронними портами. Інші маршрутизатори, наприклад, CISCO 2620XM – з Fast Ethernet портом та двома універсальними асинхронними портами. Комутатори CISCO Catalyst 2950T, у котрих є 24 порти Fast Ethernet та два порти Gigabit Ethernet. На усіх маршрутизаторах стоять Enterprise версії операційної системи, підтримувальної усі основні мережеві технології, протоколи і засоби.

Надмірність топології забезпечує підвищену надійність мережі і підвищену пропускну спроможність. Маршрутизатори можуть одночасно передавати дані по декількох маршрутах, також передавати різні типи трафіку по різних маршрутах.

Комутатори підтримують технологію VLAN, тому існує можливість незалежного використання комутатора різними робочими групами без перетину трафіків. Технологія 802.1D запобігає виникненню циклів комутації усередині кожної віртуальної мережі VLAN. Ієрархічна схема з'єднання комутаторів дає можливість моделювати реальну мережу.

Тепер проведемо експеримент на завантаженість ліній при максимальному використанні мережі робочими станціями. Спочатку використовуємо протокол маршрутизації RIP, потім OSPF (рисунок 1.14). Як видно з рисунка 1.14,

завантаження лінії зв'язку при використанні протоколу маршрутизації OSPF нижче, ніж при використанні RIP. Це відбувається через можливість балансування завантаження ліній протоколом OSPF.

Програма Ornet Modeler дає можливість аналізувати як існуючі, так і проєктовані мережі (у стадії системного проєктування). При використанні Ornet Modeler відпадає необхідність трудомістких розрахунків для пошуку слабких місць мережі. Будь-який стан мережі, її масштабування чи модифікація можна спочатку зімітувати та провести оцінку наслідків, а вже потому починати монтажні роботи і закупівлю устаткування. Як видно з останніх графіків, будь-яке упущення в деталях може коштувати втрати пропускнуої здатності каналів у декілька раз. Порівняння різних варіантів зміни ЛОМ усуває помилки на етапі розробки і зменшує витрати на переробку проєкту.

В результаті побудови імітаційної моделі мережі були зібрані статистичні дані про різні тимчасові характеристики функціонування мережі. На підставі зібраних даних можна побачити наявність переобтяжених ділянок мережі, які є критичною ланкою у функціонуванні усього мережевого сегменту. Також були проведені експерименти по модернізації окремих підсегментів мережі з метою підвищення загальної пропускнуої спроможності і відмовостійкості усієї мережі в цілому. За результатами цих експериментів були зроблені пропозиції по реальній модернізації мережі шляхом заміни активного устаткування або перетворення топології мережі. Обидва варіанти є прийнятними і здатні розв'язати поставлену проблему. Тепер питання вибору конкретного варіанту залежить від замовника, а варіанти пропонує дослідник.

## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **3.1 Поняття та об'єкт аналізу технічної безпеки**

Безпеку визначають як стан діяльності людини, за яким з визначеною ймовірністю виключено прояв небезпек або ж відсутня надзвичайна небезпека. Безпека праці – це стан умов праці людини, за яких відсутня дія небезпечних і шкідливих факторів.

Об'єктом аналізу безпеки праці є виробнича система "людина – машина – навколишнє середовище" (ЛМС), в якій в єдиній комплекс, створений для виконання певних функцій, поєднані технічні об'єкти, люди і навколишнє середовище, які взаємодіють між собою.

Основними компонентами виробничої системи є людина, машина, навколишнє середовище, взаємодія між якими має ґрунтуватись на дотриманні відповідних правил, нормативних документів і бути керованою.

Система ЛМС є багаторівневою за ієрархією управління. Ієрархія поділяє людей на особу, яка формує завдання, організовує й управляє виробництвом, й особу, яка разом з технікою безпосередньо виконує це завдання. Таким чином, людина системи ЛМС більш високого рівня розглядає людину і техніку системи ЛМС більш низького рівня як єдиний компонент – своєрідну людину-машину, призначену для здійснення замислу.

Крім рівнів і компонентів в системі ЛМС доцільно виділити окремі стадії її життєвого циклу:

1. Стадія проектування (визначення завдань, формування вимог, розрахунок параметрів).
2. Стадія реалізації (коли у процесі виробництва перша стадія реалізується на практиці).

3. Стадія експлуатації (коли система ЛМС здійснює покладені на неї робочі функції).

Вірогідність нещасного випадку зростає, як тільки людина попадає в поле дії небезпечного або шкідливого фактору. Це небезпечні зони, що характеризуються певним видом небезпеки, її інтенсивністю, часом і простором дії.

Таким чином, з точки зору аналізу й управління небезпеками необхідно розглядати та аналізувати структурні елементи системи ЛМС – рівні (вищий і нижчий), компоненти і стадії життєвого циклу.

Взаємодія компонентів, що входять до системи ЛМС, може бути штатною і нештатною. Нештатна взаємодія може виявлятися у вигляді надзвичайної події – небажаних, незапланованих випадків, що порушують технологічний процес у відносно короткий відрізок часу. Відмова й інцидент, як правило, передують надзвичайній події, але можуть мати і самостійне значення. До головних моментів аналізу небезпек належить пошук відповідей на такі питання:

1. Які об'єкти є небезпечними;
2. Яким надзвичайним подіям можна запобігти;
3. Які надзвичайні події неможливо усунути і як часто вони матимуть місце;
4. Яку шкоду не усунути надзвичайні події можуть спричинити людям, об'єктам, навколишньому середовищу.

Пошук причин надзвичайних подій призводить до аналізу системи управління безпеками (СУН) на виробництві. Ці системи обов'язково включають такі компоненти, як наявність інформації, зворотних зв'язків та алгоритми функціонування.

Наявність зворотних зв'язків й інформаційної системи дозволяє проводити збір даних щодо відхилень, відмов, проводити аналіз небезпек, порівнювати наслідки функціонування системи ЛМС з програмою управління безпеками, приймати рішення. У виробничій системі ЛМС інформаційні

функції виконують: рапорти інспекторів, акти розслідування нещасних випадків, аварій, протоколи атестації робочих місць тощо.

### **3.2 Розрахунок захисного заземлення**

Відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 захисне заземлення повинне забезпечити захист людей від поразки електричним струмом, при дотику до металевих неструмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою. Заземленням називається навмисне з'єднання електроустановок із заземлюючим пристроєм, Заземлювачем називається провідник, що перебуває в зіткненні із землею або її еквівалентом. Заземлюючим провідником називається провідник, що з'єднує заземлені частини із заземлювачем. Сукупність з'єднуючих провідників і заземлювачів називається заземлюючим пристроєм. Для установок потужністю не більше 100 кВт опір заземлюючого пристрою не повинне перевищувати 10 Ом, для установок потужністю більше 100 кВт – 4 Ом.

Розрахунок штучного заземлювального пристрою при відсутності природних заземлювачів.

Вихідні дані:

Захищуваний об'єкт – комп'ютерна мережа.

Захищуваний об'єкт – стаціонарний.

Напруга мережі – 220 В.

Виконання мережі – з глухозаземленою нейтраллю.

Тип заземлювального пристрою – вертикальні труби.

Розміри вертикальних заземлювачів:

Довжина – 6 м.

Діаметр труби – 0,60 м.

Товщина стінки труби – 0,06 м.

Висота труби – 0,6 м.



Відношення відстані між трубами до їхньої довжини:

$$\frac{L_B}{l_B} = 1 \quad (3.1)$$

Розмір горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки): довжина  $L_T = L_{3.C.}$  – згідно з розрахунком, м; ширина горизонтальної з'єднувальної стрічки  $b_c = 0,04$  м.

Глибина закладання вертикальних заземлювачів  $h_B = 0,6$ .

Розміщення заземлювачів попередньо приймають за чотирикутним контуром при числі стержнів від 4 до 100 та в один ряд при числі стержнів від 2 до 20.

Ґрунт – супісок; склад – однорідний; вологість – мала; агресивність – нормальна.

Кліматична зона – II.

Розрахунок:

1. Визначаємо характеристику навколишнього середовища в приміщенні організації: за пожежною небезпекою згідно з ПУЕ воно відноситься до класу П-II; за вибухонебезпекою згідно з ПУЕ – до класу В-I; за ступенем ураження електричним струмом – без підвищеної та особливої небезпеки.

2. Визначаємо  $R_D$  – допустиме (нормативне) значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої,  $R_D \leq 4$  Ом.

3. Обраховуємо  $K_{C.B.}$  – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується для розрахунку –  $\rho_{ТАБЛ} = 300$  Ом·м.

4. Визначаємо  $K_{C.B.}$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів для денної кліматичної зони. За довідковою інформацією приймаємо  $K_{C.B.} = 1,5$ .

5. Обрахуємо значення  $K_{C.G.}$  – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. За довідковою інформацією приймаємо ;  $K_{C.G.}=3,5$ .

6. Визначаємо  $\rho_{POЗP.B.}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{POЗP.B.} = \rho_{ТАБЛ} \cdot K_{C.B.} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}. \quad (3.2)$$

7. Розраховуємо  $\rho_{POЗP.G.}$  – розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів:

$$\rho_{POЗP.G.} = \rho_{ТАБЛ} \cdot K_{C.G.} = 300 \cdot 3,5 = 1050 \text{ Ом} \cdot \text{м}. \quad (3.3)$$

8. Обрахуємо  $t$  – відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = h_B + \frac{l_B}{2} = 0,6 + \frac{6}{2} = 3,6 \text{ м}. \quad (3.4)$$

9. Визначаємо  $R_B$  – опір, Ом, розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{\rho_{POЗP.B.}}{2\pi l_B} \cdot \left( \ln \frac{2l_B}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right) = \\ &= \frac{450}{2\pi \cdot 6} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 6}{0,60} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 3,6 + 6}{4 \cdot 3,6 - 6} \right) = 41,05 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.5)$$

10. Визначаємо  $n_{T.B.}$  – теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання  $\eta_{B.B.}$ , тобто  $\eta_{B.B.}=1$ :

$$n_{T.B.} = \frac{R_B}{R_D \cdot \eta_{B.B}} = \frac{41,05}{4 \cdot 1} = 10,26 \text{ шт.} \quad (3.6)$$

11. Визначаємо  $\eta_{B.B}$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно з вихідними даними або за чотирикутним контуром при числі заземлення,  $n_{T.B.}=11$  та при відношенні  $\frac{L_B}{l_B} = 1$ .  
За довідником приймаємо  $\eta_{B.B} = 0,42$ .

12. Визначаємо  $n_{H.B}$  – необхідна кількість штук, вертикально однакових заземлювачів з врахування коефіцієнта використання:

$$n_{H.B} = \frac{R_B}{R_D \cdot \eta_{B.B}} = \frac{41,05}{4 \cdot 0,42} = \frac{41,05}{1,68} = 24,43 \text{ шт.} \quad (3.7)$$

13. Визначаємо  $R_{розр.в}$  – вертикальний опір, Ом, розтіканню струму у вертикальному заземленні при  $n_{H.B} = 24,43$  без врахування з'єднувальної стрічки:

$$R_{розр.в} = \frac{R_B}{n_{H.B} \cdot \eta_{B.B}} = \frac{41,05}{10,26} = 4 \text{ Ом.} \quad (3.8)$$

14. Визначаємо  $L_6$  – відстань між вертикальним заземлювачами за відношенням  $\frac{L_B}{l_B} = 1$ , звідси

$$L_B = 1 \cdot l_B = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м.} \quad (3.9)$$

15. Визначаємо  $L_{3.C}$  – довжину, м, з'єднання стрічки горизонтального заземлювача:

$$L_{3.C} = 1,05 \cdot L_B (n_{H.B} - 1) = 1,05 \cdot 6 (24,43 - 1) = 147,60 \text{ м.} \quad (3.10)$$

16. Визначаємо  $R_{z.z.c}$  – опір, Ом, розтікання струму в горизонтальному заземлювачі (з'єднувальній стрічці):

$$R_{Г.з.с} = \frac{\rho_{роз.Г}}{2 \cdot \pi \cdot L_{з.с}} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_{з.с}^2}{2 \cdot b \cdot t} = \frac{1050}{2 \cdot 3,14 \cdot 147,61} \cdot \ln \frac{2 \cdot (147,61)^2}{2 \cdot 0,04 \cdot 3,6} = 13,50 \text{ Ом.} \quad (3.11)$$

17. Визначаємо  $\eta_{в.г}$  – коефіцієнт використання горизонтального заземлення при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними даними або за чотирикутним контуром при відношенні  $\frac{L_B}{l_B} = 1$  та необхідній кількості вертикальних заземлювачів  $n_{н.в} = 24,43$ .

За довжину приймаю  $\eta_{в.г} = 0,19$ .

18. Визначаємо  $R_{розр.г}$  – розрахунковий опір, Ом, розтікання струму в горизонтальному заземленні (з'єднувальній стрічці) при числі електродів  $n_g = 1$ :

$$R_{розр.Г} = \frac{R_{Г.з.с}}{n_G \cdot \eta_{в.Г}} = \frac{13,5}{1 \cdot 0,19} = 71,05 \text{ Ом.} \quad (3.12)$$

19. Визначаємо  $R_{розр.в.г}$  – розрахунковий теоретичний опір, Ом, розтікання струму у вертикальному та горизонтальному заземленні:

$$R_{розр.в.Г} = \frac{1}{\frac{1}{R_{роз.в}} + \frac{1}{R_{роз.Г}}} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{71,05}} = 3,78 \text{ Ом.} \quad (3.13)$$

20. Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників. За довідковою інформацією вибираю голі мідні  $S_m = 4 \text{ мм}^2$  провідники.

21. Вибираємо матеріал та поперечний перетин магістральної шини. За довідковою інформацією обираємо сталеву шину товщиною  $\delta_c = 4\text{мм}$  і перетином не менше  $\delta = 100\text{мм}^2$ .

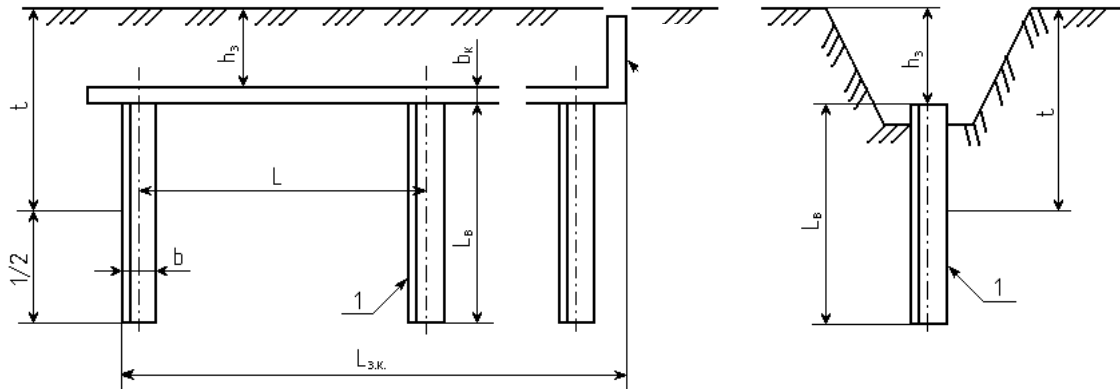


Рисунок 3.1 – Схема заземлювального контуру:

1 – вертикальний заземлювач; 2 – горизонтальний заземлювач;  
 $h_s$  – глибина закладання заземлювачів;  $L$  – відстань між заземлювачами;  
 $b_k$  – ширина квадрата;  $t$  – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту;  $L_{з,к}$  довжина горизонтального заземлювача;  $d$  – ширина кутника;  
 $L_{з,в}$  – довжина вертикального заземлювача.

Схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини з заземлювальним пристроєм (рисунок 3.1).

## ВИСНОВОК

Завданням кваліфікаційно роботи було розробити методику оптимізації мережевого трафіку через маршрутизатори локальної обчислювальної мережі. При виконанні роботи було вирішено такі задачі.

На основі огляду літературних джерел було виконано:

1. Огляд основних методів маршрутизації в комп'ютерних мережах.
2. Розглянуто технічні можливості обладнання CISCO, а саме маршрутизаторів CISCO 2621 для оптимального налаштування їх пропускнуої спроможності та реалізації алгоритмів маршрутизації;
3. Було вибрано формальне представлення задачі оптимізації трафіку через маршрутизатори CISCO 262.
4. Для перевірки правильності вибору формального представлення задачі оптимізації за допомогою комп'ютерного моделювання було розроблено макет мережі за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення та досліджено її роботу в різних режимах.

В розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях виконано огляд відповідних питань згідно завдання консультанта з розділу та описано аспекти використання обчислювальної техніки з контексті забезпечення вимог безпеки.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Chen S., Nahrstedt K. An overview of Quality of Service Routing for the Next Generation High-Speed Networks: Problems and Solutions // IEEE Network Magazine. – November/December, 1998.– P. 64-79.
2. Moy Jonh T. OSPF, anatomy of an Internet routing protocol. – Addison – Wesley.- New York, 1998. – 345 p.
3. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol. – Cisco White Paper EIGRP: <http://www.cisco.com/warp/public/103/eigrp-toc.html>: 45 p.
4. Fall K., Varadhan K. The ns Manual. The VINT Project, 2000: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/docstable/index.html>: 164 p.
5. Житецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Навчальний посібник. - Вид. 2-ге, доп. - Львів: Афіша, 2000. - 176с.
6. Збірник наукових праць ТАНГ: Випуск 3/ Науковий редактор - доктор економічних наук, професор Фаріон І.Д. - Тернопіль: Економічна думка, 1999. - 420с.
7. Карминский А.М., Нестеров П.В. Информатизация бизнеса. М.: Финансы и статистика, 1997.
8. Навакатян О.О., Кальниш В.В., Стрюков С.М. Охорона праці користувачів комп'ютерних відеодисплейних терміналів. - К.:1997. - 400с.
9. Chen S., Nahrstedt K. An overview of Quality of Service Routing for the Next Generation High-Speed Networks: Problems and Solutions // IEEE Network Magazine. – November/December, 1998.– p. 64-79.
10. Moy Jonh T. OSPF, anatomy of an Internet routing protocol. – Addison – Wesley.- New York, 1998. – 345 p.
11. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol. – Cisco White Paper EIGRP: <http://www.cisco.com/warp/public/103/eigrp-toc.html>: 45 p.
12. Fall K., Varadhan K. The ns Manual. The VINT Project, 2000: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/docstable/index.html>: 164 p.