

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Факультет комп'ютерної інженерії та управління  
Кафедра ЕОМ

Магістерська кваліфікаційна робота

Методи та засоби управління передачею даних  
комп'ютерних мереж

Виконав: ст. гр. КСМм-22-1 Макаренко О.П.

Керівник: доц. каф. ЕОМ Янковський О.А.

## ВСТУП

Високопродуктивні мережі є важливими для глобальної інформаційної інфраструктури, економічного зростання та з'єднання спільнот. Привабливість передачі по оптичному волокну в основному пов'язана з більшою швидкістю цих мереж в порівнянні з мідними аналогами та стійкістю до електромагнітних перешкод та інших зовнішніх впливів.

Однак, через високе трафікове навантаження, яке може нести кожен канал зв'язку в мережі WDM, стійкість до збоїв такої мережі стає дуже важливою. Живучість у цьому контексті – це здатність мережі підтримувати безперервність обслуговування в разі збоїв, оскільки збій може призвести до величезних втрат даних.

## МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Оптичні мережі відомі як високопродуктивні мережі, в яких дані можуть передаватися на дуже високій швидкості. У наш час, ці мережі є домінуючими мережами для широкосмугової передачі як на далекі, так і на короткі відстані.

Зі збільшенням обсягу трафіку будь-який одиничний збій може бути катастрофічним. Живучість стає незамінною в таких мережах. Тому вкрай важливо проектувати мережі з майже нульовим часом простою. Мережа повинна швидко й ефективно відновлюватися після будь-якого збою без втрати значної кількості даних.

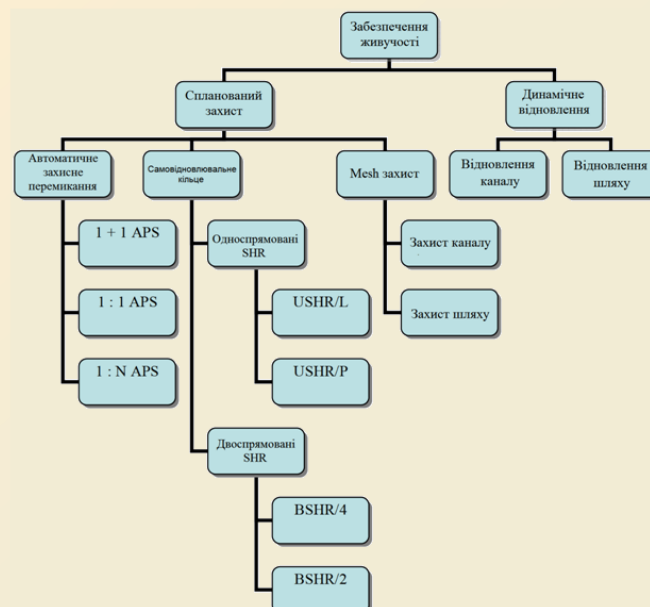
Метою цієї магістерської кваліфікаційної роботи є аналіз існуючих методів забезпечення живучості оптичних мереж, а також дослідження та розробка алгоритмів підвищення живучості з покращеними характеристиками.

Таким чином виконання кваліфікаційної роботи передбачає:

- аналіз літературних джерел, присвячених проблемам підвищення живучості комп'ютерних мереж
- проведення аналізу сучасних методів та алгоритмів управління високошвидкісними оптичними мережами
- розробку метода підвищення живучості WDM мереж
- проведення аналізу результатів моделювання запропонованого методу

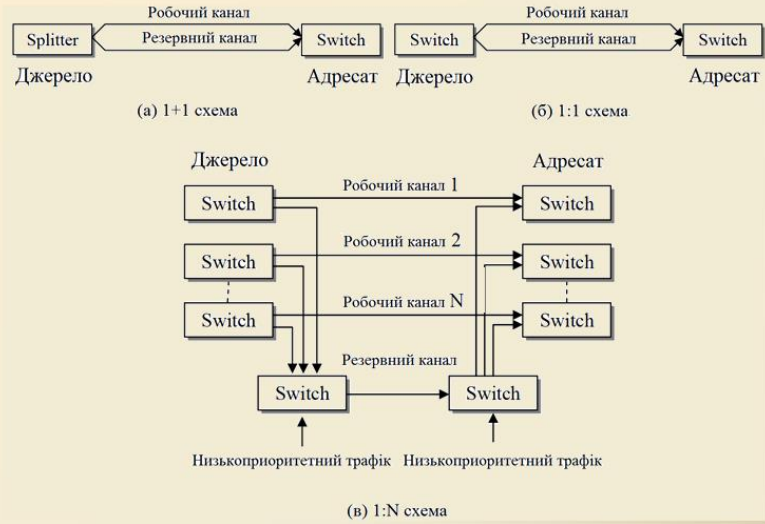
3

## КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ



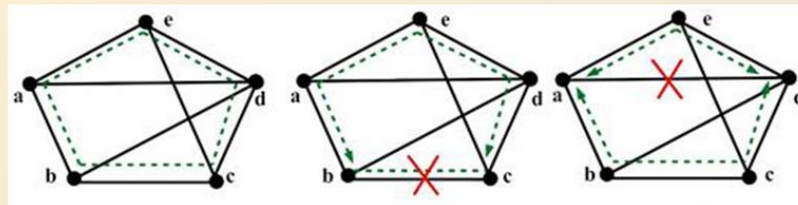
4

## СПЛАНОВАНИЙ ЗАХИСТ



65

## ПОПЕРЕДНЬО НАЛАШТОВАНИЙ ЦИКЛ ЗАХИСТУ



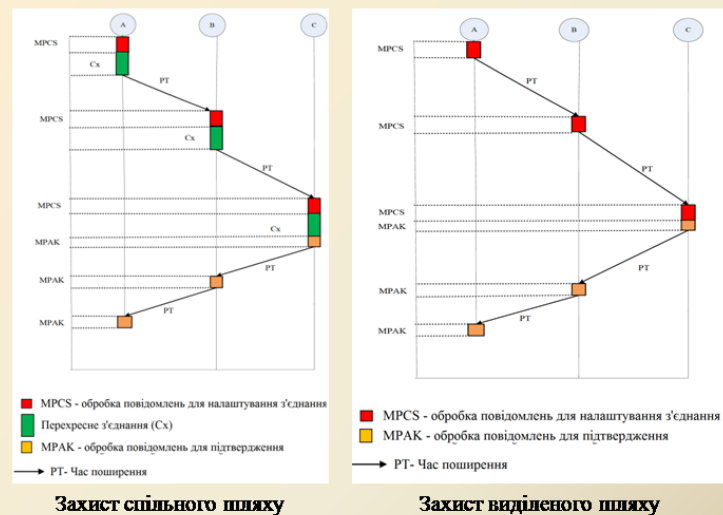
66

## АЛГОРИТМИ ПОШУКУ Р-ЦИКЛІВ ЗАХИСТУ

- За допомогою моделі ІЛР
- Алгоритм «попереднього вибору», АЕ
- Алгоритм «перемежування зв'язків», SLA
- Алгоритм «зваженого пошуку», WDCS
- Алгоритм CIDA
- Алгоритм Чжанга

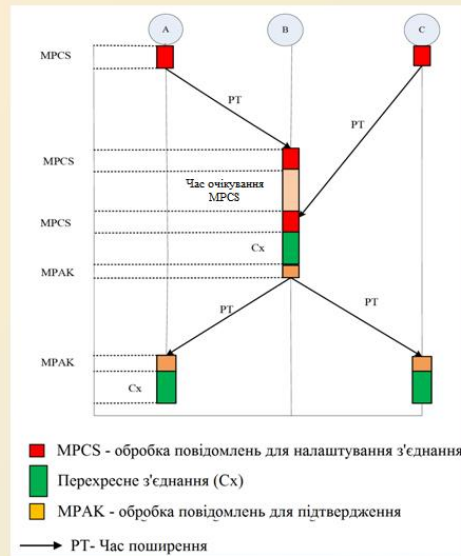
7

## СТРАТЕГІЇ ЗАХИСТУ ШЛЯХІВ В ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ



8

## СТРАТЕГІЯ ЗАХИСТУ ШЛЯХІВ З ОБМІНОМ СИГНАЛАМИ НА ПРОМЕЖНОМУ ВУЗЛІ



Захист спільного шляху

9

## РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ЗАХИСТУ ШЛЯХІВ З ОБМІНОМ СИГНАЛАМИ НА ПРОМЕЖНОМУ ВУЗЛІ

Лістинг 4.1 – Псевдокод алгоритму для запропонованого обміну проміжними сигналами – захисту спільного шляху

Мережа  $G(N, L, F)$ , з  $N$  кількістю вузлів,  $L$  зв'язків і кожна лінія з частотними слотами  $F$ .

$N_i$ : Кількість запитів на підключення

$R(s, d, i)$ : номер запиту на з'єднання з джерелом ( $s$ ), вузол призначення ( $d$ ) і частотні слоти запиту ( $i$ )

$P_{id}^s$ : Первинний шлях світла від джерела ( $s$ ) до вузла призначення ( $d$ ), для запиту на підключення  $R_i$ .

$B_{id}^s$ : Резервний шлях світла від джерела ( $s$ ) до проміжного вузла ( $i$ ), для запиту на підключення  $R_i$ .

$B_{id}^s$ : Резервний світловий шлях від пункту призначення до проміжного вузла ( $i$ ), для запиту на підключення  $R_i$ .

$S_p$ : Призначення спектру для основного маршруту

$S_r$ : Призначення спектру для резервного маршруту

Для основного маршруту

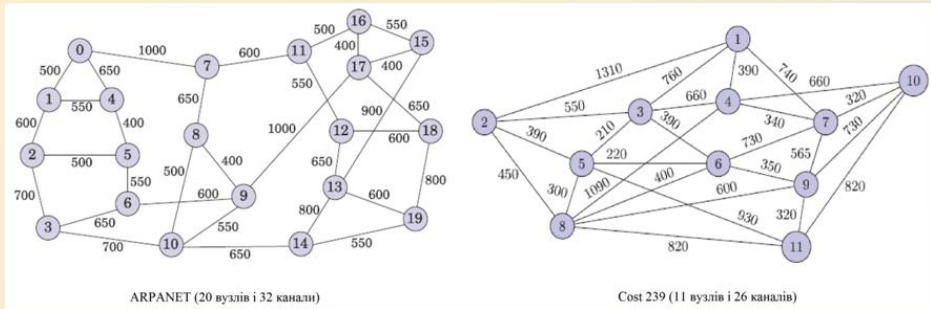
- 1: Запит на з'єднання прийнято=0, Прийнята смуга пропускання для маршруту
- 2: Запит на з'єднання прийнято=0
- 3: For  $j=1$  to  $N_i$  do
- 4:   Пошук основного маршруту  $P_{id}^s$  для  $R_j$  з  $S_p$
- 5:   If  $P_{id}^s$  доступний then
- 6:     Прийнята пропускання здатність= Прийнята пропускання здатність +  $\epsilon_1$
- 7:     Призначити  $S_r$  основним маршрутом
- 8:     Запит на з'єднання прийнято= Запит на з'єднання прийнято +1
- 9:   end if
- 10: end for

Для резервного маршруту

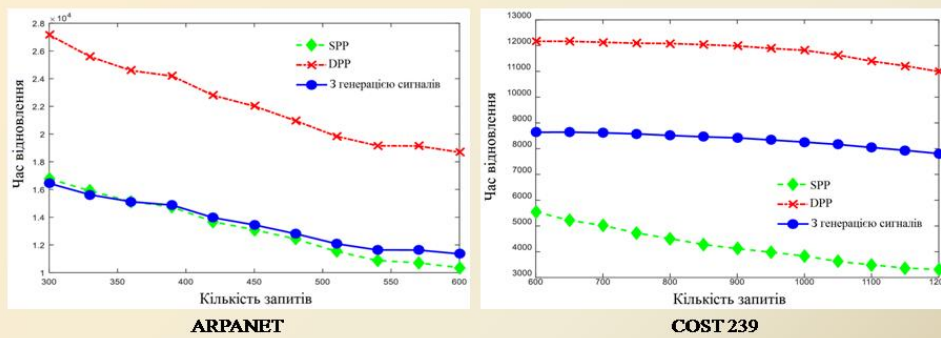
- 11: Пропускання здатність відновлена=0
- 12: Помилка пропускання здатності =0, пропускання здатність для маршруту
- 13: For  $j=1$  to  $L$  do
- 14:    $N_jFP$  кількість неважких запитів на з'єднання, коли  $j^{\text{th}}$  канал розширюється
- 15:   For  $k=N_jFP$  do
- 16:     Помилка пропускання здатності=Помилка пропускання здатності +  $\epsilon_1$
- 17:     Пошук резервного маршруту  $B_{id}^s$  and  $B_{id}^s$  для  $R_k$  з  $S_r$
- 18:     If  $B_{id}^s$  and  $B_{id}^s$  доступні then
- 19:       Пропускання здатність відновлена=Пропускання здатність відновлена +  $\epsilon_1$
- 20:     end if
- 21:   end for
- 22: end for

10

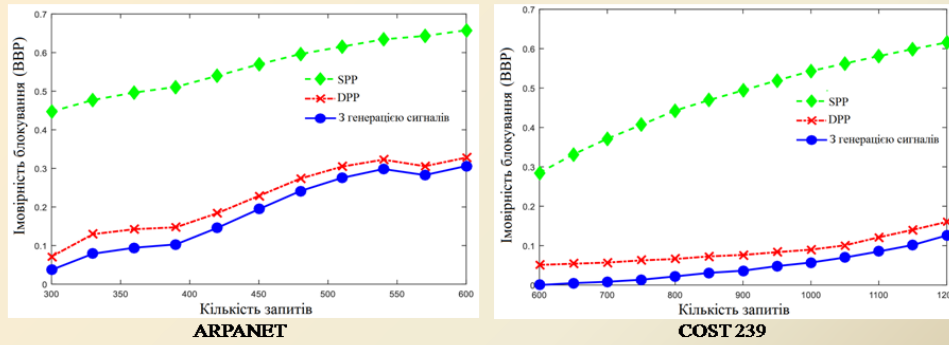
## ТЕСТОВІ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ



## ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ЗАПИТІВ



## ІМОВІРНІСТЬ БЛОКУВАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ЗАПИТІВ

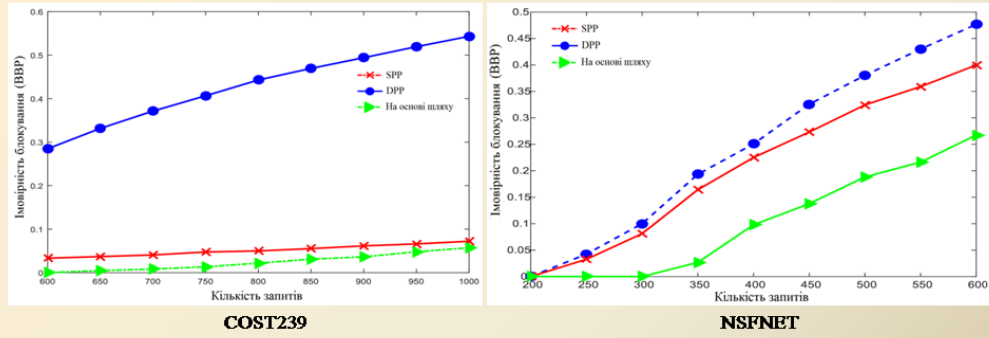


## БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ ВІДНОВЛЕННЯ НА ОСНОВІ ШЛЯХУ ДЛЯ ЗБОЮ ОДНОГО КАНАЛУ



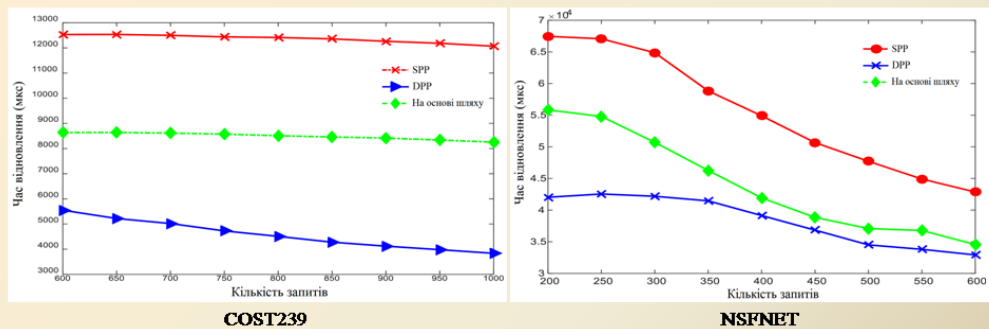


## РЕЗУЛЬТАТИВ РОБОТИ АЛГОРИТМУ ДЛЯ СХЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ НА ОСНОВІ ШЛЯХУ



17

## ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ЗАПИТІВ



18

## АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ  
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ М. С. ЖУКОВСЬКОГО  
"ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"  
УНІВЕРСИТЕТ МІСТА ЖИЛІНА

### СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ

Тези доповідей тринадцятої міжнародної  
науково-технічної конференції  
26 – 27 квітня 2023 року  
Том 2, секція 2

Баку – Харків – Жиліна – 2023

Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління

#### АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ МЕРЕЖ З ВИСОКОЮ ПРОПУСКНОЮ ЗДАТНІСТЮ

Шенцов К.О., Мізаренко О.П., Яковський О.А.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Зважаючи на зростаючу потребу в високошвидкісних мережах, важливо мати ефективні протоколи маршрутизації, щоб забезпечити максимальну швидкість передачі даних та мінімальну затримку, що в свою чергу впливає на нові, більш високі вимоги до якості обслуговування користувача, своєчасного виявлення і усунення мережевих проблем [1].

Для аналізу ефективності таких протоколів використовуються математичні моделі та експериментальні дослідження на реальних мережах з високою пропусковою здатністю, оцінюються різні параметри, такі як, пропускова здатність, затримка в мережі та кількість маршрутів, які можуть бути оброблені одним протоколом маршрутизації.

Робота коши внутрішніх мереж характеризується змінністю в їх топології та адаптацією маршрутизатора до вибору найкращого шляху та заповнення таблиць маршрутизації [2].

Метою доповіді є аналіз протоколів маршрутизації для мереж з високою пропусковою здатністю.

Проведено дослідження фактора, що впливають на пошук ефективних маршрутів в мережі, аналіз особливостей протоколів маршрутизації OSPF, IS-IS, RIP та BGP [3], виділені найбільш істотні критерії порівняння даних протоколів, а також фактори, що впливають на їх вибір в мережах застосування в мережі.

Отримані результати демонструють, що OSPF та IS-IS є добрим вибором для мереж з високою пропусковою здатністю, оскільки вони можуть ефективно обробляти велику кількість маршрутів та мають малу затримку.

З іншого боку, RIP та BGP можуть бути менш ефективними, особливо в умовах мереж з великою кількістю маршрутів.

#### Список літератури

1. MPLS and VPN Architectures, Volume II By Jim Guichard, Ivan Pepelnjak, Jeff Aron. Publisher: Cisco Press Pub Date: June 06, 2003 ISBN: 1-58705-112-5 Pages: 504 <https://doc.lagout.org/network/Cisco/CCIE/CCIE%20SP/CiscoPress%20-%20MPLS%20and%20VPN%20Architectures%20-%20VolumeII.pdf>
2. Routing TCP/IP, Volume II CCIE Professional Development, Second Edition Jeff Doyle Copyright© 2017 Cisco Systems, Inc. Published by: Cisco Press 800 East 96th Street Indianapolis, IN 46240 USA
3. High Performance Communication Networks Morgan Kaufmann Publishers Editorial and Sales Office 340 Pine Street, Sixth Floor San Francisco, CA 94104-3205 USA Telephone 415 / 392-2665 Facsimile 415 / 982-2665

96



## ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження та розробка методів підвищення живучості оптичних мереж для різних типів відмов в високошвидкісних оптичних мережах WDM з метою балансування оптимальності показників складності рішення та часу відновлення працездатності мережі.

В ході виконання кваліфікаційної роботи було запропоновано методи захисту загального шляху за допомогою обміну проміжним сигналом для відновлення після збою в каналах оптичної мережі та швидкого відновлення з'єднання на основі шляху у разі збою одного каналу.

Такий підхід забезпечує установку з'єднання від джерела до кінцевого вузла за допомогою проміжного вузла з підтвердженням та має кращу продуктивність з точки зору деяких параметрів мережі, таких як час відновлення, коефіцієнту блокування запитів та коефіцієнту надмірного використання ресурсів. Пропонована стратегія забезпечує не тільки швидке відновлення з'єднань, але й оптимально використовує мережеві ресурси.

20