

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 балансування навантаженням каналів комп'ютерних мереж

Виконав: ст. гр. СПм-22-2 Соболь Г.Ю.

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

ВСТУП

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. Мультиплексування за довжиною хвилі WDM є важливою технологією, яка дозволяє передавати великі обсяги даних через оптичні мережі.

Балансування навантаженням оптичних каналів вклучає в себе дві проблеми, такі як пошук резервних шляхів та маршрутизація трафіку.

Балансування навантаженням робить можливим підтримку необхідної якості обслуговування (QoS) у мережах WDM з оптичною комутацією пакетів та гарантує кілька розширених послуг, наприклад, передачу пакетів у реальному часі.

МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У волоконно-оптичних комунікаціях мультиплексування за довжиною хвилі (WDM) стало домінуючою технологією, яка забезпечує неймовірний інтелект і масштабованість оптичних мереж.

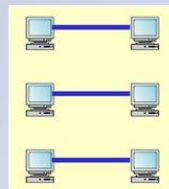
В магістерській кваліфікаційній роботі необхідно запропонувати метод балансування навантаженням оптичних каналів високошвидкісних мереж з технологією спектрального стиснення передаваної інформації.

В рамках магістерської кваліфікаційної роботи необхідно:

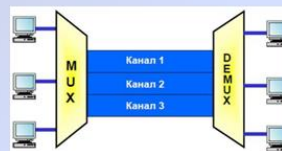
- провести аналіз факторів, впливаючих на роботу оптичних мереж
- провести аналіз моделей та методів балансування мережевим трафіком
- запропонувати метод балансування навантаженням оптичних каналів
- провести імітаційне моделювання
- провести аналіз отриманих результатів

3

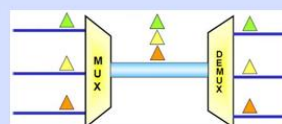
МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯ В ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ



Передача даних без мультиплексування



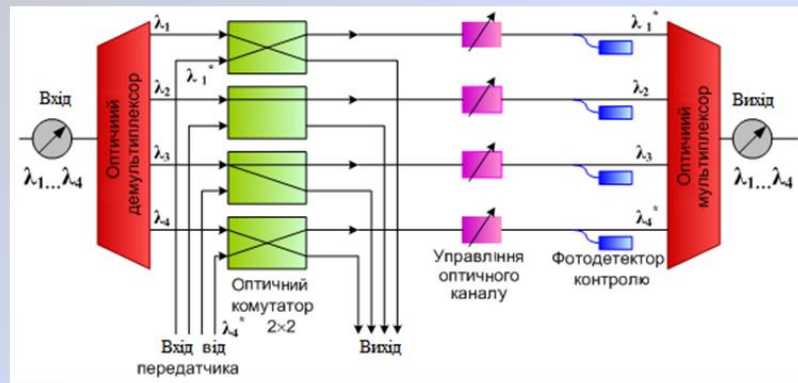
Технологія TDM



Технологія WDM

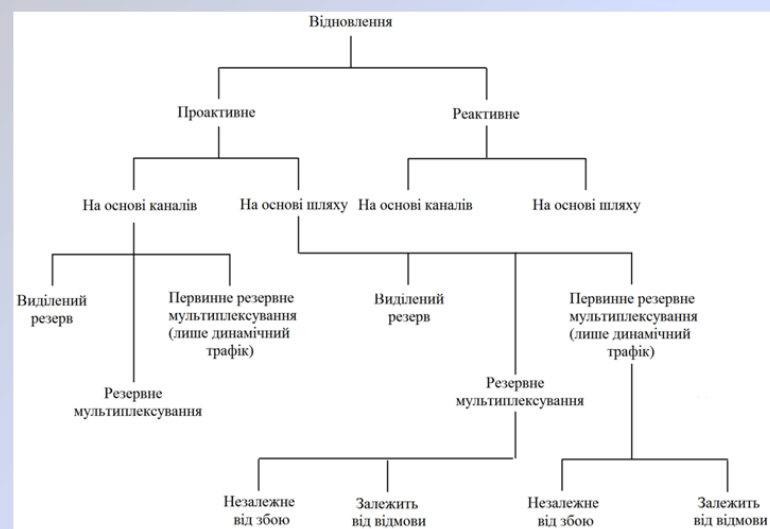
4

ОПТИЧНІ МУЛЬТИПЛЕКСОРИ ВВЕДЕННЯ/ВИВЕДЕННЯ КАНАЛІВ



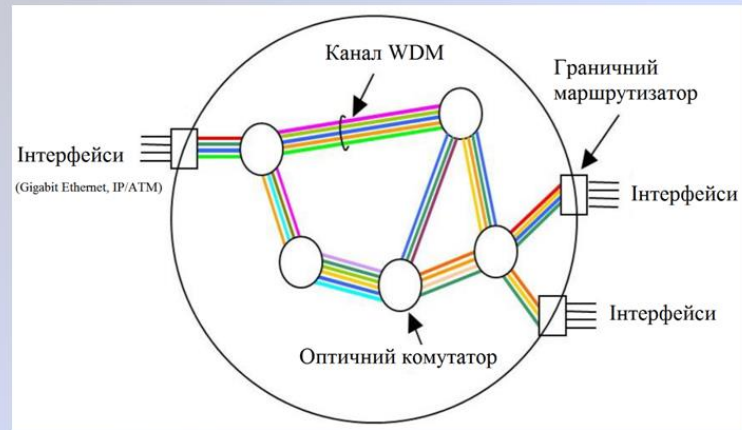
5

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ



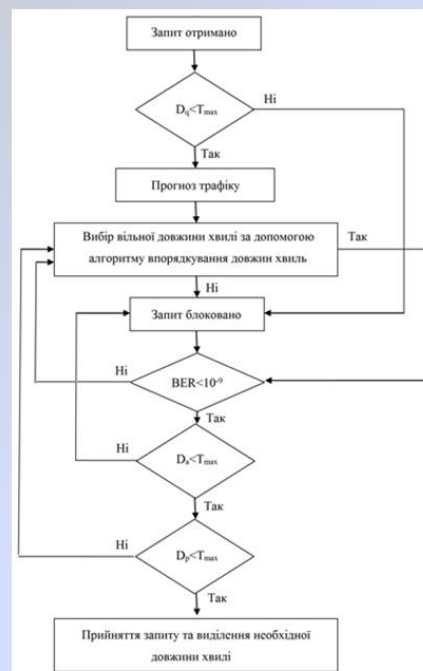
6

ПРИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ХВИЛІ



7

АЛГОРИТМ ПРИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ХВИЛІ



8

ПСЕВДОКОД АЛГОРИТМУ УПОРЯДКУВАННЯ ДОВЖИНИ ХВИЛІ

Лістинг 1 – Псевдокод алгоритму упорядкування довжини хвилі

```

Фаза побудови вхідних даних  $X_p$  і функція сусідства  $N$ 
Новий стан мережі  $X_p^*$ 
 $X_p^* \leftarrow \text{NULL}$  ( $X_p^* \leftarrow \emptyset$ )
for  $i=1$  to  $|X|$  do
   $X' \leftarrow X \setminus \{con_i\}$ 
   $X' \leftarrow X \cup \{con_i\}$ 
  If  $f(X') \leq f(X^*)$  then
     $X^* \leftarrow X'$ 
    If local search type="depth search" then
       $X \leftarrow X'$ 
    end
  end
end
end
return  $X^*$ 
end

```

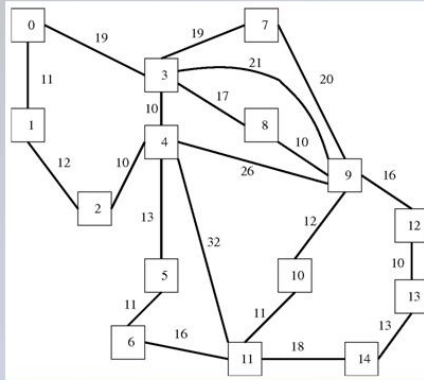
9

БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАЯВКИ НА З'ЄДНАННЯ



10

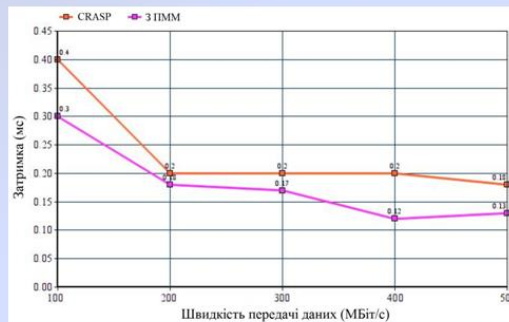
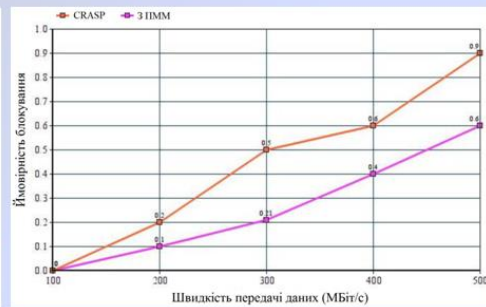
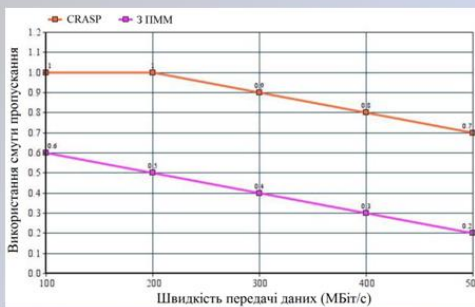
ТОПОЛОГІЯ ТЕСТОВОЇ МЕРЕЖІ ТА ПАРАМЕТРИ МОДЕЛЮВАННЯ



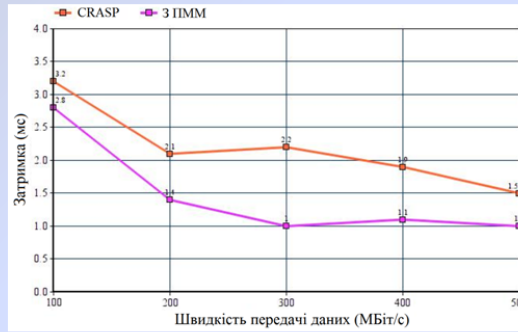
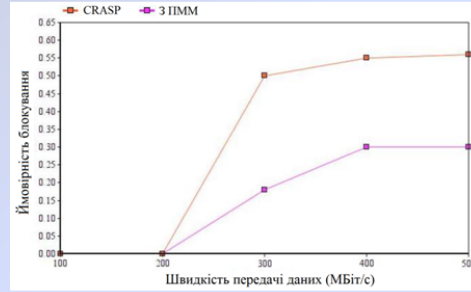
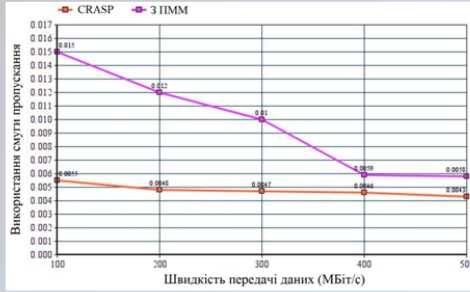
Параметри моделювання

Параметр	Значення
Кількість вузлів	14
Кількість вихідних вузлів	10
Використовується тип мережі	WDM
Число довжини хвилі	4, 6, 8, 10, та 12
Кількість транспортних з'єднань	4, 6, 8 та 10
Джерела трафіку	постійний або експоненціальний
Розмір пакета	1500
Швидкість передачі даних	100, 200, 300, 400, 500 МБіт/с
Час моделювання	150 секунд

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ



ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. Є. 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 жовтня 2023 року
Том 2, секція 2

Баку – Харків – Жиліна – 2023

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ У ВЕЛИКИХ МАСШТАБАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ (QoS)

Сваридов О.О., Соболь Г.Ю., Яковський О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Адаптивне управління трафіком є важливим інструментом для мережних адміністраторів та провайдерів зв'язку, що дозволяє швидко реагувати на зміни в трафіку та масштабувати мережу відповідно до потреб користувачів [1].

Управління потоками це метод адаптивного управління трафіком, який реалізується за допомогою розбиття трафіка на окремі потоки та визначення найкращого шляху для кожного з них [2]. Такий підхід дозволяє корегувати навантаження мережі та запобігти перевантаженню.

Управління пріоритетами це метод, який базується на тому, що різні види трафіку мають свій пріоритет, і відповідно, трафік з більшим пріоритетом повинен бути оброблений швидше за інші [3].

Метою доповіді є аналіз проблем управління трафіком у мережах великого масштабу та демонстрація того, як адаптивні алгоритми управління трафіком можуть бути використані для забезпечення високого рівня якості обслуговування в таких мережах.

В доповіді представлені основні заходи для оптимізації мережі шляхом управління пріоритетами, управління потоками та управління пропусковою здатністю. Застосування одного або декількох методів дозволяє значно зменшити вірогідність перевантаження в мережі та адаптивно збалансувати навантаження.

В доповіді також розглянуто інші методи управління мережним трафіком та їх недоліки перед алгоритмами адаптивного управління, також приведено причини чому адаптивність ефективніша за інші методи і слід обрати саме її.

Список літератури

1. V. Park and M. T. Kusumra (2015), "Adaptive Traffic Management for Quality of Service Provisioning in Large-Scale Systems," in IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, vol. 26.
2. M. R. Rahman and C. S. Hong, "Adaptive Traffic Control System for QoS Guarantee in Large-Scale Networks," in IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 14, no. 1, pp. 51-62, March 2017.
3. K. R. Park and T. K. Sung, "Adaptive Traffic Control for Quality of Service Provisioning in High-Speed Networks," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 19, no. 12, pp. 2501-2513, December 2001.

ВИСНОВКИ

У волоконно-оптичних комунікаціях мультиплексування за довжиною хвилі (WDM) стало домінуючою технологією, яка забезпечує неймовірний інтелект і масштабованість оптичних мереж.

В кваліфікаційній роботі розглянуто методи балансування навантаження, які покращують якість обслуговування в оптичних мережах WDM. Запропоновано метод балансування навантаження мережних каналів для забезпечення QoS. В запропонованому методі використовується прихована модель Маркова, заснована на передбаченні трафіку разом із завданням довжини хвилі і віртуальною топологією. Модель прогнозування трафіку з використанням прихованої моделі Маркова використовується для мінімізації неузгодженості трафіку та балансування навантаженням на оптичних каналах між вузлами мережі.

Проведене імітаційне моделювання з метою підтвердження теоретичних викладок представлених в кваліфікаційній роботі підтвердило високу ефективність запропонованого методу.