

67-72-87/3
13.09.17р.

Голові спеціалізованої вченої ради Д 35.052.10
Національного університету "Львівська політехніка"
79013, Львів -13, вул.. С.Бандери, 12

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента
Політанського Руслана Леонідовича,
професора кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
на дисертаційну роботу Кайдана Миколи Володимировича на тему:
«Методи та моделі побудови енергоефективних фотонних
транспортних мереж», подану на здобуття наукового ступеня доктора
технічних наук за спеціальністю
05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми роботи

Внаслідок постійного росту об'єму трафіка перед операторами зв'язку все більше актуальним постає питання модернізації існуючих транспортних мереж. Ріст потреб у збільшенні об'ємів зв'язку привів до появи і поступового переходу до фотонних транспортних мереж.

Такі мережі призначені для створення оптичних магістралей нового покоління, що працюють на терабітних швидкостях. Потреба у інтеграції фотонних транспортних мереж із перспективними технологіями і протоколами передачі даних робить напрям таких досліджень актуальним. Такі дослідження дозволяють визначити напрям розвитку фотонних транспортних мереж, при якому забезпечується необхідна якість передачі інформації.

Крім того, ріст трафіку призводить до перевантаження мереж внаслідок чого виникає зростання необхідної кількості електроенергії для забезпечення передачі даних. Отже, існує необхідність в оцінці енергоспоживання оптичних транспортних мереж і виявленні основних компонент, які вносять у нього основний вклад.

Результати наукових досліджень по вказаній проблемі дозволять визначити показники якості передачі, які можуть забезпечити фотонні транспортні мережі. Отже, актуальним є дослідження фотонних транспортних мереж із забезпеченням мінімізації енергоспоживання, часових параметрів та ймовірності втрат даних.

2. Наукова новизна одержаних результатів

Сукупність отриманих результатів представляє значний розвиток для побудови енергоефективних фотонних транспортних мереж, зокрема до основних наукових результатів слід віднести:

- для аналізу стану мережі запропоновано тензорну модель дослідження телекомунікаційної мережі з використанням диференціальної геометрії;

- удосконалено тензорну модель багатошляхової маршрутизації на прикладі фотонних транспортних мереж, що дозволяє проводити дослідження при використанні двостороннього зв'язку між транзитними вузлами і приводить до зменшення часу затримок сигналу між вузлами на 10-30 %;

- вперше запропоновано для багатошляхової маршрутизації здійснювати розв'язок транспортної задачі за допомогою лінійного програмування методом діакOPTики для телекомунікаційних мереж за критерієм часу затримки з використанням формули Літла;

- вдосконалено математичну модель визначення енергетичного ефективного споживання для оптичної транспортної мережі, з урахуванням фізичних компонентів, активного та пасивного обладнання і передачі даних на каналному рівні з використанням різних транспортних технологій;

- вдосконалено модель дослідження просторової анізотропії акустичних параметрів для коефіцієнта електромеханічного зв'язку;

- набула подальшого розвитку модель випадкового графа для дослідження фотонної транспортної мережі;

- запропоновано проводити дослідження завантаженості фотонної транспортної мережі за допомогою теорії перколяції.

3. Практичне значення одержаних результатів

За результатами проведених досліджень було сформульовано рекомендації для ефективної побудови фотонної транспортної мережі. Зокрема розроблено рекомендації щодо використання технології OBS у фотонній транспортній мережі і показана необхідність буферизації у комутаторах та доцільність використання протоколів сигналізації в залежності від завантаженості мережі. Внаслідок проведеного 3D-аналізу коефіцієнта електромеханічного зв'язку визначено новий напрям орієнтації кристалів LiNbO_3 для їх ефективного використання, як п'єзоперетворювача. Проведені дослідження енергоефективності, як фотонної транспортної мережі, так і, в протипагу, оптичної транспортної мережі, з можливими оптоелектронними перетвореннями дозволяє здійснювати рекомендації щодо зменшення енерговитрат мереж, які використовуються зараз і будуть використовуватися у майбутньому.

Наукове та практичне значення одержаних автором результатів підтверджене актами впровадження у ТзОВ «Телекомунікаційна компанія», ТзОВ ВТФ «Контех» та при викладанні курсів у Національному університеті «Львівська політехніка».

4. Структура та зміст дисертації

Дисертаційна робота присвячена підвищенню ефективності фотонної транспортної мережі із забезпеченням мінімізації енергоспоживання, часових параметрів та ймовірності втрат даних.

В анотації приведено стислий зміст дисертаційної роботи.

У **вступі** показано актуальність науково-прикладної проблеми, яка в ній вирішується, мету і задачі досліджень. Обґрунтовано новизну отриманих результатів та їх практичну цінність. Надано відомості про публікації і особистий внесок автора та апробацію роботи.

У **першому розділі** проведено аналіз фотонної транспортної мережі та надані основні визначення, які використовуються у роботі. Висвітлено стан проблеми і необхідність дослідження фотонної транспортної мережі.

У **другому розділі** для аналізу фотонної транспортної мережі розглянуто теорії випадкового графу та тензорного аналізу з методом діакоптики.

Третій розділ присвячений використанню тензорних моделей при дослідженні та аналіз телекомунікаційної мережі.

Четвертий розділ присвячений дослідженню енергоефективності оптичної транспортної мережі з урахуванням фізичних компонентів, активного та пасивного обладнання і передачі даних на канальному рівні з використанням різних транспортних технологій.

П'ятий розділ присвячений дослідженню фотонної транспортної мережі з використанням моделей випадкового графа.

У **шостому розділі** сформовано підходи до побудови OBS для фотонних транспортних мереж, приведено рекомендації для ефективного використання протоколів сигналізації для OBS.

5. Ступінь обґрунтованості наукових положень і достовірність результатів

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі Кайдана Миколи Володимировича, впливають з наступного:

- отримані результати не суперечать положенням теорії волоконно-оптичної передачі;
- достовірність основних положень і висновків підтверджується математичною і логічною строгістю проведеного аналізу;
- позитивним досвідом впровадження отриманих результатів, що підтверджено актами про впровадження;
- матеріали дисертаційного дослідження були представлені та отримали схвальну оцінку на конференціях та на наукових семінарах.

6. Повнота викладу основних матеріалів дисертації в опублікованих працях

Усі пункти наукової новизни, висновки та результати, що приведені у авторефераті та дисертації відображені у статтях, опублікованих у фахових наукових виданнях відповідного профілю.

Апробація основних наукових та практичних результатів дисертаційної роботи проводилась на науково-технічних конференціях та науково-практичних семінарах.

Загальний список наукових праць, опублікованих автором за темою дисертації налічує 76 праць. Серед них: 2 монографії, 34 статті у фахових

виданнях, із яких 17 – статті індексовані у міжнародних науково-метричних базах, 40 – тези та матеріали доповідей на конференціях.

Загальний обсяг роботи становить 387 сторінок, з них 268 сторінок основного тексту, в тому числі: 30 таблиць, 135 рисунків, 330 найменувань списку використаних джерел на 38 сторінках.

7. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Кайдана М.В. на тему: «Методи та моделі побудови енергоефективних фотонних транспортних мереж» та автореферат роботи оформлені згідно вимог до докторських робіт з дотриманням необхідного обсягу та структури дисертаційної роботи.

Автореферат об'єктивно і достатньо повно відображає її зміст, а також основні результати та висновки дисертації.

8. Зауваження до дисертаційної роботи:

1. В дисертації вводиться метричний тензор в несиметричному просторі, водночас рекомендовано для зменшення втрат розглядати метричний тензор в симетричному просторі.

2. У формулі (3.9) приведені вирази лише для компонент g_{ii} , g_{ii} та g_{ij} , тоді як для компонент такі як g_{ij} та g_{ij} не визначено.

3. В роботі розглядаються модулятори, які здійснюють модуляцію PM-QPSK та 16QAM, але нічого про такі види модуляції не написано.

4. Не проведено дослідження енергоефективності при використанні методу діакоптики для фотонної транспортної мережі

5. В роботі рекомендується буферизація на транзитному вузлі за допомогою оптоелектронного перетворення, хоча дисертація присвячена фотонним транспортним вузлам, де використання оптоелектронного перетворення уникається.

6. Доцільним було би виконати обчислення енергоефективності двостороннього зв'язку між транзитними вузлами у фотонній транспортній мережі.

Вищенаведені зауваження не впливають на її високу оцінку і не знижують рівень дисертаційної роботи.

Висновки

1. Дисертація є завершеною науковою роботою, в якій отримано нові наукові і практичні результати, що в сукупності вирішують актуальну наукову проблему підвищення ефективності фотонної транспортної мережі із забезпеченням мінімізації енергоспоживання, часових параметрів та ймовірності втрат даних.

2. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

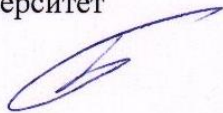
3. Наведені зауваження не впливають на оцінку дисертаційної роботи.

4. Матеріали дисертації пройшли обширну апробацію на міжнародних науково-практичних та науково-технічних конференціях, а також

опубліковані у 2 монографіях та 34 наукових статтях.

5. Дисертаційна робота по своїй актуальності, новизні, практичній цінності і достовірності отриманих результатів повністю відповідає вимогам п. 9, 10, 13, "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", а її автор, Кайдан Микола Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри радіотехніки та інформаційної безпеки
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича



Р.Л. Політанський

Підпис д.т.н. Політанський Р.Л. засвідчую:

Вчений секретар
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

