

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ФОТОННИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ.....	9
1.1. Фотонні транспортні мережі та їх різновиди.....	10
1.1.1. Основні поняття фотонних транспортних систем і мереж	11
1.1.2. Основні підходи енергоефективності оптичних транспортних мереж.....	14
1.1.3. Класифікація фотонних транспортних систем.....	15
1.2. Моделі оптичних транспортних мереж.....	18
1.2.1. Модель транспортної мережі SDH.....	19
1.2.2. Модель транспортної мережі ATM.....	20
1.2.3. Модель транспортної мережі OTN-OTN.....	20
1.3. Моделі комутації в оптичних транспортних мереж.....	22
1.3.1. Багатопротокольна комутація по мітках.....	22
1.3.2. Основний принцип роботи вузла на базі оптичного комутатора.....	23
1.4. Математичні моделі для аналізу оптичної транспортної мережі.....	28
1.4.1. Теорія графів.....	28
1.4.2. Тензорний аналіз.....	30
1.5. Елементи та пристрої в фотонній транспортній мережі.....	32
1.5.1. Властивості і застосування фотонно-кристалічних волокон.....	32
1.5.2. Анізотропні оптичні волокна.....	35
1.5.3. Оптичні модулятори в мережах зв'язку.....	36
1.5.4. Оптичні комутатори в транспортних мережах.....	37
1.5.5. Використання електро- та акустооптичних комутаторів і модуляторів.....	37
1.5.6. Електрооптичний ефект в оптоелектронних пристроях.....	38
1.5.7. Акустооптична взаємодія в пристроях зв'язку.....	39
1.6. Енергетичний баланс оптичної транспортної мережі.....	42
1.6.1. Технологічні принципи підвищення енергоефективності оптичних транспортних мереж	42
1.6.2. Архітектурні рішення для підвищення енергоефективності.....	44
1.6.3. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку.....	45
1.7. Вибір та властивості матеріалу для апробації.....	46
Розділ 2. МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС МОДЕЛЕЙ ТА СТРУКТУР ФОТОННИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ.....	48
2.1. Моделі випадкових графів	48
2.1.1. Модель Ердос–Ренеі.....	48
2.1.2. Узагальнені випадкові графи.....	50
2.1.3. Модель Уотса–Строгатса	52
2.1.4. Безмасштабні мережі та модель Барабаші–Альберта	54

2.1.5. Теорія перколяції.....	55
2.2. Тензорний аналіз при дослідженні телекомунікаційної мережі	57
2.2.1. Основні параметри тензорного представлення мережі для різних систем координат.....	58
2.2.2. Незвідні представлення тензорів.....	61
2.2.3. Похідні та диференціювання в тензорному аналізі для телекомунікаційної мережі.....	62
2.2.4. Узагальнена тензорна модель розрахунку параметрів телекомунікаційної системи.....	66
2.2.5. Тензорний аналіз для дослідження багатошляхової маршрутизації.....	67
2.3. Метод діакоптики для дослідження і побудови мереж великих розмірів.....	68
2.3.1. Алгоритм багатошляхової маршрутизації методом діакоптики	68
2.3.2. Алгоритм розрахунку параметрів телекомунікаційної мережі методом лінійного програмування на основі транспортної задачі.....	70
2.4. Модель дослідження просторової анізотропії кристалофізичних параметрів для ефективного використання матеріалів у телекомунікаційних пристроях.....	74
Розділ 3. ВИКОРИСТАННЯ ТЕНЗОРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ.....	77
3.1. Практична реалізації криволінійної системи координат в телекомунікаційній мережі.....	77
3.2. Удосконалена тензорна модель багатошляхової маршрутизації для фотонної транспортної мережі.....	82
3.3. Дослідження методом лінійного програмування на основі транспортної задачі.....	84
3.4. Просторова анізотропія кристалофізичних параметрів для ефективного використання матеріалів у телекомунікаційних пристроях.....	93
3.4.1. Побудова вказівних поверхонь коефіцієнта електромеханічного зв'язку.....	93
3.4.2. Побудова вказівних поверхонь коефіцієнта акустооптичної якості в фотонних кристалах.....	97
Розділ 4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ФОТОННОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ	100
4.1. Методика визначення енергоспоживання оптичної транспортної мережі.....	100
4.1.1. Загальний принцип визначення параметру енергоефективності	100
4.1.2. Математична модель визначення параметру енергоефективності	102
4.1.3. Визначення енергоефективності мережі.....	105
4.1.4. Визначення параметру енергоефективності на прикладі електро- та акустооптичних пристроїв.....	107

4.2. Визначення параметру енергоефективності маршрутизатора транспортної оптичної мережі.....	109
4.3. Визначення параметру енергоефективності для акустооптичного комутатора	112
4.3.1. Визначення параметру енергоефективності за зміни швидкості передавання даних	112
4.3.2. Визначення параметру енергоефективності комутатора залежно від кількості наскрізних каналів	114
4.4. Визначення параметру енергоефективності електрооптичного модулятора.....	115
4.5. Вплив типу модуляції на енергетичне споживання фотонних транспортних мереж.....	117
4.5.1. Вплив ймовірності відмови пристроїв на енергоефективність мережі	119
4.5.2. Вплив часу безвідмовної роботи на енергоефективність мережі.....	123
4.6. Енергоефективність мережі у разі використання фотоннокристалічних волокон.....	125
4.7. Дослідження енергоефективності транспортних оптичних мереж на основі технологій GMPLS	126
4.7.1. Оцінка енергоефективності GMPLS мережі на основі технології об'єднання міток.....	126
4.7.2. Визначення енергоефективності з використанням різних технологій комутації.....	129
РОЗДІЛ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИЧНОЇ КОМУТАЦІЇ БЛОКІВ У ФОТОННИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖАХ	131
5.1. Модель оптичного комутатора на основі акустооптичних комірок	131
5.2. Ймовірності блокування в оптичному комутаторі блоків.....	134
5.3. Використання буфера в оптичному блоці комутації.....	137
5.4. Алгоритм імітаційної моделі оптичної комутації блоків у фотонній транспортній мережі.....	139
5.5. Дослідження ефективності протоколів TAW та JET в залежності від завантаження мережі	143
5.6. Дослідження ефективності процесу пакетного трафіку у мережі OBS за використання різних протоколів сигналізації.....	145
5.7. Використання теорії перколяції для аналізу фотонної транспортної мережі	149
5.8. Перспективи розвитку оптичної транспортної мережі на основі технології OLS	154
ЛІТЕРАТУРА.....	158