

## ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ ROADM

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

### Анотація

У роботі виконано аналіз технологій побудови систем та мереж доступу до телекомунікаційних послуг. Розглянуто функціональні характеристики та структури ОСД на основі ROADM.

**Ключові слова:** система доступу, оптичний мультиплексор, ROADM, телекомунікаційна мережа.

### Abstract

This work is done analysis of technologies for building systems and access networks for telecommunication services. The functional characteristics and structures of ROADM based on OSD are considered.

**Keywords:** access system, optical multiplexer, ROADM, telecommunication network.

### Вступ

Серед перспективних інформаційних технологій важливе місце займають науково-технічні розробки для волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) на основі спектрального мультиплексування. Ці технологічні рішення дозволяють забезпечити зростаючі потреби в обсязі та швидкості передачі даних, включаючи такі телекомунікаційні сервіси, як інтернет, відео на замовлення, кабельне телебачення, телеметрію і т. д. В даний час збільшення пропускної здатності ВОЛЗ в основному забезпечується за допомогою двох способів: збільшення швидкості передачі даних в одному спектральному каналі або збільшення кількості спектральних каналів за рахунок звуження лінії фільтрації і застосування більш щільної сітки частот [1].

Дослідження функціональних характеристик апаратного забезпечення та умов використання оптичних мультиплексорів ROADM, PXC в телекомунікаційних мережах, а також технологій формування навантаження оптичних каналів у ВОЛТ є актуальною науковою задачею.

Метою роботи є спростити етапи проектування оптичних систем доступу за рахунок використання оптимальних структур ВОСП, що базуються на вискоелективних технологіях побудови.

### Результати дослідження

Економічно вигідним рішенням з підвищення пропускної здатності ВОЛТ є збільшення кількості спектральних каналів в існуючих ВОЛЗ. Для цього, оптимальним варіантом є використання динамічних мультиплексорів введення/виведення ROADM - TOADM (Reconfigurable - Tunable Optical Add-Drop Multiplexer). Основні критерії оптимізації функціональних характеристик апаратного забезпечення при проектуванні оптичних систем доступу до телекомунікаційних послуг вказані на рисунку 1 [2, 3].



Рис. 1. Класифікація технологій побудови ШСД

Характерною особливістю застосування ROADM в мережах стала організація передачі даних між мультисервісними комутаторами технологій MPLS (багатопротокольна комутація по мітках), T-MPLS (T-MPLS - транспортна багатопротокольна комутація по мітках), Ethernet. Найбільш перспективним прийнято вважати напрямок розвитку оптичних мереж з технологією Ethernet в форматі PBB/PBT (міст між магістралями провайдерів / транспорт трафіку опорних операторських мереж).

Лінійне оптичне кодування дозволяє зменшити потужність або виключити в спектрі модульованого сигналу оптичну носійну, що знижує ймовірність утворення нелінійних перешкод у ВОЛЗ. Також кодування дозволяє звужити спектр модульованого сигналу. Запропонований варіант побудови транспондерного модуля може забезпечити ефективність використання оптичної смуги частот від 0,4 біт/с/Гц до 6 – 7 біт/с/Гц [4].

Для високошвидкісної передачі сигналів (43 Гбіт/с) в схемах транспондерів передбачаються блоки лінійного оптичного кодування/декодування для зовнішньої модуляції оптичної носійної, а також передбачається взаємодія транспондера з блоком формування лінійного сигналу з функцією FEC.

В існуючій транспортній інфраструктурі інфокомунікаційних мереж на основі ВОСП DWDM 10 Гбіт/с, більшість ділянок ВОЛТ мають вбудовані оптичні підсилювачі, оптичні фільтри для введення / виведення довжин хвиль і, в деяких випадках, пристрої компенсації хроматичної дисперсії. Для успішного впровадження цифрових трактів 40 Гбіт/с необхідно строго дотримуватися всіх вимог, які не враховувалися при будівництві інфраструктури транспортної мережі на швидкості 10 Гбіт/с, а саме підвищених вимог до співвідношення оптичний сигнал/шум (OSNR), зменшення смуги фільтрів, значення хроматичної (ХД) та поляризаційної модової дисперсії (ПМД). Для комерційних ВОЛТ 40 Гбіт/с та підтримки спільної роботи нових ВОЛТ 40 Гбіт/с з існуючими трактами 10 Гбіт/с в одній DWDM мережі повинен бути покращений формат модуляції. Саме тому вибір правильного формату модуляції в транспондерах для 40 Гбіт/с є важливим кроком для досягнення необхідного рівня продуктивності та зниження вартості. В даний час для комерційної експлуатації доступні наступні схеми кодування: з неповерненням до нуля NRZ (Non Return to Zero), подвійне бінарне кодування DB (Duo Binary) та диференціальне кодування із зсувом фаз (DPSK), а також метод диференціального квадратурного кодування із зсувом фаз (DQPSK).

#### Висновки

Необхідно відзначити, що розглянуті технології побудови ОСД на основі мультиплексорів ROADM та комутаторів PXC не остаточні та можуть змінюватись через постійне вдосконалення елементної бази для реалізації телекомунікаційного обладнання і ключову роль в процесі цього вдосконалення відіграють нанофотонні технології.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фокин В.Г. Оптические мультиплексоры OADM/ROADM и коммутаторы PXC в мультисервисной транспортной сети: учебное пособие/ ГОУ ВПО «СИБГУТИ». Новосибирск, 2011 - 204 с.
2. Бортник Г.Г. Транспортні телекомунікаційні технології: навчальний посібник/ Бортник Г.Г., Васильківський М.В., Кичак В.М. – Вінниця: ВНТУ, 2017 – 162 с.
3. Васильківський М.В. Високошвидкісні оптичні мережі доступу/ М.В. Васильківський, Г.Л. Антонюк, О.С. Полуденко, К.О. Коваль. – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2017, №2. – с. 57-62.
4. Васильківський М.В. Методи побудови високошвидкісних волоконно-оптичних трактів/ М.В. Васильківський, Г.Л. Антонюк, О.С. Полуденко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТТП\_17\_2017) XVII міжнародної науково-технічної конференції, 8-13 червня 2017 р. – Матеріали – Одеса. – 2017 с. 187

**Васильківський Микола Володимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [mvasylkivskiy@gmail.com](mailto:mvasylkivskiy@gmail.com).

**Полуденко Ольга Сергіївна** — студент групи АРЗ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rtt13b.poludenko@gmail.com](mailto:rtt13b.poludenko@gmail.com);

**Vasykivskiy Mikola Volodymyrovych** – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mvasylkivskiy@gmail.com](mailto:mvasylkivskiy@gmail.com)

**Poludenko Olha Poludenko** — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rtt13b.poludenko@gmail.com](mailto:rtt13b.poludenko@gmail.com)