

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами X Всеукраїнської науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»

20 грудня 2024 року



Полтава 2024

<i>В.О. Пантєлєєв</i> ІНТЕГРОВАННИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ІНЦИДЕНТІВ.....	35
<i>С.В. Індик, В.В. Панич</i> ПРОЄКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ.....	37
<i>М.В. Обілець, Р.В. Захарченко</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОСТОРОННІХ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ПРАКТИЧНОМУ ДОСЛІДІ.....	39
<i>А.В. Марчук</i> СЕРВІСИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ З ОБ'ЄКТНИМИ ХМАРНИМИ СХОВИЩАМИ.....	41
<i>О.С. Марченко, В.М. Галай</i> РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРОМ.....	43
<i>О.В. Шефер, В.І. Романенко</i> ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИТОКУ ГАЗУ З ГАЗОПРОВОДУ.....	45
<i>І.М. Дюдюк, О.С. Фомін</i> УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З ПІДВИЩЕНОЮ ЗАВАДОСТІЙКІСТЮ.....	47
<i>О.В. Шефер, С.В. Мигаль</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ 5G ТА 6G В КОНТЕКСТІ СПОЖИВЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	49
<i>О.Г. Дрючко, О.В. Сухоребрий, О.О. Куденко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ТРАКТУ OTN DWDM.....	51
<i>С.Г. Кислиця, С.І. Демус</i> РОЗВИТОК МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ МАЙБУТНЬОГО ПОКОЛІННЯ.....	54
<i>О.В. Шефер, І.П. Плюйко, Я.О. Зоць</i> ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД ЗОВНІШНІХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВПЛИВІВ.....	56
<i>С.Г. Кислиця, Н.М. Слєпченко</i> ЗАСОБИ АНАЛІЗУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	58
<i>С.С. Удовик</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ Li-Fi ДЛЯ ПОБУДОВИ БЕЗПРОВОДОВОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА.....	60

<https://www.researchgate.net/publication/340478032> *A Survey of 6G Wireless Communications Emerging Technologies.*

3. Zhang, J., et al. (2020). "The Future of 5G and 6G: Applications, Challenges, and Trends." *IEEE Transactions on Wireless Communications.* <https://ieeexplore.ieee.org/ielaam/6287639/8948470/9145564-aam.pdf>.

4. Saad, W., et al. (2020). "Vision, challenges, and future directions of 6G networks." *IEEE Communications Magazine.* <https://www.researchgate.net/publication/339637202> *A Review of Vision and Challenges of 6G Technology.*

5. Wu, X., et al. (2022). "Exploring the Potential of 6G Networks for Consumer Applications." *IEEE Internet of Things Journal.* <https://www.researchgate.net/publication/363025403> *6G-Enabled Internet of Things Vision Techniques and Open Issues*

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF 5G AND 6G IN THE CONTEXT OF CONSUMER TECHNOLOGIES

O. Shefer, Doctor of Science, Professor,

S. Myhal, PhD Student,

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

УДК 681.7.068

О.Г. Дрючко, к.х.н., доцент,

О.В. Сухоробрий, студент,

О.О. Куденко, студент

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ТРАКТУ OTN DWDM

Технологічною особливістю DWDM є здатність ВС одночасно передавати оптичне випромінювання різних довжин хвиль без взаємного впливу. Кожна довжина хвилі є робочою у відповідному окремому оптичному каналному інтервалі у волокні. По кожному такому каналному інтервалу передається мультиплексований з розділенням за часом сигнал TDM, що був сформований у відповідному кінцевому лінійному обладнанні (Line Terminating Equipment, LTE) відповідно до методів, що застосовуються в різних технологіях (наприклад, SDH).

При формуванні оптичного тракту TN DWDM можна виділити п'ять його основних вузлів:

- оптичний термінальний мультиплексор (OTM);
- транспондер (OTU);
- регенератор (REG);
- оптичний лінійний підсилювач (OLA);
- оптичний мультиплексор вводу/виводу (OADM).

Для передачі по одному волокну кількох сигналів SDH необхідно перетворити їх із формату SDH у формат DWDM. Цю функцію виконує транспондер (див. рисунок).

На вхід транспондера подається сигнал SDH (або іншої технології: ATM, IP, 10 GE), який необхідно перетворити у «формат» DWDM, тобто у сигнал зі строго фіксованою довжиною хвилі і вузьким спектром випромінювання. Оптичний SDH-сигнал перетворюється в електричну форму, відновлюється форма сигналу і далі виконується зворотне електрооптичне перетворення у формат DWDM. Для відновлення форми сигналів використовується так зване 3R-перетворення: 1R (re-amplification) – підсилення сигналу, 2R-1R додатково здійснюється відновлення форми сигналів (re-shaping), 3R-2R додається ресинхронізація (re-timing). Для передачі сигналу на порівняно невеликі відстані, наприклад, в межах міста або області, буде досить використовувати транспондери з функцією 2R. Зазначимо, що при ущільненні m оптичних сигналів має бути стільки ж транспондерів.

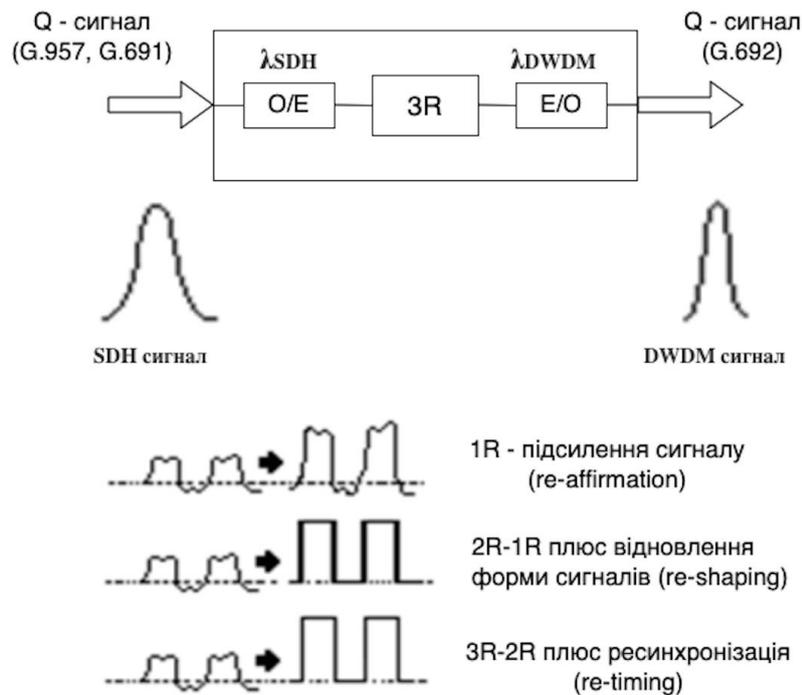


Рис. 1. Принцип роботи транспондера

Основними вузлами ОТМ є оптичний мультиплексор (ОМ) і оптичний демультиплексор (ОД). У напрямку передачі ОМ мультиплексує (групує) сигнали з фіксованими довжинами хвиль, що сформовані на виході транспондерів ($\lambda_1 \dots \lambda_m$), в груповий сигнал, який і передається по ВОК. На прийомі ОД демультиплексує (розділяє) груповий сигнал на сигнали з фіксованими довжинами хвиль ($\lambda_1 \dots \lambda_m$), які далі подаються на транспондери.

Оптичне мультиплексування і демультимплексування засноване на комбінованих або розташованих послідовно один за одним вузькосмугових фільтрах. Зокрема, для фільтрації застосовують тонкоплівкові фільтри, волоконні або об'ємні брегівські дифракційні решітки, зварні біконічні волоконні розгалужувачі, фільтри на основі рідких кристалів, пристрої інтегральної оптики (матриці фазових хвилеводних дифракційних решіток або фазари).

Оптичні регенератори використовуються для відновлення форми групового сигналу, придушення джиттера і поліпшення співвідношення сигнал/шум. З цією метою використовується перетворення «О-Е-О». Груповий сигнал на вході REG перетворюється в електричну форму, проводиться 3R-відновлення форми сигналу, і далі він знову перетворюється в оптичну форму. Регенератор будується на базі двох OTM-мультиплексорів, що включені за схемою «back-to-back» («спина-до-спини») через транспондери. Така конфігурація дозволяє здійснювати введення/виведення всіх оптичних каналів.

Для підсилення групового сигналу застосовуються оптичні підсилювачі, які його підсилюють без відновлення форми. У разі передачі інформації на великі відстані підсилювачі оснащують функцією еквалайзера – вирівнювання потужності оптичних каналів. У міських умовах функція еквалайзера не використовується, і це зменшує вартість підсилювача. ОП є найбільш дешевим вузлом обладнання DWDM (в порівнянні з OTM-мультиплексором і регенератором).

Нині, в мережах DWDM найбільше поширення отримали підсилювачі EDFA, які в межах робочого діапазону (40 нм) мають типовий коефіцієнт підсилення 25-40 дБ для слабких сигналів.

На проміжних вузлах транспортної мережі досить часто потрібно додати в груповий сигнал або виділити з нього один або кілька каналів, не змінюючи при цьому всю структуру сигналу. Для цього застосовують мультиплексори введення/виведення (OADM). OADM будується на базі ОП, в який додається пасивна оптична плата, що дозволяє здійснити введення/виведення обмеженого числа оптичних каналів з фіксованими довжинами хвиль. Вона являє собою брегівську решітку з періодичними змінами індексу заломлення, що досягаються за рахунок насічок на оптоволоконному кабелі, зроблених за допомогою ультрафіолетового випромінювання. OADM-мультиплексор на базі брегівських решіток дозволяє здійснювати введення-виведення від 1 до 12 оптичних каналів. Для інших каналів він працює як підсилювач.

Якісні показники роботи DWDM мережі безпосередньо залежать від правильного вибору мультиплексуємого обладнання (ОМ/ОД, OADM), а також ОП, що використовуються. У свою чергу ефективність, надійність і якість роботи перерахованого вище обладнання транспортної мережі DWDM багато в чому визначається технологічними рішеннями їх виготовлення і принципами обробки оптичних інформаційних потоків. Зокрема, всі функціональні пристрої і елементи мережі, мають однаково обробляти всі канали по всій довжині оптичного шляху волоконно-оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ). Для цього потрібно проводити їх ретельний вибір, який багато в чому визначається не тільки

паспортними даними та характеристиками, але й технологічними рішеннями виготовлення компонентів і обладнання, а також методами і фізичними принципами обробки оптичних інформаційних потоків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Телекомунікаційні системи та мережі. Том 1. Структура й основні функції. / Поповський В.В, Лемешко О.В.; Ковальчук В.К.; Плотніков М.Д.; Картушин Ю.П.; Попонін О.М.; Агєєв Д.В.; Сабурова С.О., Олійник В.Ф., Персіков А.В.; Лошаков В.А. Селіванов К.О. // ТОВ «Компанія СМІТ». ХНУР. – 2020. <https://www.znanius.com/3533.html> (електронний підручник)

2. Розорінов Г.М. Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку: навч. посіб. / Г.М. Розорінов, Д.О. Соловійов. – 2-е вид., перероб. і допов. – К.: Кафедра, 2022. – 344 с.

3. Соломенчук В.Д., Міщенко В.А., Гура К.Н. Оптичні транспортні мережі/В.Д. Соломенчук, В.О. Міщенко, К.М. Гура. – Київ: Центр післядипломної освіти ПАТ «Укртелеком», 2014. – 294 с.

4. Мультимедійні інформаційні системи (МІС). Оптичні мережі спектрального ущільнення (WDM) [Електронний ресурс] // О. Шалагінов. - 2018 - Режим доступу до ресурсу: https://shalaginov.files.wordpress.com/2018/12/20181126_d0bcd0b8d181-d181d0b8d181d182d0b5d0bcd18b-d0d0bfd182d0b8d187d0b5d181d0bad0bd0b9-d181d0b2d18fd0b7d0b8-4.pdf.

RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL MODEL OF THE ORGANIZATION OF THE OTN DWDM TRACTS

O. Dryuchko, PhD, Associate Professor,

O. Sukhorebriy, Student,

O. Kudenko, Student

National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”

УДК 681.3.06

С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,

С.І. Демус, аспірантка

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РОЗВИТОК МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ МАЙБУТНЬОГО ПОКОЛІННЯ

На сьогоднішній день триває активне зростання мереж мобільного зв'язку. Можливості, що відкриваються мобільними технологіями, давно перейшли за рамки голосових послуг. Експоненціальне зростання трафіку в мережах по всьому світу пояснюється широким розповсюдженням пристроїв, підключених до мереж мобільного зв'язку.