



Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПТИЧНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ

Виконала: Вікаренко Мар'яна Олександрівна
Керівник: Васильківський Микола Володимирович

Актуальність роботи полягає у стрімкому розвитку технологій зв'язку, які призвели до появи систем з значною пропускнуою здатністю та дальністю передачі. Для ефективного використання ресурсів, виникає потреба в підключенні максимальної можливої кількості користувачів до однієї лінії та максимального використання потенціалу оптоволоконних ліній передачі інформації. Саме тому дослідження параметрів високошвидкісних оптичних передавачів є актуальним.

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є дослідження функціональних характеристик високошвидкісних оптичних передавачів, які залежить від типу методів модуляції, мультиплексування та підсилення оптичних сигналів.

Для досягнення даної мети були поставлені такі **завдання**:

- техніко-економічне обґрунтування доцільності даної розробки;
- аналіз технологій модуляції оптичних сигналів у ВОСП;
- дослідження функціональних та частотних характеристик високошвидкісних оптичних передавачів;
- визначення енергетичної та спектральної характеристик магістральних ВОЛТ;
- аналіз залежності параметрів оптичного передавача від енергетичної ефективності ВОЛТ;
- аналіз основних характеристик оптичних передавачів за допомогою комп'ютерного моделювання;
- аналіз економічної ефективності проведеної розробки;
- дослідження питань безпеки життєдіяльності.

Об'єктом дослідження є технології побудови високошвидкісних оптичних передавачів для магістральних ВОСП.

Предметом дослідження є методика визначення енергетичної та спектральної ефективності оптичних передавачів у складі високошвидкісних ВОЛТ.

Наукова новизна одержаних результатів:

- визначено критерії ефективності технологій модуляції оптичних сигналів у ВОСП (спектральний і енергетичний)
- досліджено способи підвищення спектральної ефективності оптичних передавачів високошвидкісних ВОСП (поєднання багатопозиційних форматів модуляції з частотними технологіями мультиплексування)
- удосконалено формулу для розрахунку енергетичного потенціалу оптичних передавачів у складі високошвидкісних магістральних ВОЛТ та виконано розрахунок енергетичної характеристики ВОСП (визначено оптичний сигнал/шум)
- досліджено спосіб підвищення енергетичного ефекту високошвидкісних ВОЛЗ за рахунок використання додаткового оптичного підсилення на основі підсилювачів, що розглянуті в 3 розділі.

Результати перевірки на плагіат:



МКР_Вікарен...
Завантажено: 01/11/2018
Перевірено: 01/11/2018

Інтернет + Бібліотека

89.22% Оригінальність	10.78% Схожість	1 Джерела
-----------------------	-----------------	-----------

Джерела з Бібліотека : 1 джерело знайдено

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ У ВОСП

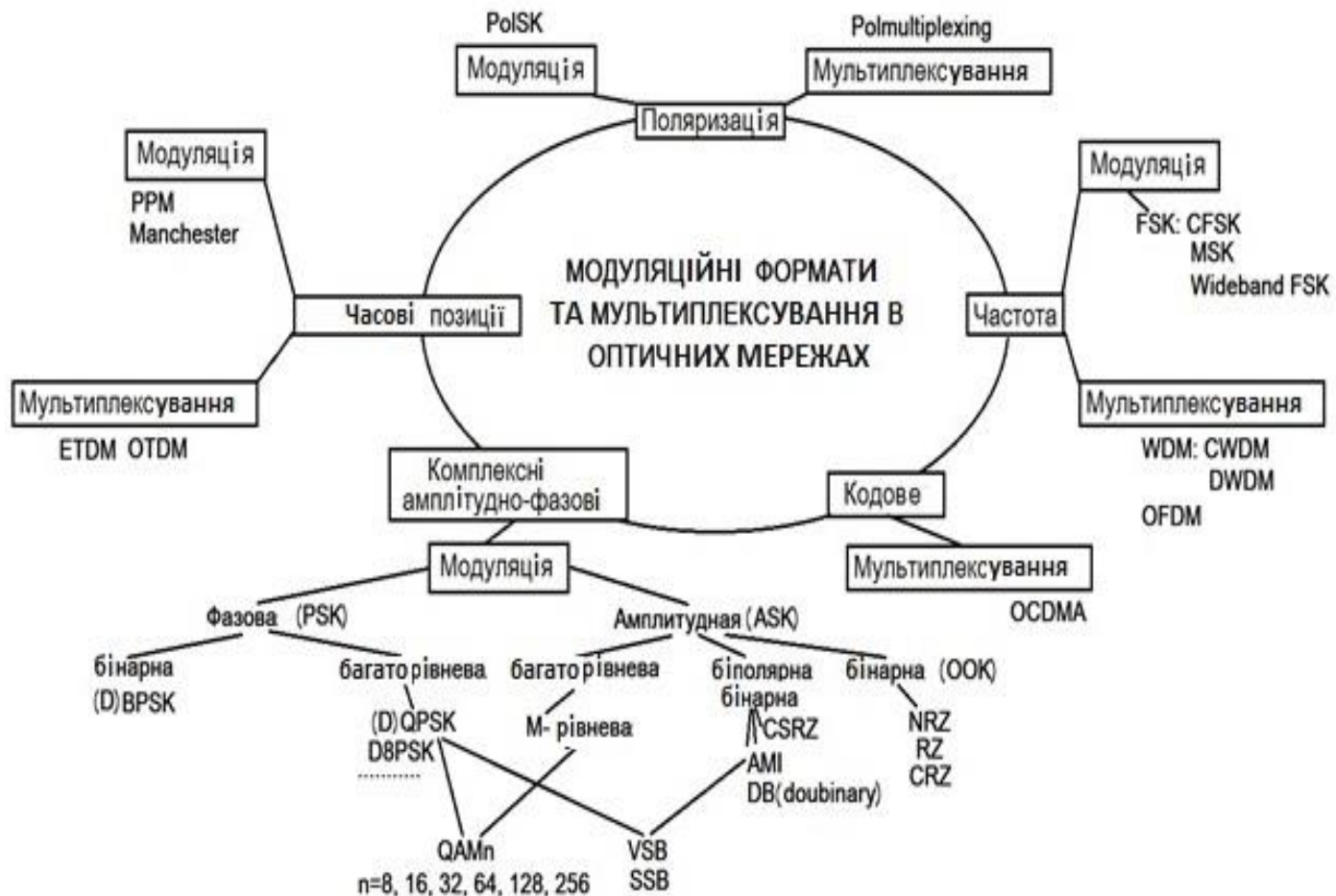


Рисунок 1 - Варіанти форматів модуляції оптичних сигналів та варіанти оптичного мультиплексування в оптичних передавачах когерентних систем

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ У ВОСП

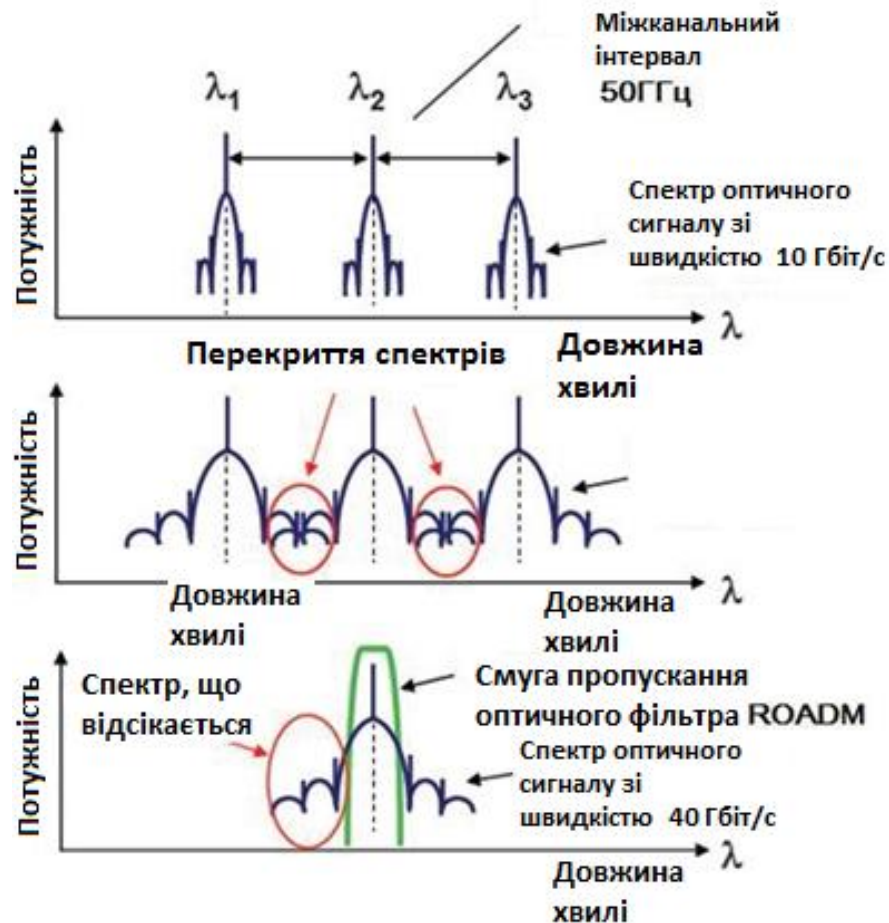
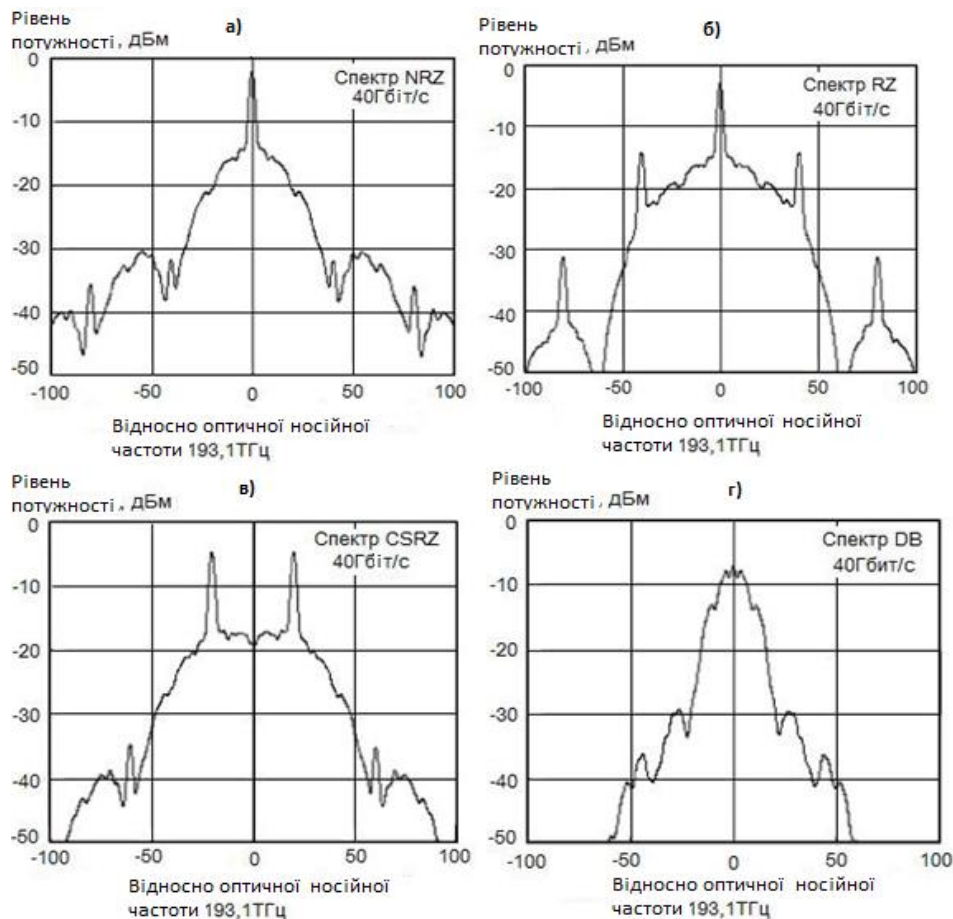


Рисунок 2 – Спектри модульованих оптичних сигналів в простих форматах модуляції: а) оптичний спектр NRZ; б) оптичний спектр RZ; в) оптичний спектр CSRZ; г) оптичний спектр DB

Рисунок 3 – Проблеми розширення спектра оптичних сигналів при збільшенні швидкості передачі інформаційного потоку

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМАТІВ МОДУЛЯЦІЇ ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ

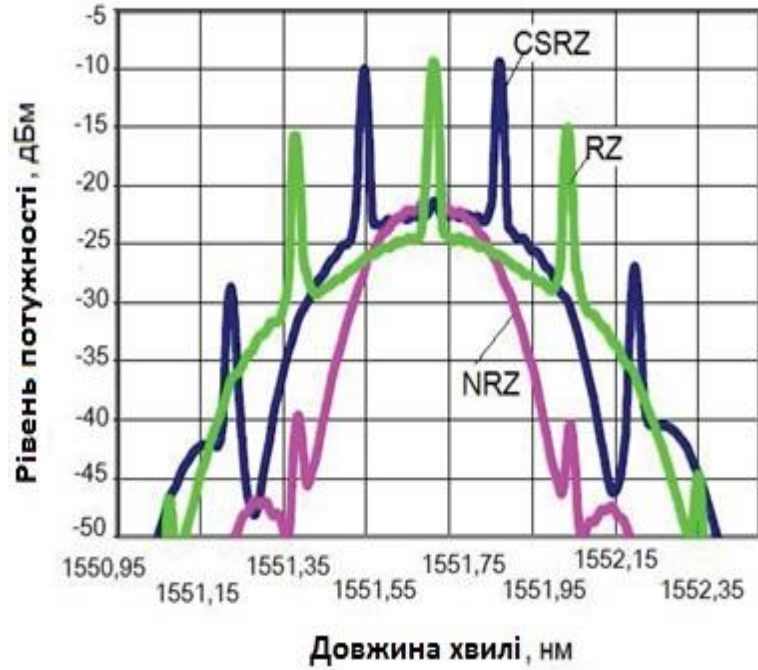


Рисунок 4 – Спектри сигналів DPSK на виході модулятора з різними форматами оптичних імпульсів (NRZ, RZ, CSRZ)

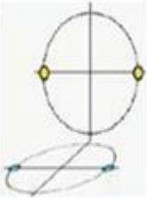
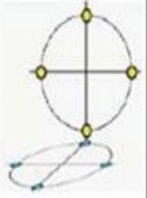
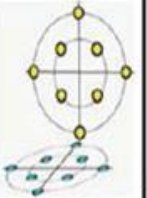
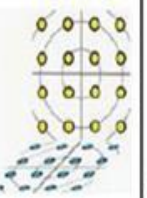
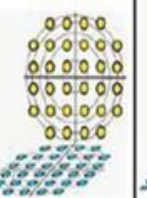

Модуляційний формат	PM-BPSK	PM-QPSK	PM-8QAM	PM-16QAM	PM-32QAM	PM-64QAM
біт / символ	2x1	2x2	2x3	2x4	2x5	2x6
Віображення діаграм						
Штраф OSNR, дБ	0	0	2	4	6	8.5

Рисунок 5 – Порівняння характеристик фазових та амплітудно-фазових форматів модуляції з ортогональною поляризацією з урахуванням додаткових вимог до OSNR

МОДЕЛЬ МОДУЛЯТОРА ВИСОКОШВИДКІСНОГО ОПТИЧНОГО ПЕРЕДАВАЧА

$$E_k = E_0 \cdot \cos \left[\frac{\pi \cdot (I_k - Q_k) + \frac{\pi}{2}}{2} \right] \cdot e^{j \left(\frac{\pi \cdot (I_k - Q_k) + \frac{\pi}{2}}{2} \right)}.$$

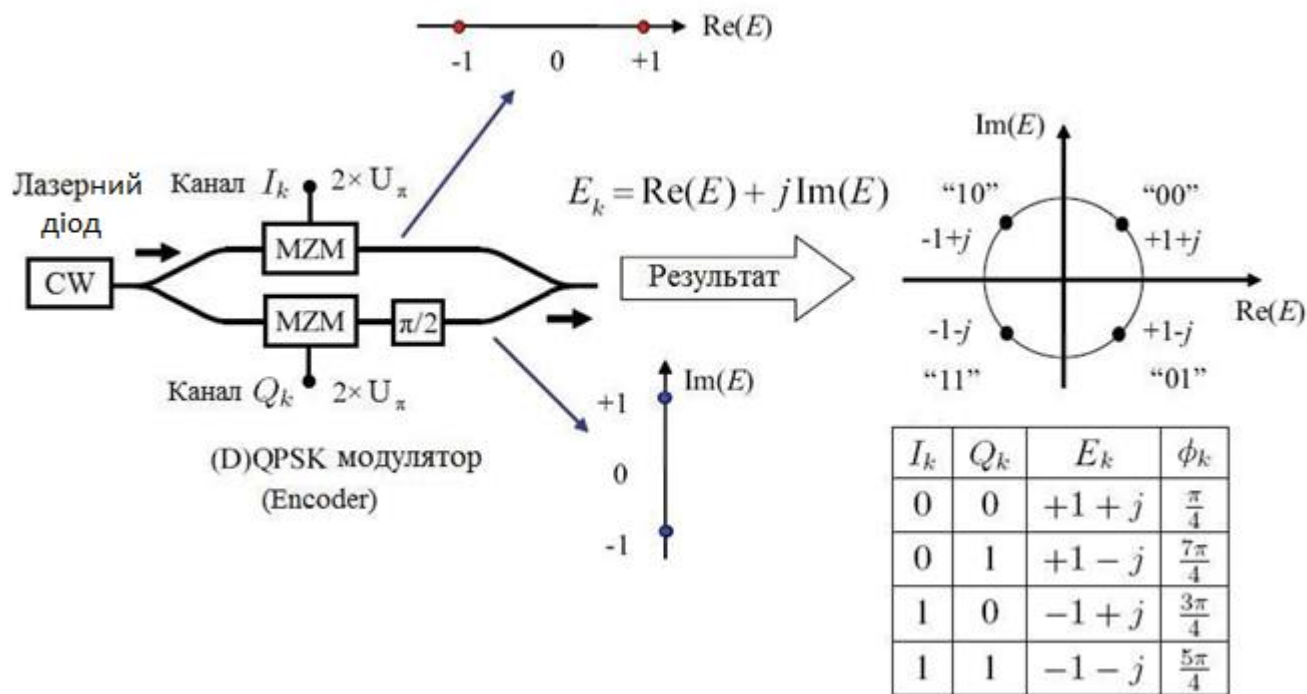


Рисунок 6 - Узагальнена схема та алгоритм формування фазових позицій оптичного сигналу (D)QPSK

$$I_k = \bar{U}_k \bar{V}_k \bar{I}_{k-1} + \bar{U}_k V_k Q_{k-1} + U_k V_k I_{k-1} + U_k \bar{V}_k \bar{Q}_{k-1}$$

$$Q_k = \bar{U}_k \bar{V}_k \bar{Q}_{k-1} + \bar{U}_k V_k \bar{I}_{k-1} + U_k V_k Q_{k-1} + U_k \bar{V}_k I_{k-1}.$$

АЛГОРИТМ РОБОТИ МОДУЛЯТОРА ВИСОКОШВИДКІСНОГО ОПТИЧНОГО ПЕРЕДАВАЧА

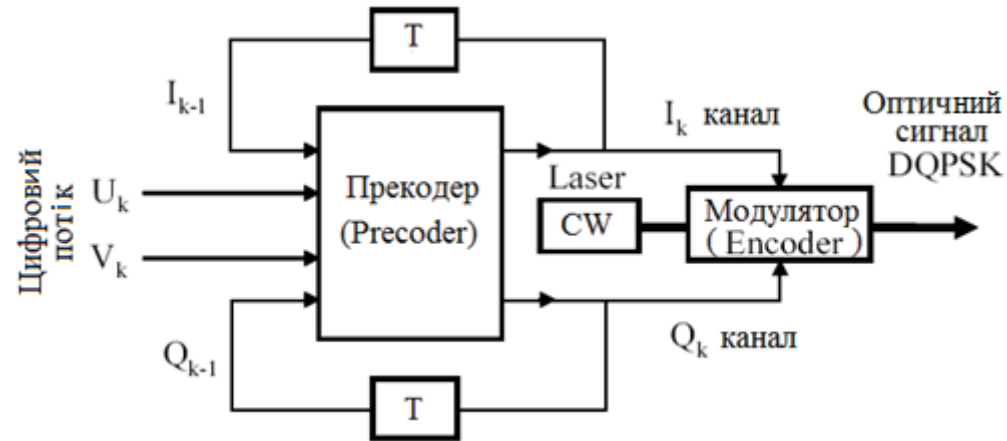


Рисунок 7 - Узагальнена схема формування модулюючих сигналів (D)QPSK

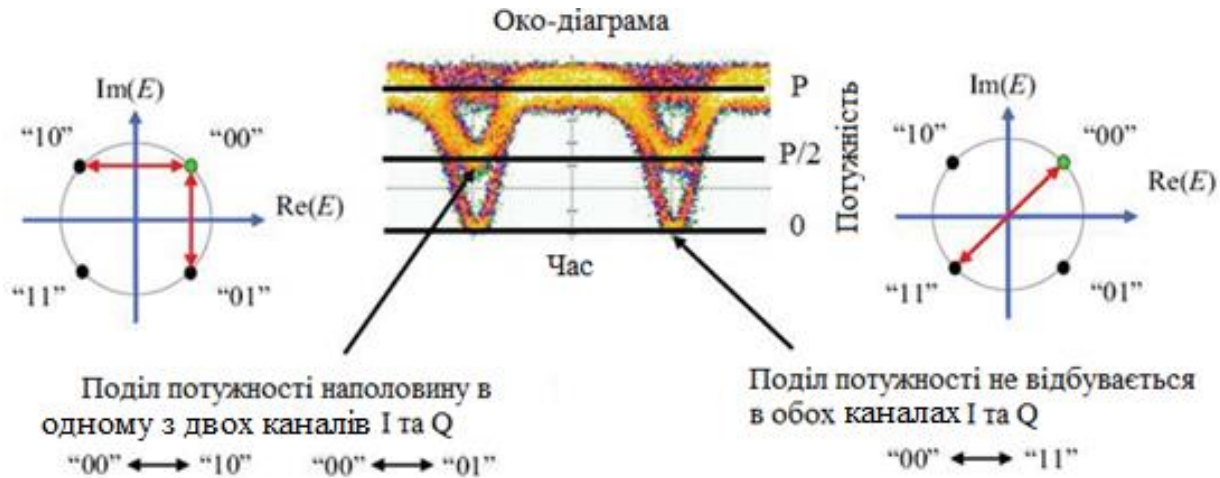


Рисунок 8 - Алгоритм зміни потужності оптичного випромінювання при кодуванні NRZ- (D) QPSK

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ОПТИЧНИХ КАНАЛІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОСП

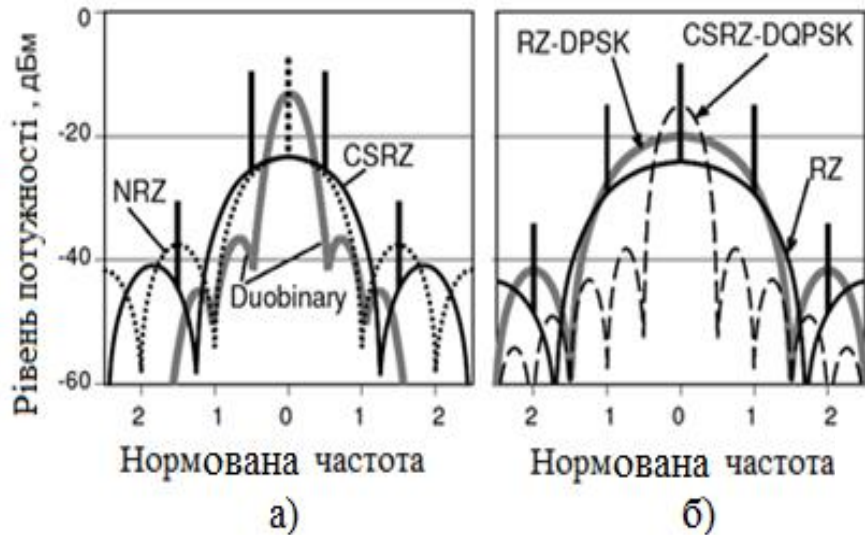


Рисунок 9 – Спектри оптичних сигналів з модуляцією інтенсивності (а) і фази (б)

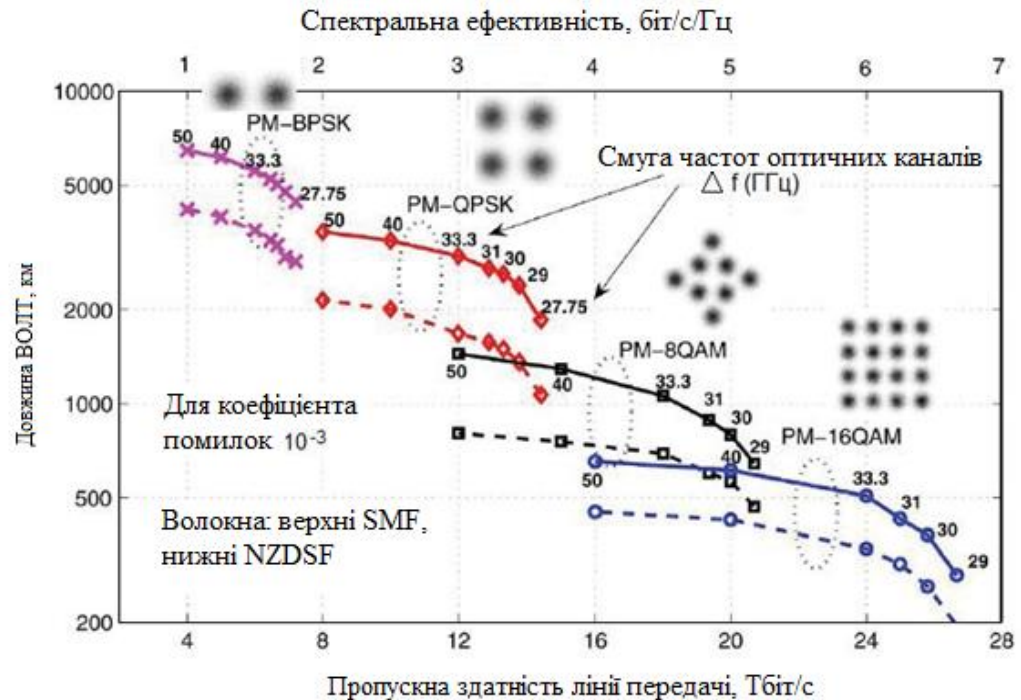


Рисунок 10 – Узагальнена порівняльна характеристика фазових (PSK) і амплітудно-фазових (QAM) форматів оптичної модуляції в когерентних системах при швидкості передавання 112 Гбіт/с

СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ОПТИЧНИХ СУПЕР-КАНАЛІВ У ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОСП

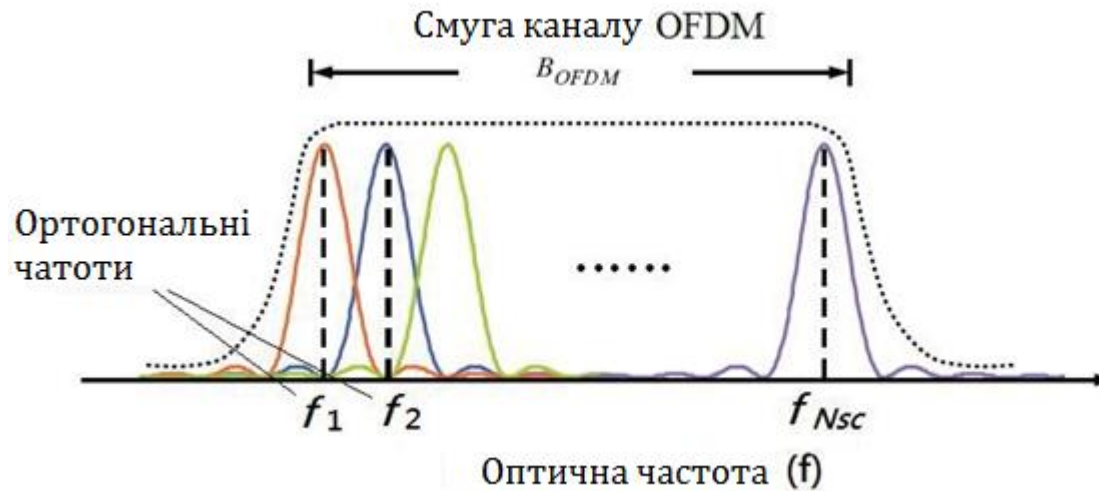


Рисунок 11 – Ортогональні частоти оптичного OFDM каналу

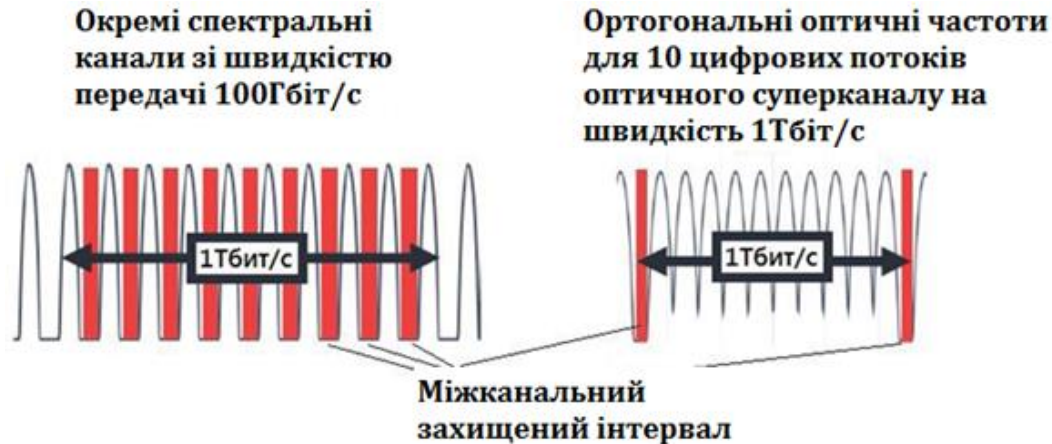


Рисунок 12 – Метод покращення ЧХ ВОСП за рахунок використання OFDM для супершвидкісних оптичних каналів з кодуванням PM-QPSK

ВАРІАНТИ ФОРМУВАННЯ ОПТИЧНИХ СУПЕР-КАНАЛІВ У ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОСП

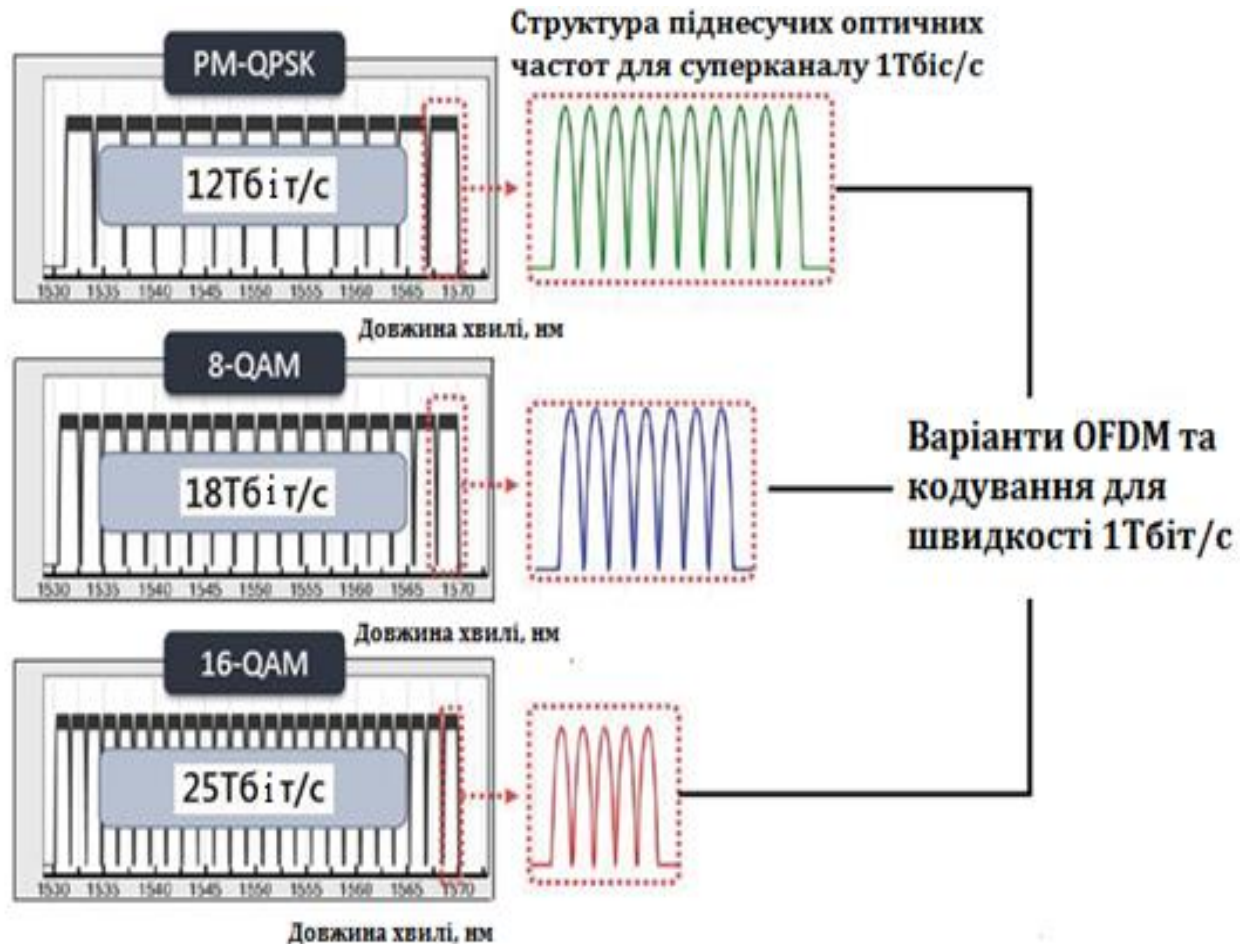


Рисунок 13 - Способи формування структур оптичних каналів і їх кількості для діапазонів С і L з OFDM та різними варіантами цифрового кодування

ОЦІНЮВАННЯ СПЕКТРАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОПТИЧНИХ КАНАЛІВ У ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОСП

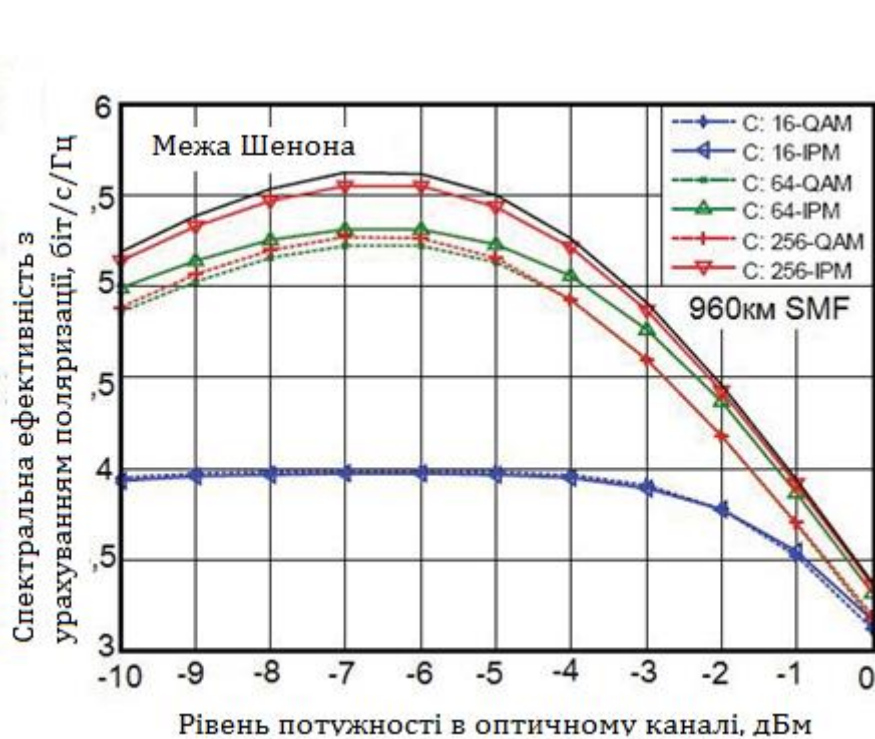


Рисунок 14 – Результати розрахунку спектральної ефективності з урахуванням нелінійної межі Шеннона для різних видів модуляції QAM, IPM на швидкості 100 Гбіт / с при використанні FEC і ймовірності помилки 10⁻³

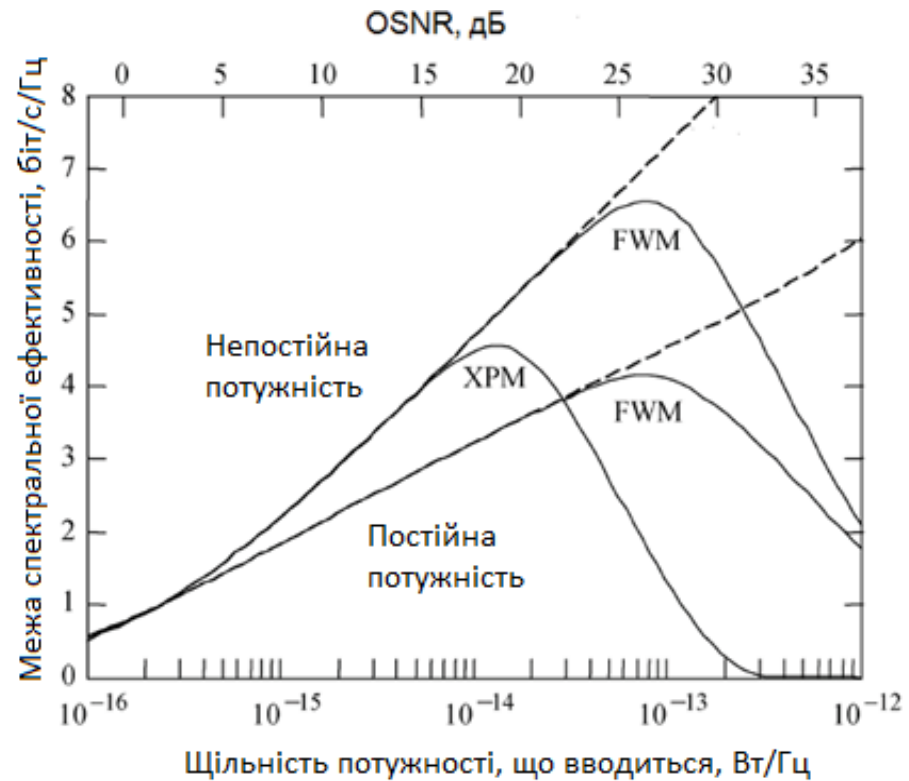


Рисунок 15 – Результати розрахунку спектральної ефективності для DWDM системи з урахуванням нелінійності волокна

ОЦІНЮВАННЯ СПЕКТРАЛЬНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧНИХ КАНАЛІВ У ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОСП

Лінійна швидкість, Гбіт/с	Швидкість в Бод, ГБод	Формат модуляції	Біт/символ	Спектральна ефективність, біт/с/Гц	Значення OSNR, дБ при BER = 10 ⁻³
112	28	DP-QPSK	2	4	12,6
224	28	DP-16QAM	4	4	17,4
448	112	DP-QPSK	2	4	19,3
448	56	DP-16QAM	4	8	23,1
448	37	DP-64QAM	6	1	27,3
448	28	DP-256QAM	8	1	31,9

Таблиця 1 – Швидкість передачі і спектральна ефективність оптичних високошвидкісних каналів

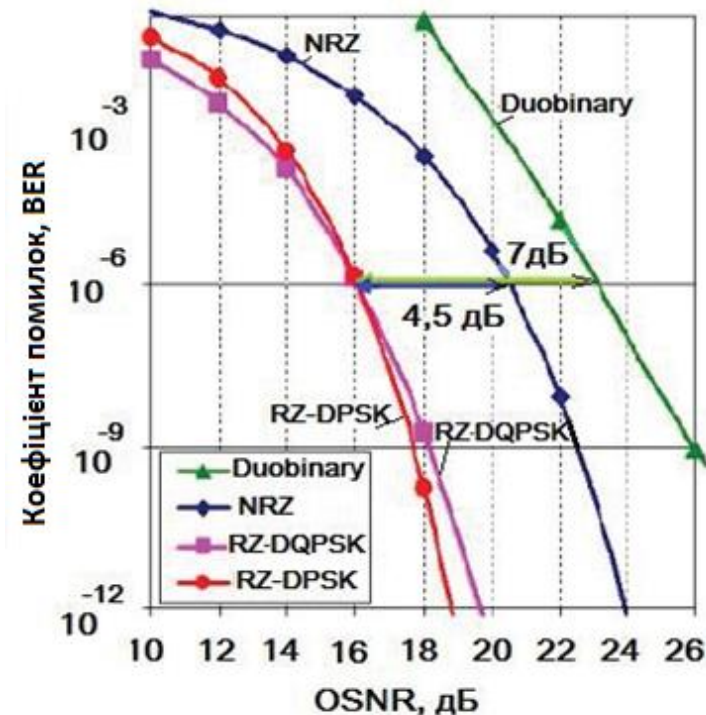


Рисунок 16 – Порівняння характеристик стійкості сигналів (BER) різних форматів передачі до шумів (OSNR) на швидкості 40 Гбіт/с

КОМП'ЮТЕРНІ МОДЕЛІ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПТИЧНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ КОГЕРЕНТНИХ ВОСП

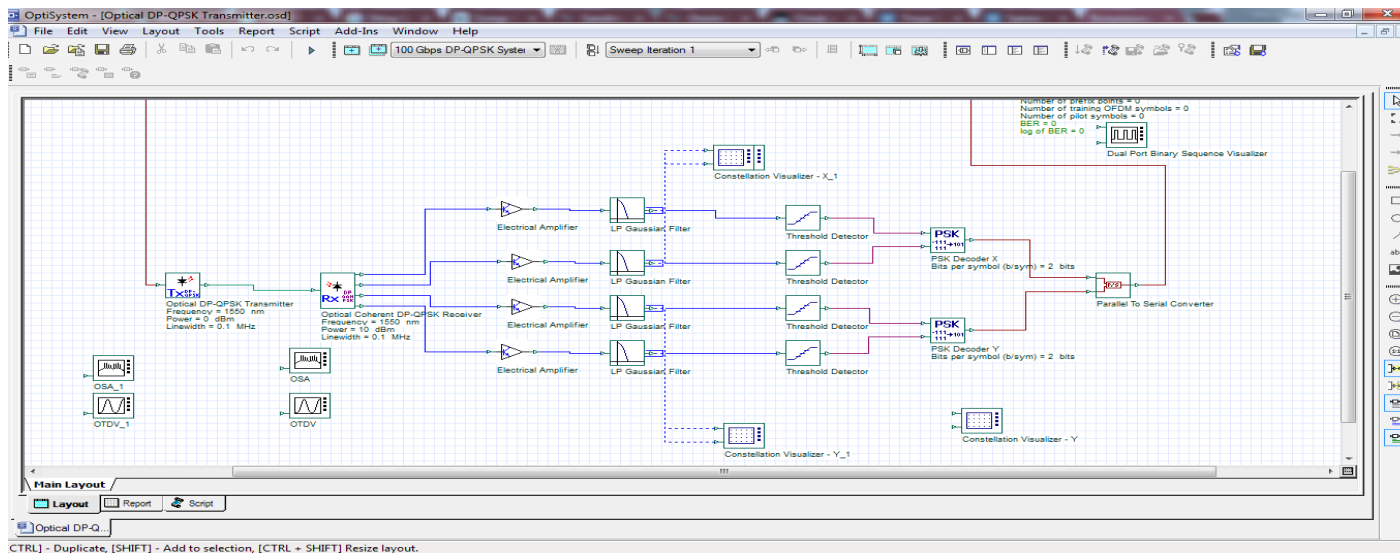


Рисунок 17 - Інтерфейс OptiSystem 15.0

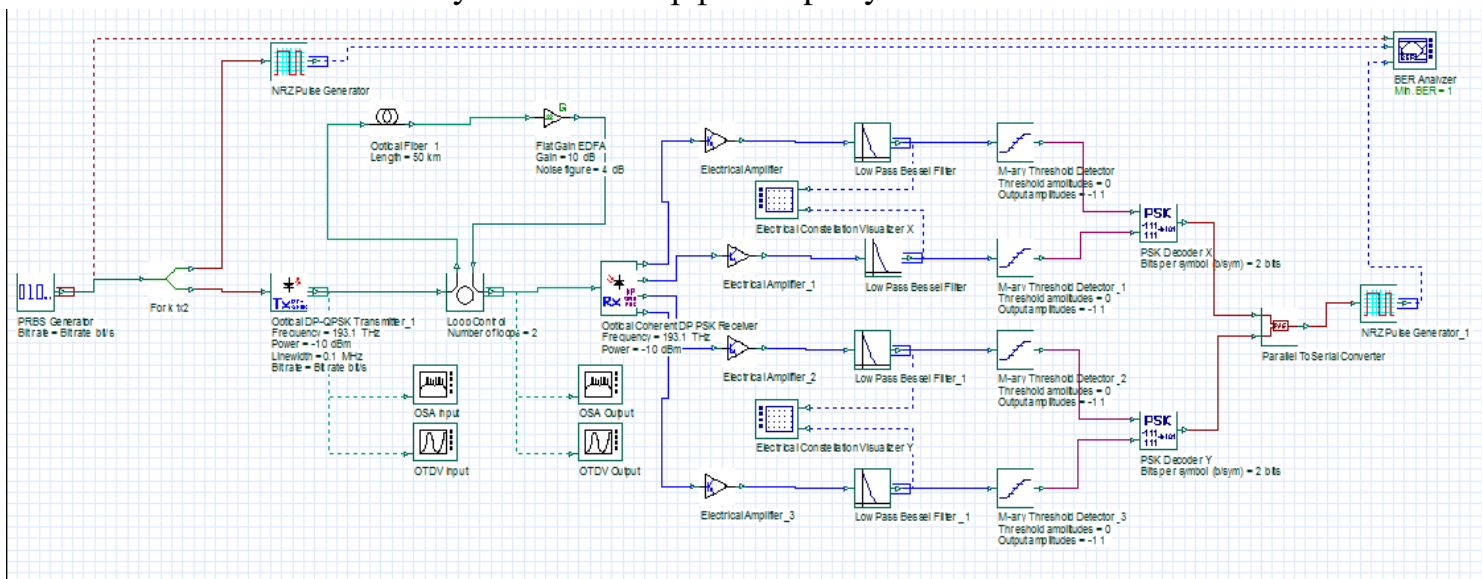


Рисунок 18 - Комп'ютерна модель оптичного передавача DP-QPSK

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПТИЧНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ КОГЕРЕНТНИХ ВОСП

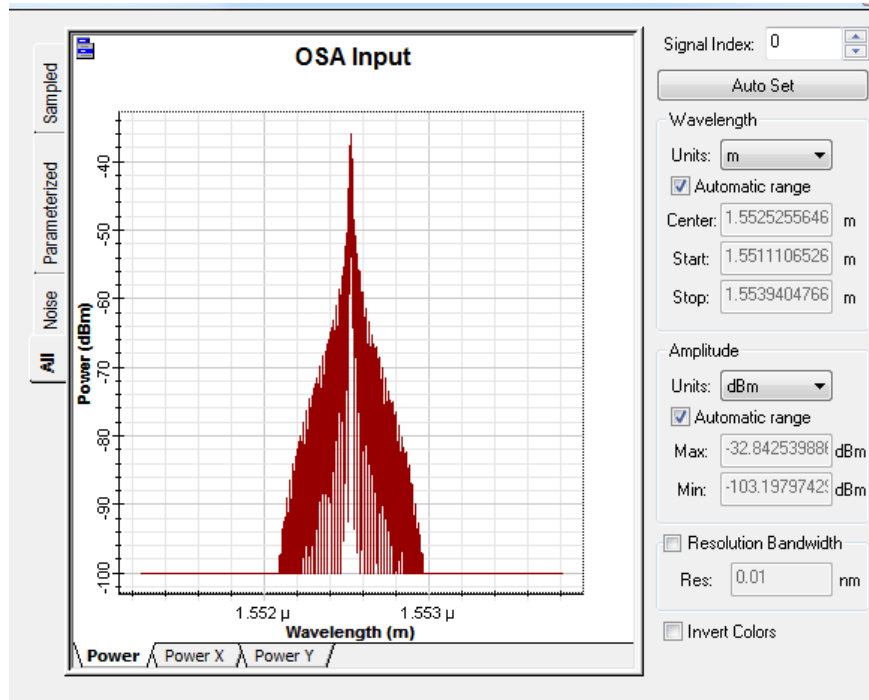


Рисунок 19 - Амплітудний спектр оптичного сигналу на виході високошвидкісного передавача DP-QPSK

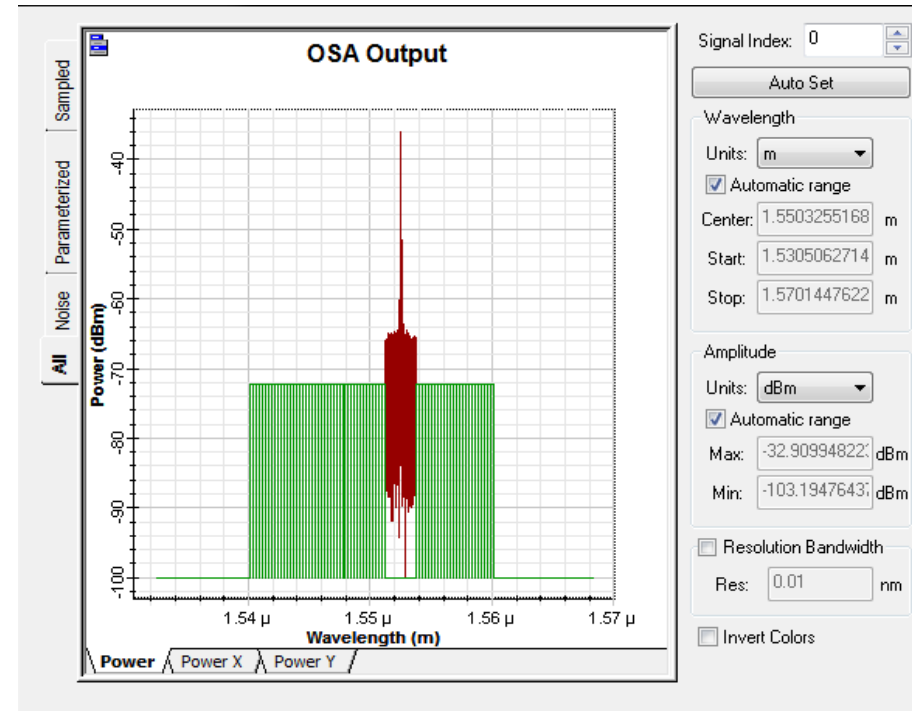


Рисунок 20 - Сигнал, який пройшов ВОЛТ довжиною 100 км

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПТИЧНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ КОГЕРЕНТНИХ ВОСП

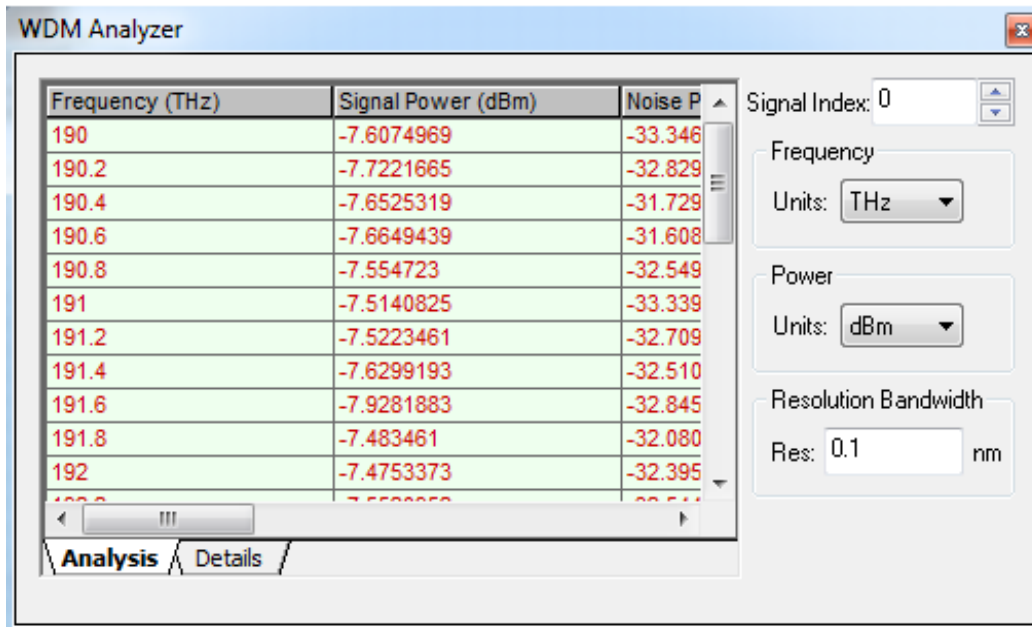


Рисунок 1 - Таблиця контролю рівнів потужності на виході передавача групового оптичного сигналу, сформованого за технологією DWDM

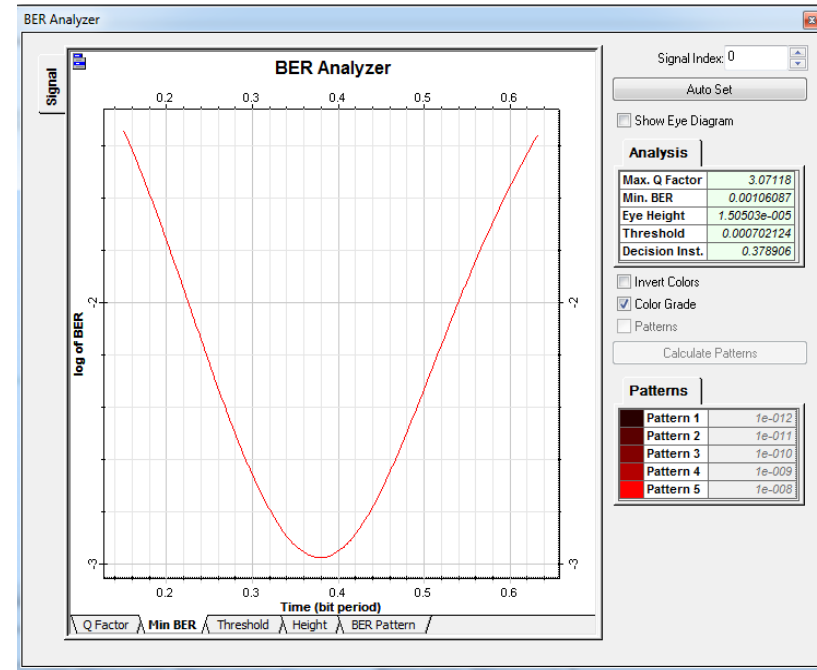


Рисунок 21 - Оцінювання коефіцієнту помилок у високошвидкісних ВОЛТ на основі DWDM

ВИСНОВКИ

У данній МКР було проаналізовано технології формування оптичних сигналів у ВОСП та досліджено параметри високошвидкісних оптичних передавачів.

Для досягнення данної мети були виконані такі поставлені завдання:

- досліджено характеристики модуляційних форматів і технологій оптичного мультиплексування;
- досліджено формування оптичних сигналів з фазовою модуляцією і подвійною поляризацією;
- досліджено формування оптичних сигналів з багатопозиційної квадратурної модуляцією;
- досліджено формування оптичних сигналів у форматі OFDM;
- оцінено спектральну ефективність формування оптичних сигналів і проблеми при передачі сигналів в оптичних каналах.

Також були розглянуті характеристики промислових когерентних передавачів, технічні характеристики транспондера Cisco 100G CP-DQPSK, когерентний транспондер CIVCOM та оптичний передавач Communication Technologies AG Optical DP-QAM Transmitter SHF 46215 B.

Досліджувалися параметри високошвидкісних оптичних передавачів, а саме:

- аналіз залежності ЧХ передавачів від технологій мультиплексування та підсилення потужності оптичних сигналів;
- функціональні та частотні характеристики домішкових підсилювачів потужності оптичних сигналів
- функціональні та частотні характеристики оптичних підсилювачів на ефекті вимушеного комбінаційного (раманівського) розсіювання
- функціональні та частотні характеристики напівпровідникових оптичних підсилювачів (НПОП) у складі передавачів ВОСП

Також був проведений розрахунок характеристик передавачів в оптичних каналах та секції когерентної мережі і було проведено комп'ютерне моделювання функціонування складних оптичних систем.

Під час написання економічної частини було оцінено комерційний потенціал розробки, рівень якого є вище середнього, що свідчить про доцільність ймовірного впровадження системи та отримання прибутку від її використання. Розраховано витрати на виконання наукової роботи та впровадження її результатів. Розраховано комерційні ефекти від реалізації результатів розробки та ефективність вкладених інвестицій та період їх окупності.

Під час виконання розділу охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях було опрацьовано такі питання, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок потужності лазера за заданою безпечною відстанню, технічні рішення з безпеки при проведенні дослідження параметрів високошвидкісних оптичних передавачів, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Дякую за увагу!!!