

**М. О. Вікаренко, М. В. Васильківський**  
(Україна, Вінниця, Вінницький національний технічний університет)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПТИЧНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ**

**Анотація.** Об'єктом даного дослідження є принципи формування різних оптичних сигналів в передавачах когерентних систем і мереж.

**Ключові слова:** передавач, сигнал, обробка сигналів, модуляція, мультиплексування, смуга частот.

**Abstract.** The object of this study is the principles of the formation of various optical signals in the transmitters of coherent systems and networks.

**Keywords:** transmitter, signal, signal processing, modulation, multiplexing, frequency band.

Сигнали, які формуються повинні відповідати певним набором вимог, обумовлених областю використання систем, дистанціями організації оптичних каналів і секцій, необхідними швидкісними режимами передачі цифрових даних, контролем якості передачі, техніко економічними показниками і ін [1].

До певного набору вимог відносяться:

— максимально ефективно використання смуги частот оптичного каналу (біт / с / Гц), тобто найбільш можливе число інформаційних біт в одиницю часу 1 сек в смузі частот 1 Гц;

— максимальна стійкість оптичного каналу, що оцінюється оптичним ставленням OSNR, т. Е. Нормальна працездатність оптичного каналу (виконання заданого коефіцієнта помилок BER, Bit-Error Rate) при мінімальному OSNR;

— стійкість до лінійних (хроматична і поляризаційні дисперсії) і нелінійних (ФСМ, ФКМ, ВКР, ВРМБ, ЧВС) спотворень;

— мінімальна складність оптичної та електронної схемотехніки, інтегрованість компонентів і малі масогабаритні показники, технологічність у виробництві;

— можливість перебудови передавачів на різні хвилі в межах стандартних діапазонів оптичних волокон;

— стабільність характеристик модульованих оптичних сигналів;

— наявність в спектрі модульованого оптичного сигналу частот для синхронізації приймальної сторони для використання при цифровій обробці;

— мінімальна вартість передавачів при їх серійному виробництві.

Повною мірою задовольнити вищенаведеним вимогам можуть тільки оптичні

передавачі з зовнішньої модуляцією випромінювання одномодових вузькосмугових лазерів.

Модуляція в оптичних передавачах може поєднуватися з мультиплексуванням інформаційних потоків і оптичних модульованих сигналів. Наприклад, доступ до оптичного каналу проводиться із застосуванням різних кодових комбінацій (OCDMA, Optical Code Division Multiple Access), або мультиплексуванням тимчасових позицій інформаційних сигналів в електронному (ETDM, Electrical Time Division Multiplexed) або оптичному форматах (OTDM, Optical Time-Division Multiplexing).

З огляду на те, що лазери в когерентних системах використовуються не тільки в передавачах, але і в приймачах, для них введені характеристики відносної інтенсивності шуму в смузі частот випромінювання RIN (Relative Intensity Noise). Типові значення для лазерних діодів в межах  $-160$  дБ / Гц ... -  $130$  дБ / Гц.

Таким чином, використання в системах передачі різних форматів модуляції може бути основою для визначення вимоги до джерел випромінювання по ширині спектральної лінії, по інтенсивності шумів. На що впливають ці характеристики? На кількість рівнів потужності випромінювання, що використовуються для кодування інформаційних сигналів, на кількість фазових станів випромінювання, які використовуються для кодування інформаційних сигналів і т. д.

Спектри оптичних сигналів на виході модуляторів чотирьох форматів відрізняються складом, зокрема, для CSRZ характерна відсутність або низький рівень оптичної несучої, що знижує потужне навантаження на волоконний світловод, спектр формату DB найвужчий за рівнем  $-20$  дБм, як прийнято оцінювати по стандартам ITU- T [2].

### Література

1. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором / О. В. Осадчук – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2000. – 303 с.

2. Lotz T.H. Spectral Efficient Coding Schemes in Optical Communications / T.H. Lotz, W. Sauer-Greff, R. Urbansky // International Journal of Optoelectronic Engineering. – 2012. – Vol. 2 (4). – P. 18-25.