

## ОПТИЧНІ ЦИФРОВІ ЕЛЕМЕНТИ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі проведений аналіз оптичних цифрових елементів і їх застосування для обробки сигналів. Визначено, що на таких оптичних елементах реалізуються типові логічні функції: І, АБО, НЕ, а на їх основі тригери і регістри та інші більш складні логічні елементи.*

**Ключові слова:** логічний елемент, оптична обробка сигналу, елементи булевої алгебри, тригери, інтерферометр Маха-Цандера, інтерферометр Фабрі-Перо.

### *Abstract*

*In this paper, the analysis of optical digital elements and their application for signal processing is carried out. Definitely, that on such optical elements the typical logical functions are implemented: AND, OR, NOT, and on their basis triggers and registers and other more complex logical elements.*

**Keywords:** logic element, optical signal processing, elements of Boolean algebra, triggers, Mach-Zander interferometer, Fabri-Perot interferometer.

### **Вступ**

Цифрові пристрої забезпечують високу завадостійкість і точність реалізації алгоритмів обробки сигналів в їх основі. В таких пристроях, як правило, використовується явище інтерференції оптичних хвиль і нелінійність оптичних пристроїв. До них відносяться інтерферометри Маха-Цандера і Фабрі-Перо, двох фотонну логіку на фотонному кристалі, цифрову голографію і пристрої на нанотрубках і нановолокнах. На цих пристроях реалізуються типові логічні функції: І, АБО, НЕ і на їх основі тригери та регістри.

На практиці використовуються пристрої пам'яті ROM, RAM, кодери декодери сигналів, формувачі оптичних кодових послідовностей на основі решіток Брегга і голографії і аналізатори спектра та голографічні аналізатори спектра. Областями застосування оптичних логічних пристроїв є: оптичні кодери і декодери, формувачі потоків даних, оптичні мережі зв'язку з OFDM і CDMA, пристрої оптичної пам'яті, оптичні процесори, оптичні аналізатори спектра і голографічних пристроїв [1-3]. Застосування зазначених пристроїв через їх ультрависоку швидкодії, малі габарити і споживання вельми перспективне для передачі і обробки оптичних сигналів, зберігання інформації, а також для застосування в цифрових оптичних процесорах. Застосування оптичних систем з ортогональною частотною модуляцією (OFDM) дозволяє перейти до терагерцових швидкостей передачі [4]. В даний час найбільш підходящими для реалізації пристроїв передачі та обробки оптичних сигналів є інтерферометри Маха-Цандера і Фабрі-Перо. Тому основним завданням цієї роботи є визначення основ обробки сигналів за допомогою подібних оптичних цифрових елементів та галузей їх застосування.

### **Основна частина**

Цифрова обробка забезпечує високу точність реалізації алгоритмів і завадостійкість. Слід зазначити, що сучасні оптичні системи зв'язку є цифровими [1-3]. Такі оптичні логічні елементи використовують явища інтерференції і нелінійність резонаторів. На їх основі реалізуються елементи булевої алгебри: тригери та регістри [1, 2, 3]. Зазначені пристрої володіють надвисокою швидкістю на порядки вищою, ніж аналогічні електронні прилади. Найбільш відомі елементи на інтерферометрах Фабрі-Перо [2, 5] і Маха-Цандера [3]. Логічні функції реалізуються шляхом подачі керуючих статичних напруг.

Суть роботи таких оптичних логічних елементів полягає в такому підборі пучків світла, щоб вони мали достатню енергію для перемикування, що дозволяє сформувати логічний елемент "І". При цьому,

якщо обидва пучка мають рівні енергії, то формується елемент "АБО". Час перемикання таких елементів становить одиниці пікосекунд, а споживана потужність на рівні 10 мВт. Тому інтерферометр Маха-Цандера використовується для виконання без затримок логічних і арифметичних операцій.

Такі переваги, як висока завадостійкість і швидкодія дозволяють оптичним цифровим елементам завойовувати все нові і нові галузі застосування із отриманням максимального технічного та економічного ефектів. Проблема полягає тільки у складності технології реалізації таких елементів. Але все ж таки можна виділити такі області застосування оптичних логічних пристроїв:

- 1) оптичні кодери-декодери, формувачі потоків даних;
- 2) оптичні мережі зв'язку з OFDM і CDMA [1];
- 3) пристрої оптичної пам'яті, наприклад, CD-ROM;
- 4) оптичні процесори [1];
- 5) оптичні спектро-аналізатори і голографічні пристрої.

### Висновки

Застосування оптичних цифрових елементів через їх надвисоку швидкодію, малі розміри і незначне споживання енергії є досить перспективним для формування, передачі і обробки оптичних сигналів. В даний час найбільш оптимальними є інтерферометри Маха-Цандера і Фабрі-Перо. Однак, виникає питання вартості, оскільки технологія їх виготовлення досить складна.

Застосування оптичних систем з ортогональною частотною модуляцією дозволяє перейти до терагерцових швидкостей передачі. При цьому найбільш повно переваги таких пристроїв реалізуються застосуванням оптичних систем при повній заміні електронних елементів оптичними.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сперанский В.С., Клинецов О.И. Оптические цифровые элементы обработки сигналов // T-Comm – Telecommunication and transport. М.: ИД Медиа Паблшер, 2014. Том 8. № 9. – С. 80-83.
2. Чубаров С.И. Оптическая обработка информации. - Минск, Изд. Б ГУ, 2009.
3. Стецюра Г.Г. Интерферометр Маха-Цандера как средство выполнения быстрых распределенных вычислений // Журнал радиоэлектроники, 2013. – №1.
4. Agrawal G.P. All-optical Signal processing and Optical Regeneration - Institute of Optics Univer.of Rochester. N.Y. 14267, 2007, 36 p.
5. Гиббс Х. Оптическая бистабильность. Управление светом с помощью света: пер с англ. М.: Мир, 1988. – 520с.

Палагнюк Дмитро Михайлович – студент групи ТКТ-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [brazers.d29@gmail.com](mailto:brazers.d29@gmail.com)

Якімцев Олександр Олександрович – студент групи ТКТ-16, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [yakimcev97@gmail.com](mailto:yakimcev97@gmail.com)

Дрючин Олександр Олексійович доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. e-mail: [alex4alex9@gmail.com](mailto:alex4alex9@gmail.com)

Palagniuk D.M. – student of group TKT-14b, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [brazers.d29@gmail.com](mailto:brazers.d29@gmail.com)

Yakimtsev O. O. – student of group TKT-16 , Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : [yakimcev97@gmail.com](mailto:yakimcev97@gmail.com)

Dryuchyn O.O. — docent Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [alex4alex9@gmail.com](mailto:alex4alex9@gmail.com)