

УДК 681.325.36

Гринчишин Т.М.

## ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ТА ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ БІОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія»

*Діючі однолазерні відкриті оптичні системи мають ряд недоліків. Це передусім вплив завад. Мультиплікативні, змінюючи коефіцієнт завад, можуть значно спотворювати корисний сигнал. Тому дослідження даної проблематики є дуже актуальним і потребує технічних рішень*

З метою компенсації впливу мультиплікативних завад в оптичних каналах перспективним є використання біоптичної (одночасної) системи, на основі двох лазерів з різною довжиною хвилі, в різних оптичних діапазонах. Аналіз постановки такої задачі показує, що вона може мати різні рішення, які відрізняються способом формування та цифрової обробки біоптичних сигналів. На вході цифрових приймачів величина між різницею сигналів під впливом мультиплікативних завад буде практично сталою (оскільки завади впливають в однаковій мірі відразу на два оптичні канали) і тоді можна отримувати стабільний результуючий корисний сигнал в якому компенсований вплив мультиплікативних завад.

### Метод формування та цифрової обробки з опорним сигналом біоптичної системи

Даний метод забезпечує значне збільшення дальності передавання даних, при обмеженій потужності оптичного сигналу. Проте дана реалізація вимагає більш складного алгоритму обробки сигналів в оптичному приймачі. [1, 2]

Лазер з частотою  $\lambda_1$  використовується в якості опорного сигналу, без маніпулювання, тобто  $S_1 = S_0 = const$ .

Лазер з частотою  $\lambda_2$  виконує маніпуляцію сигналів стандартним манчестерським кодом:

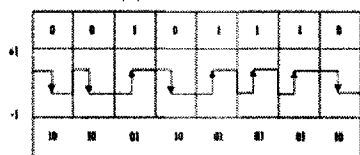


Рис. 1. Кодування сигналу на основі Манчестерського коду

Тоді сигнал  $S_2 : S_2 = S_i = var$ .

В точці прийому реалізується обчислення, згідно аналітичного виразу:

$$\Delta S = (S_2 - S_1) / S_1. \quad (1)$$

При цьому виключається вплив мультиплікативних завад (\*):

$s'(t) = k(t) \cdot \mu(t)$ , що відповідає рішенню наступної задачі.

Де:  $k(t)$  – випадковий процес,

$\mu(t)$  – коефіцієнт завад.

Запишемо сигнали з впливом мультиплікативних завад [6]:

$$S_1^* = P_n \cdot S_1$$

$$S_2^* = P_n \cdot S_2,$$

де \* – вплив завад,

$P_n$  – потужність мультиплікативних завад.

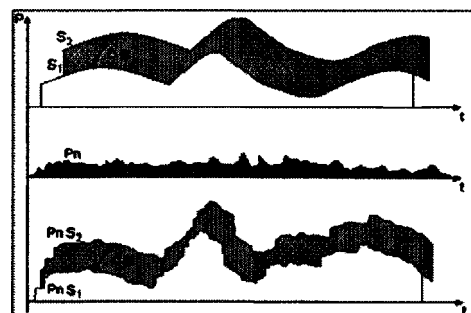


Рис. 2. Представлення бісигналу  $S_1$  та  $S_2$  під впливом мультиплікативних завад

Тоді:

$$\Delta S = (P_n \cdot S_2 - P_n \cdot S_1) / P_n \cdot S_1$$

$$\Delta S = P_n (S_2 - S_1) / P_n \cdot S_1$$

$$\Delta S = (S_2 - S_1) / S_1$$

Рішення даної задачі покажемо на рис. 3.

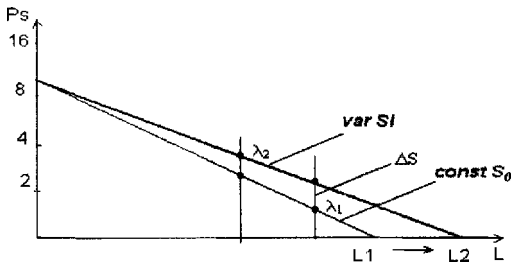


Рис. 3. Залежність відстані передавання при використанні двох лазерів  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  в логарифмічному масштабі

Даний графік демонструє згукання сигналів та вплив завад в логарифмічному масштабі.

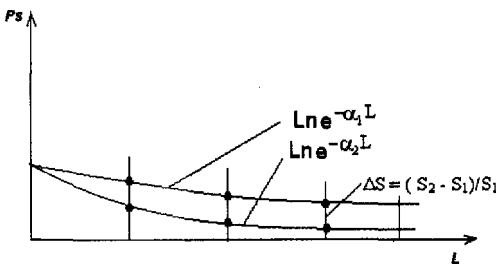


Рис. 4. Залежність відстані передавання при використанні двох лазерів  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$

де  $\alpha$  – коефіцієнт згукання лазерів.

При використанні методу формування та цифрової обробки з опорним сигналом біоптичної системи збільшується дальність передавання даних, за рахунок використання двох ідентичних підсилювачів

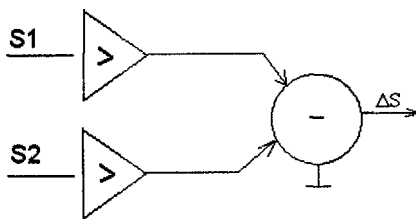


Рис. 5. Використання ідентичних підсилювачів в біоптичній системі

**Метод на основі паралельної маніпуляції біоптичних сигналів**

Перевагою даного методу є застосування кодів Галуа, що дозволяє створити нові методи маніпуляції сигналів з можливим виправленням і виявленням помилок без введення кодової надлишковості. Аналіз рис. 2.5 показує, що при передаванні байту даних (8 біт), в каналі є присутні ще 2 байти двійкових сигналів - цей флаг поясню-

ється тим, що для передавання Манчестерським кодом "1" і "0" використовуються не всі біти.

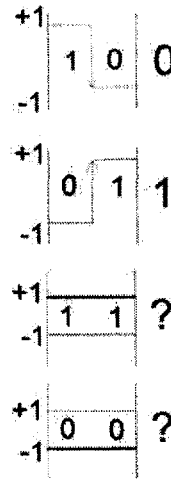


Рис. 6. Представлення кодової послідовності з використанням бітів даних

З рис. 6. видно, що дві позиції "00" і "11" в каналах зв'язку фактично не використовуються [4].

В даному методі входні біти двох нулів "00" маніпулюють бітами Галуа  $G_0^0$ , інформаційні "11" замінюють бітами Галуа  $G_1^1$ .

А інформаційний входний сигнал "01" та "10" бітами Галуа  $G_0^1$  та  $G_1^0$  по фронту наростання та спаду відповідно.

$\lambda_1$	$\lambda_2$	$G_0^0$	$G_1^0$	$G_0^1$	$G_1^1$
0	0	x			
0	1		x		
1	0			x	
1	1				x

Рис. 7. Заміна інформаційного сигналу бітами Галуа

$\lambda_1$	$\lambda_2$	$G_0^0$	$G_1^0$	$G_0^1$	$G_1^1$
0	0	—			
0	1		┌		
1	0			└	
1	1				—

Рис. 8. Формування бітів маніпульованих сигналів

Де  $G_0^0$  – формується по пороговому «0»

$G_0^1$  – по фронту наростання імпульсу

$G_1^0$  – по фронту спаду

$G_1^1$  – по пороговій «1»

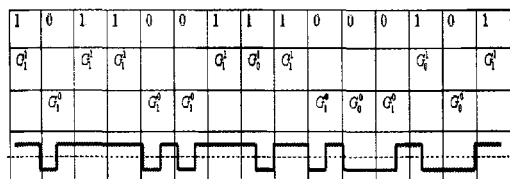


Рис. 9. Кодова послідовність маніпульованих сигналів на основі бітів Галуа

Суть даного методу кодування полягає в тому, що кожен оптичний передавач нумерує бітами Галуа відповідні потоки одиниць і нулів, завдяки цьому при виникненні помилок в каналі зв'язку є можливість виправити неправильний прийнятий сигнал. [5]

Наприклад, при неправильному розпізнаванні одиниці і заміні її нулем в приймачі одиниць виникає пропуск біта Галуа і відповідно зменшується число прийнятих елементів. Одночасно в приймачі нулів виникають надлишкові біти Галуа. Таким чином описаний метод дозволяє в реальному масштабі часу на рівні процесора приймача біоптичних сигналів виконувати операції виявлення помилок та їх виправлення.

**Програмне моделювання та дослідження біотичного методу кодування**

Моделювання роботи генераторів кодів поля Галуа. В основі генераторів кодової послідовності Галуа лежить рекурентна процедура.

$$G_{i+n} = G_i + G_{i-1}, \quad (2)$$

де  $n$  – довжина ключа коду Галуа.

Наприклад  $n=3$ , кодова послідовність Галуа описується бінарними векторами:

$$G_{i+1} = G_i + G_{i-2} (1110100)n=3$$

$$G_{i+1} = G_i + G_{i-1} (1110010)n=3$$

$$G_{i+1} = G_i + G_i$$

$$3(111101011001000)n=4$$

$$G_{i+1} = G_i + G_{i-9}$$

$$(111111111101010000000000)n=10$$

Моделювання цифрового приймача біоптичних сигналів.

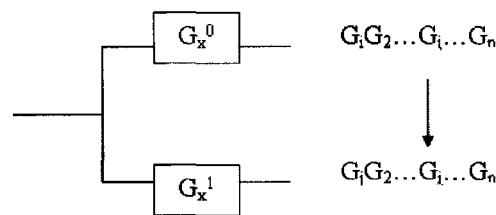


Рис. 10. Структура біоптичного приймача сигналів

Даний приймач характеризується високим рівнем завадозахищеності та можливістю виявлення та виправлення кожного біта.

Можливість виявлення помилок, при запропонованому методі кодування інформаційного повідомлення може бути реалізована на приймальному кінці каналів зв'язку, яка реалізується на біт-орієнтований нумерації послідовності нулів, які передаються кодовою послідовністю Галуа. В випадку, якщо код "1" в даних прийнято неправильно і замість "1" декодер формує нуль, це означає, що в середовищі даних міститься дев'ять нулів (в той же час код "00" в кінці передачі містить 8 нулів). Тобто, при появі будь-якого числа помилок в переданих даних, кінцевий код Галуа нулів не буде відповідати числу прийнятих, що дозволяє виявити помилку.

1	2	3	4	5	6	7	8	...												
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	...	
1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	...
1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	...

Рис. 11. Метод виявлення помилки в кодовій послідовності

**Висновки**

Запропоновані методи забезпечують відсутність впливу мультиплікативних завад в каналі зв'язку, що в свою чергу забезпечує дальність передавання даних в оптичних каналах. Проведені дослідження методики сигнального кодування даних на основі коду Галуа в оптичних сигналах у відкритих лініях зв'язку показують, що можливості оптимізації та покращення ефективнішого методу передачі даних можуть бути ефективно реалізовані на основі безнадлишкового ко-

дування даних, при використанні сучасних методів цифрової обробки сигналів.

### **Список літератури**

1. *Садихов Р.Х., Чеголин П.М.* Методи и средства обработки сигналов в дискретных базисах. Мн.: Наука и техника, 1987. – 296 с.

2. *Зюко А.Г., Фалько А.И.* Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации. М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.

3. *Николайчук Я.М., Корол Р.І.* Вертикальна інформаційна технологія в базисі Галуа – Новий напрямок в розвитку комп'ютерних машин. Матеріали симпозиума: Сучасні проблеми в комп'ютерних науках. (CCU- 2000 ). Львів. – С. 36 – 38.

4. *Петришин Л.Б.* Теоретичні основи перетворення форми та цифрової обробки інформації в базисі Галуа: Навч. посібник. – Київ: ІЗІМН МОУ 1997. – 237 с.

5. *Гринчишин Т.М.* Кодування даних в комп'ютерних розподілених системах з відкритими оптичними каналами зв'язку. – Вісник Хмельницького національного університету №2 2007. Т1: Комп'ютерні системи в автоматизації виробничих процесів. Хмельницький. – С. 74 – 77.

6. *Гринчишин Т.М.* Процесори формування та цифрової обробки даних в оптичних системах з мультиплікативними завадами. Матеріали симпозиума: Сучасні комп'ютерні системи та мережі. (ACSN-2007). Львів. – С. 158 – 160.