

Гринчишин Тарас Михайлович

канд. техн. наук, доцент, голова циклової комісії
Надвірнянський коледж НТУ, м. Надвірна, Україна

МЕТОДИ БЕЗНАДЛИШКОВОГО СИГНАЛЬНОГО КОДУВАННЯ НА ОСНОВІ КОДІВ ГАЛУА

В сучасних інформаційних системах для передавання даних найширшого застосування отримали методи імпульсної, а в окремих випадках потенціальної маніпуляції [1].

Імпульсні методи маніпуляції сигналів найчастіше використовують на низових рівнях комп'ютерних мереж, в цифровій телефонії, а також комп'ютерних системах з оптичними каналами. Оскільки дані методи використовують обмежену частину енергії на інтервалі тривалості сигналу, а також потребують широкої смуги частот в каналі зв'язку, ефективність їх недостатньо висока [2].

Надлишковість існуючих протоколів різко зростає при малих об'ємах даних, які передаються, що характерно тільки для низових рівнів комп'ютерних мереж. Тому їх застосування в комп'ютерних системах є недостатньо ефективне і потребує вдосконалення як в теоретичному, так і в практичному планах [4].

Поняття безнадлишкового сигнального кодування базується на принципі створення кодів з можливістю виявлення та виправлення помилок, які не призводять до збільшення числа сигналів при передаванні біт-орієнтованих потоків даних [5].

Суть методів безнадлишкового сигнального кодування з можливістю виявлення та виправлення помилок полягає в тому, що при формуванні такого класу кодів використовується до п'яти сигнальних ознак наступного типу:

- фронт наростання $\underline{\quad}\uparrow\overline{\quad}$ (\wedge);
- фронт спаду $\overline{\quad}\downarrow\underline{\quad}$ (\vee);
- додатній потенціал $|\underline{\quad}|$ (+);
- від'ємний потенціал $|\overline{\quad}|$ (-);
- нульовий потенціал $|\underline{\quad}|$ (S);

Зауважимо, що всі ці ознаки різними способами використовуються в стандартних потенціальних методах маніпуляції, причому послідовність бітів даних додатково модулюється кодом поля Галуа.

Запропоновано чотири можливих способи формування такого класу кодів [2, 3]: позиційно-сигнальний код (ПСК); несиметричний рекурент-

ний сигнальний код (НРСК); рекурентний симетричний сигнальний код (РССК); квазі-символьний сигнальний код (КССК) [4].

N_p	код даних	start		G_1	G_1	G_0	G_0	stop			Кодове представлення даних
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0	0000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	--- ++ -- +++
1	0001	—	—	—	—	—	↓	—	—	—	--- ++ -v +++
2	0010	—	—	—	—	↓	—	—	—	—	--- ++ v- +++
3	0011	—	—	—	—	↓	↓	—	—	—	--- ++ vv +++
4	0100	—	—	—	↑	—	—	—	—	—	--- +^ -- +++
5	0101	—	—	—	↑	—	↓	—	—	—	--- +^ -v +++
6	0110	—	—	—	↑	↓	—	—	—	—	--- +^ v- +++
7	0111	—	—	—	↑	↓	↓	—	—	—	--- +^ vv +++
8	1000	—	—	—	↑	—	—	—	—	—	--- ^+ -- +++
9	1001	—	—	—	↑	—	↓	—	—	—	--- ^+ -v +++
10	1010	—	—	—	↑	↓	—	—	—	—	--- ^+ v- +++
11	1011	—	—	—	↑	↓	↓	—	—	—	--- ^+ vv +++
12	1100	—	—	—	↑	↑	—	—	—	—	--- ^^ -- +++
13	1101	—	—	—	↑	↑	↓	—	—	—	--- ^^ -v +++
14	1110	—	—	—	↑	↑	↓	—	—	—	--- ^^ v- +++
15	1111	—	—	—	↑	↑	↓	↓	—	—	--- ^^ vv +++

Рис. 1. Коректуючі властивості ПСК

Функціональним обмеженням є відсутність можливості визначення числа нулів та одиниць в блоці даних.

Принцип формування НРСК полягає в тому, що послідовність нулів, які передаються в пакеті даних, нумерується рекурентним кодом Галуа G_2^k (рис. 2).

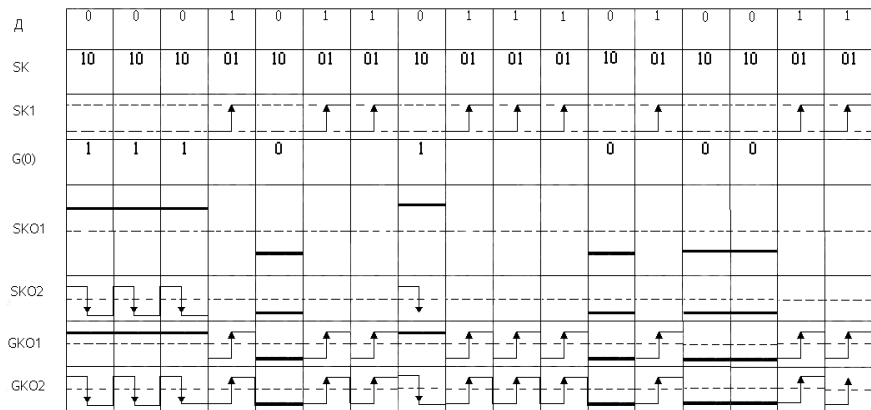


Рис. 2. Реалізація методу сигнального кодування даних методом НРСК

Функціональним обмеженням такого коду є відсутність можливості визначення загального числа нулів в блоці даних.

Функціонал, який характеризує формування ПСК (позиційного сигнального коду), описується виразом: $S_x = F(OI, G, M, МП)$, де G – генератор коду поля Галуа, який формує послідовність $2n$ -бітів для маніпуляції бітів даних та формування ПСК; M – модулятор, який реалізує формування маніпульованих сигналів, ознак ПСК, $МП$ – мультиплексом, Φ – формувач відповідного маніпульованого сигналу (рис. 3).

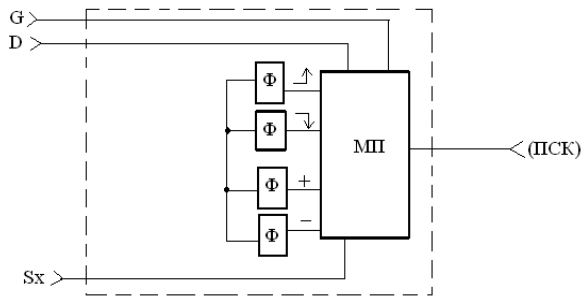


Рис. 3. Функціональна структура модулятора ПСК

Функціонал, згідно якого формується НРСК має вигляд: $S_x = F(OI, ЛМ, G_0, МП)$, де OI – оптичний інтерфейс, $ЛМ$ – логічний модуль; G_0 – генератор Галуа сигнальної маніпуляції нульових бітів даних.

Функціональна структура спецпроцесора формування НРСК показана на рис. 4.

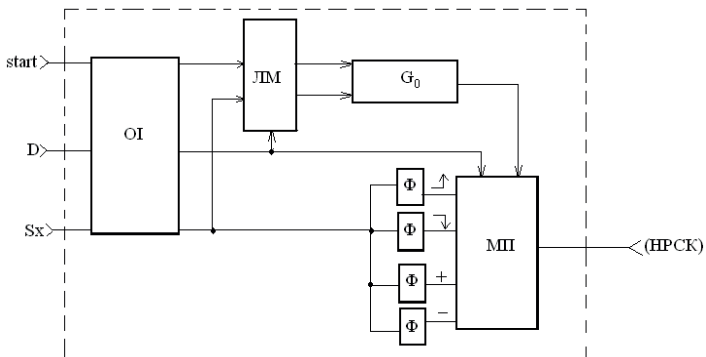


Рис. 4. Функціональна структура спец процесора формування НРСК

В даному спецпроцесорі логічний модуль виконує функції синхронізації стартового запуску генератора Галуа, згідно бітів нулів в потоці даних "D". При цьому одиничні біти потоку даних без додаткового опрацювання через мультиплексор поступають на вихід спецпроцесора, а біти нулів додатково маніпулюються бітами генератора Галуа.

На основі аналізу методів маніпуляції сигнальних просторів та ґретико-числових базисів запропоновані нові методи безнадлишкового сигнального кодування біт-орієнтованих інформаційних потоків з використанням кодів поля Галуа, які забезпечують можливість, без введення надлишкової інформації потоків даних, що передаються в оптичному каналі, виявити та коректувати однократні помилки.

Виконана формалізація функціональних структур модулів процесорів формування безнадлишвих кодів, а також розроблені структури спецпроцесорів та їх компонентів, які виконують формування бісигнальних коректуючих кодів Галуа та реалізовано їх алгоритмічне моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Grynchyshyn T. Methods of Digital Processing of Optical Signals Based on the Randomization Procedure // Матеріали міжнародної конференції CADSM'2005. – Львів-Поляна, 2005. – С. 140-142.
2. Касами Т. и др. Теория кодирования. – М.: Мир, 1978. – 500 с.
3. Grynchyshyn T. Software Simulation of Digital Treatment of Signals in Computer Networks with the Opened Optical Channel // Матеріали міжнародної конференції TCSET'2006. – Львів-Славське, 2006. – С. 412-413.
4. Николайчук Я.М. Методи стиснення даних в багатоканальних системах на основі кодів Галуа / Николайчук Я.М., Яцків Н.Г. // Вісник національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації. – Львів. – 2002. – № 443. – С.135–138.
5. John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, Introduction to Digital Signal Processing, MacMillan, 1998.