



МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСОРІВ ФОРМУВАННЯ ТА ЦИФРОВОГО ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ З ВІДКРИТИМИ ОПТИЧНИМИ КАНАЛАМИ

Тарас Гринчишин, Ярослав Николаичук

Відкритий міжнародний університет розвитку людини "Україна", Івано-Франківська філія,
вул.Набережна 42а, м. Івано-Франківськ, 76000 Україна
e-mail: gtarasm@rambler.ru

Резюме: У даній статті запропонована нова методика безнадлишкового сигнального кодування біт-орієнтованих інформаційних потоків з використанням кодів поля Галуа, яка значно оптимізує і покращує відомі методи цифрового опрацювання даних з виявленням та виправленням помилок, та ефективно реалізується на основі запропонованих структур спецпроцесорів цифрового оброблення сигналів.

Ключові слова: безнадлишкове кодування, спецпроцесор, коректуючий код, програмний модуль, алгоритм.

SIMULATIONS OF PROCESSORS FOR FORMING AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN COMPUTER SYSTEMS WITH OPEN OPTICAL CHANNELS

Taras Grynchyshyn, Yaroslav Nykolaychuk

An open international university of development of human is "Ukraine", Ivano-Frankivsk branch,
Nabereghna str. 42a, Ivano-Frankivsk, 76000 Ukraine
e-mail: gtarasm@rambler.ru

Abstract: In this article new methodology of unsurplus signals code of bit-oriented informative streams is offered with the use of codes of the field of Galois, that considerably optimizes and improves the known methods of the digital working of data with an exposure and correction of errors, and effectively realized on the basis of the offered structures of the special processors of digital treatment of signals.

Keywords: unsurplus code, special processor, correcting code, programmatic module, algorithm.

ВСТУП

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].

Потенціальні методи характеризуються підвищеною енергією сигналів, що передаються, та бувають двох типів: без самосинхронізації і з самосинхронізацією. Для виявлення помилок при передаванні сигналу використовують стандартні методи на основі рекурентних надлишкових коректуючих кодів типу HDLC, NR-IL, KT-1 [3].

В загальному випадку надлишковість даних, які передаються згідно стандартного протоколу, можна оцінити у вигляді коефіцієнта надлишковості як відношення об'єму даних, що передаються, до об'єму вхідних даних, які підлягають передачі, згідно аналітичного виразу:

$$K_n = V_k / V_x, \quad (1)$$

де V_k – об'єм даних, що передаються, V_x – об'єм вхідних даних.

$$V_k = V_c + V_x, \quad (2)$$

$$V_c = V_\Phi + V_A + V_Y + V_{kk} + V_B \quad (3)$$

V_c – об'єм службових даних;

$V_\Phi, V_A, V_Y, V_{kk}, V_B$ – відповідні об'єми: кодів флага, адреса станцій, типу фрейму, коректуючого коду, символів біт-стаффінга.

З метою оцінки надлишковості існуючих протоколів типу HDLC, HP-IL, КТ-1 проаналізовані структури фреймів, які формалізовані на основі аналітичних виразів:

$$K_n(\text{HDLC}) = (V_\Phi + V_A + V_Y + V_{kk} + 2^b + 2^k \cdot 8) / 2^k \cdot 8;$$

$$K_n(\text{HP-IL}) = (3 + 2^k \cdot 8 + V_{kk}) / K_{\text{ФС}} \cdot 2^k \cdot 8;$$

$$K_n(\text{КТ-1}) = (4 + 2^k \cdot 8 + V_{kk}) / K_{\text{ФС}} \cdot 2^k \cdot 8.$$

$$K_{\text{ФС}}(\text{HDLC}) = 0.5; K_{\text{ФС}}(\text{HP-IL}) = 0.3; K_{\text{ФС}}(\text{КТ-1}) = 1.$$

де K_n – коефіцієнта надлишковості, $K_{\text{ФС}}$ – коефіцієнт форми сигналу.

В результаті отримано графік надлишковості передавання даних існуючими методами (рис.1).

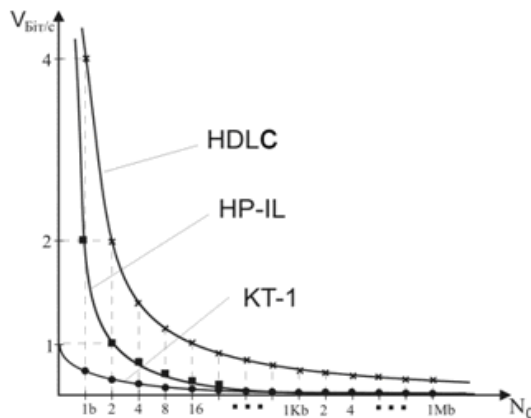


Рис. 1 – Надлишковість передавання даних протоколами HDLC, HP-IL, КТ-1.

Аналіз рис.1 показує, що 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 ефективно і потребує вдосконалення як в теоретичному, так і в практичному планах [4].

МЕТОДИ БЕЗНАДЛИШКОВОГО СИГНАЛЬНОГО КОДУВАННЯ НА ОСНОВІ КОДІВ ГАЛУА

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 [5-7].

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 \uparrow (\wedge); фронт спаду \downarrow (\vee); додатній потенціал $\text{—}|(+)$; від'ємний потенціал $\text{—}|(-)$; нульовий потенціал $\text{—}|(S)$.

Запропоновано чотири можливих способи формування такого класу кодів [2,3]: позиційно сигнальний код (ПСК); несиметричний рекурентний сигнальний код (НРСК); рекурентний симетричний сигнальний код (РССК); квазі-символьний сигнальний код (КССК) [8].

Метод формування позиційно-сигнального коду (ПСК) полягає в наступному представленні сигнальних та кодових послідовностей:

$$G_0^1 \Rightarrow \text{"+"}; G_0^0 \Rightarrow \text{"-"}; G_1^1 \Rightarrow \text{"\wedge"}; G_1^0 \Rightarrow \text{"\vee"}.$$

Біт "нуль", який на сигнальному рівні кодується в Галуа одиницю, представляється сигналом +1 і відповідним символом "+" в кодовому вигляді. Біт "нуль", який кодується в Галуа нулем, на сигнальному рівні, представлено потенціалом -1, а в кодовому вигляді відповідним символом "-". Біт "одиниця", яка кодується в Галуа одиницю, представляється фронтом наростання на сигнальному рівні або символом \wedge . Біт "одиниця", яка кодується в Галуа символом нуль, представляється фронтом спаду на сигнальному рівні або символом \vee в кодовому вигляді.

На рис.2 представлена символіка розрядно-позиційного сигнального коду Галуа для півбайтових потоків даних, що відповідає потоку цифр.

1	1	1	1	0	0	0	0
G1	G1	G0	G0	G1	G1	G0	G0
↑	↑	↓	↓	+1	+1	-1	-1
∧	∧	∨	∨	+	+	-	-

Рис. 2 – Представлення кодів ПСК на сигнальному рівні

Позитивною характеристикою ПСК є можливість виявлення та в окремих випадках виправлення помилок типу "стирання" та "вставок" бітів, які можуть виникати під впливом мультиплікативних завад (див. табл.1).

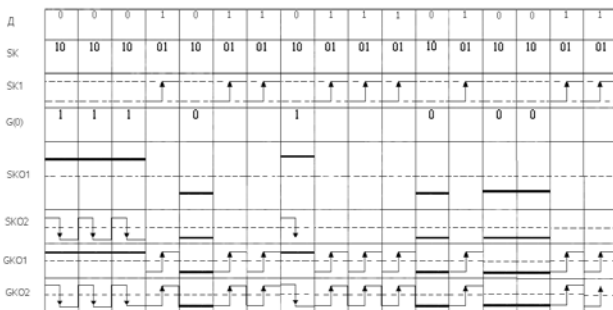
Таблиця 1. Коректуючі властивості ПСК

N_n	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					↓		--- +Λ -- +++
5	0101			↑		↓		--- +Λ -v +++
6	0110			↑		↓		--- +Λ v- +++
7	0111			↑		↓		--- +Λ vv +++
8	1000		↑					--- Λ+ -- +++
9	1001		↑			↓		--- Λ+ -v +++
10	1010		↑			↓		--- Λ+ v- +++
11	1011		↑			↓		--- Λ+ vv +++
12	1100		↑	↑				--- ΛΛ -- +++
13	1101		↑	↑		↓		--- ΛΛ -v +++
14	1110		↑	↑		↓		--- ΛΛ v- +++
15	1111		↑	↑		↓		--- ΛΛ vv +++

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 . Причому біт Галуа "1" передається фронтом спаду, тобто маніпуляційним сигналом "10", а нулі бітів Галуа передаються сигналом "00". Для передавання одиниць використовується фронт наростання. В результаті такого способу формування сигналів виникає можливість виявлення помилок при передаванні даних, на базі рекурентних властивостей коду Галуа (див. табл.2).

Таблиця 2. Реалізація методу сигнального кодування даних, з використанням кодової послідовності Галуа G_2^3 методом НРСК



В табл.2 введені наступні позначення:

D- дані, які передаються; SK – сигнальний код каналу зв'язку (Манчестерський код); SK1– сигнальний код передавання "1" в каналах зв'язку; G(0) – код Галуа, який нумерує нулі; SK01 – сигнальний код нулів, коли біт- Галуа "1" передає кодом "11", а біт-Галуа "0" передає кодом "00"; SK02 – сигнальний код нулів, коли біт-Галуа "1" передає "10", а "0" —> "00"; GK01 – сигнальні коди маніпуляції, в яких нулі нумеруються кодом Галуа; GK02 – сигнальні коди маніпуляції, в яких нулі нумеруються кодом Галуа по фронту спаду.

Сигнальний код GK02, внаслідок використання сигналів фронту спаду для одиничних бітів коду Галуа, забезпечує кращу

бітову синхронізацію по відношенню до сигнального коду GK01, в якому використовуються тільки потенціальні сигнали.

Функціональним обмеженням такого коду є відсутність можливості визначення загального числа нулів в блоці даних, оскільки модуляційний код Галуа повторюється багато разів. Крім того, викладений принцип сигнального кодування даних в базисі Галуа, як видно з табл.2, характеризується функціональним обмеженням, який полягає в тому, що при повторенні нулів і їх кодуванні в базисі Галуа потенціальними сигналами "-1" відсутня бітова синхронізація.

Модифікацією НРСК є використання коду Галуа для одночасного симетричного сигнального формування нулів і одиниць потоку даних, при чому об'єм коду Галуа відповідає об'єму даних, що передаються (РССК).

В табл.3 показані приклади формування сигналів даної модифікації РССК, при G_2^4 , де сигнали +1 та -1 нульових позицій коду Галуа формуються згідно нульових позицій коду Галуа.

Таблиця 3. Формування сигналів модифікованим РССК, при G_2^4

		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	G_2^4	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	SK	↘	↘	↘	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘
	CK	∨	∨	∨	∨	+	∨	+	∨	+	∨	+	∨	+	∨	+	∨
2	D	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
	$1G_2^4$	1	1	1	1					0	1	0			1	1	
	SK1	↘	↘	↘	↘					—	↘	—			↘	—	
3	D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	G_2^4	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
	SK	↘	↘	↘	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘	—	↘
	CK	∧	∧	∧	∧	—	∧	—	∧	—	∧	—	∧	—	∧	—	∧

В табл.3 SK і CK – відповідно сигнальні і символні коди.

З табл.3 видно, що в блоці даних об'ємом $N=2^4$ завершення послідовності нулів відповідає коду Галуа 1010 і завершується символами ∨+ ∨+, тобто $N=7$, згідно G_2^4 . А завершення послідовності одиниць в коді Галуа відповідає символам ∧- ∧ ∧, тобто коду Галуа 1011, $N=9$.

Функціональним обмеженням даного методу формування сигнального коду є недостатньо ефективна символна (бітова) синхронізація при повторенні потенціальних сигналів +1 або -1.

Таким чином, РССК забезпечує ефективне симетричне кодування у вигляді кодів Галуа послідовності нулів і одиниць блоку даних з однозначним визначенням їх числа $N_0 + N_1 = N$, яке може бути використане для виявлення та

виправлення помилок після передавання даних в комп'ютерних системах.

Метод формування безнадлишкових квазисимвольних сигнальних кодів (КССК) полягає в тому, що будь-яка з п'яти ознак сигналу може бути використана в якості синхросигналу (S), який використовується при повторенні однієї з інших ознак сигналів, тому даний метод маніпуляції належить до класу квазисигнальних.

Даний спосіб маніпуляції відповідає числу сигнальних ознак $N=2^k + 1$, де $k=2$, а $S=0$ потенціал "—", причому потенціал нуль використовується для виключення повторень інших сигналів, що забезпечує якісну символію синхронізацію на основі сигнальних просторів.

Наприклад, для байт-орієнтованих блоків даних ($M=2^3 = 8$ біт) можна вибрати код Галуа 1100 з двохбітовим ключем (див. табл.4), або код Галуа 1110100 з трьохбітовим ключем.

Тоді отримаємо наступні послідовності симетричного СК, згідно табл.4, для ансамблю потенціальних сигналів.

Таблиця 4. Симетричний квазисимвольний рекурентний код (КССК)

	Код Галуа	start	x								stop
			0	0	0	0	1	1	1	1	
A	1110100	vvv	+	S	+	-	Λ	S	Λ	v	ΛΛΛ
			1	0	0	1	1	1	0	1	ΛΛΛ
B	1110100	vvv	Λ	+	S	Λ	Λ	v	+	Λ	ΛΛΛ
			1	1	1	1	1	1	1	1	ΛΛΛ
C	1110100	vvv	Λ	Λ	Λ	v	Λ	v	v	Λ	ΛΛΛ
			Λ	Λ	Λ	v	Λ	v	v	Λ	ΛΛΛ

2. СТРУКТУРА СПЕЦПРОЦЕСОРІВ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛЬНИХ КОРЕКТУЮЧИ КОДІВ

В загальному випадку функціональна структура спецпроцесора формування потоку даних та організація сигнальних коректуючих кодів описується конвеєрним функціоналом:

$$S_x = F(OI, SP, OB),$$

де OI – оптичний інтерфейс, який реалізує гальванічну розв'язку комп'ютера або комунікаційного процесора цифрової станції, формує три біт-орієнтовані потоки інформації у вигляді сигналів: синхронізації (SX); "start"; дані стандартного фрейму комп'ютерної мережі "D"; СП – спецпроцесор; OB – оптичний випромінювач.

Функціональні структури модуля OI та генератора Галуа показано на рис.3.

Базові структури спецпроцесорів формування сигнальних коректуючих кодів описується наступними функціоналами з конвеєрним виконанням операцій:

Функціонал, який характеризує формування ПСК (позиційного сигнального коду), описується

виразом: $S_x = F(OI, G, M, MP)$,

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 – мультиплексор (див. рис.4).

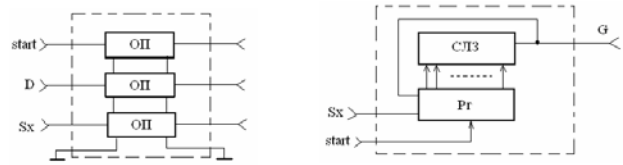


Рис. 3 – Функціональна структура модуля оптичного інтерфейсу: ОП-оптрон; функціональна структура модуля генератора Галуа: СЛЗ-схема логічних зв'язків, Pr-регістр

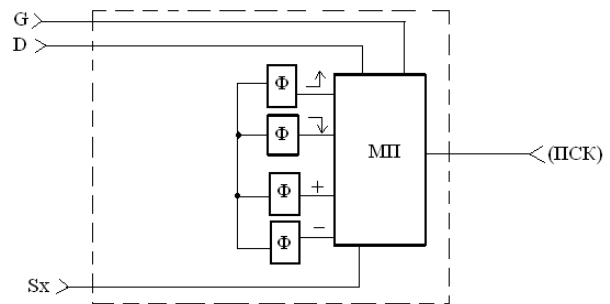


Рис. 4 – Функціональна структура модулятора ПСК: Ф-формуваць відповідного маніпульованого сигналу

Функціонал, згідно якого формується НРСК має вигляд: $S_x = F(OI, LM, G_0, MP)$,

де LM – логічний модуль; G_0 – генератор Галуа сигнальної маніпуляції нульових бітів даних.

Функціональна структура спецпроцесора формування НРСК показана на рис.5.

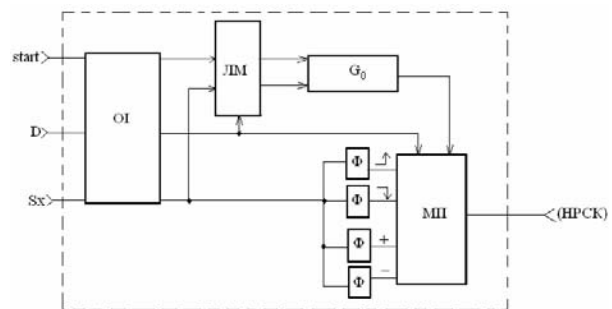


Рис. 5 – Функціональна структура спецпроцесора формування НРСК: LM-логічний модуль

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.

Функціонал, згідно якого реалізується формування конвеєрним способом РССК має вигляд: $S_X = F(OI, G_0, G_1, ЛМ, МП)$, де G_0, G_1 – відповідно генератори Галуа маніпульованих даних “0” та “1”.

Функціональна структура спецпроцесора показана на рис.6.

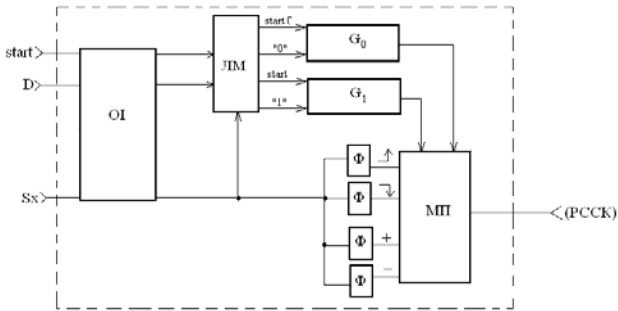


Рис. 6 – Функціональна структура спецпроцесора формування РССК

Особливістю структури даного спецпроцесора є симетричне формування Галуа ознак бітів даних. Причому стартування генератора Галуа G_0 та G_1 відбувається згідно появи першого біта нуля або одиниці в потоці даних.

Функціонал, згідно якого реалізується формування КССК має вигляд:

$$S_X = F(OI, G_0, G_1, ЛМ, S, ЦА, МП),$$

де S – формувач квазісимвольної ознаки бітової синхронізації ССК; ЦА – цифровий автомат, що аналізує два поточних біти нульових даних і формує квазісимвольні сигнали “S”.

На рис.7. представлено функціональну схему генератора Галуа КССК.

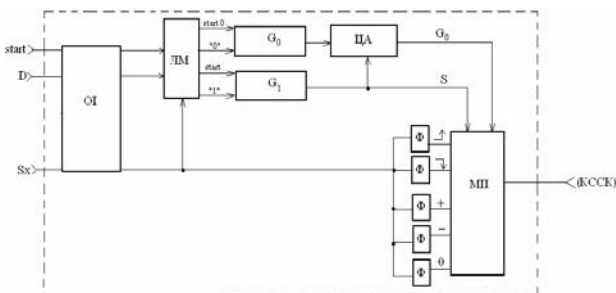


Рис. 7 – Функціональна структура спецпроцесора формування КССК

Оптичні випромінювачі бісигнального оптичного інформаційного каналу передавання даних показано на рис.8.

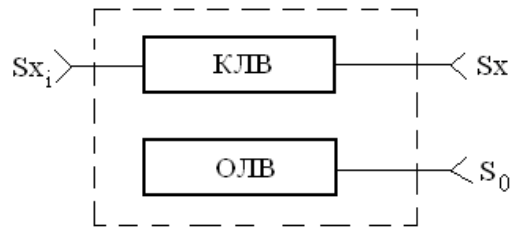


Рис. 8 – Функціональна структура модуля оптичних випромінювачів: КЛВ – керований лазерний випромінювач, ОЛВ – опорний лазерний випромінювач

3. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЦИФРОВИХ ПРИЙМАЧІВ ЗАПРОПОНОВАНИХ СИГНАЛЬНИХ КОРЕКТУЮЧИХ КОДІВ

На рис.9 показана блок-схема програмного модуля циклу перевірки наявності n-бітової послідовності стартових сигналів.

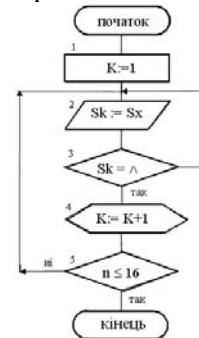


Рис. 9 – Алгоритм роботи програмного модуля стартових сигналів “start”

Даний алгоритм включає в себе наступні блоки:

1. Початкові параметри циклу перевірки n-бітової послідовності start сигналів;
2. Ввід сигналу S_x для аналізу;
3. Перевірка наявності в потоці даних сигналу, який не відповідає стартовим сигналам;
4. Організація циклу.

Аналогічно реалізується програмний модуль перевірки наявності сигналів блокової синхронізації “stop”, який може бути присутній в окремих випадках або може бути опущений в інформаційних каналах з низьким рівнем завад, що дозволяє зменшити надлишковість об’єму даних.

Алгоритм оброблення сигналів, які формуються інформаційним потоком у вигляді ПСК, описується роботою наступних програмних модулів, згідно блок-схеми (рис.10):

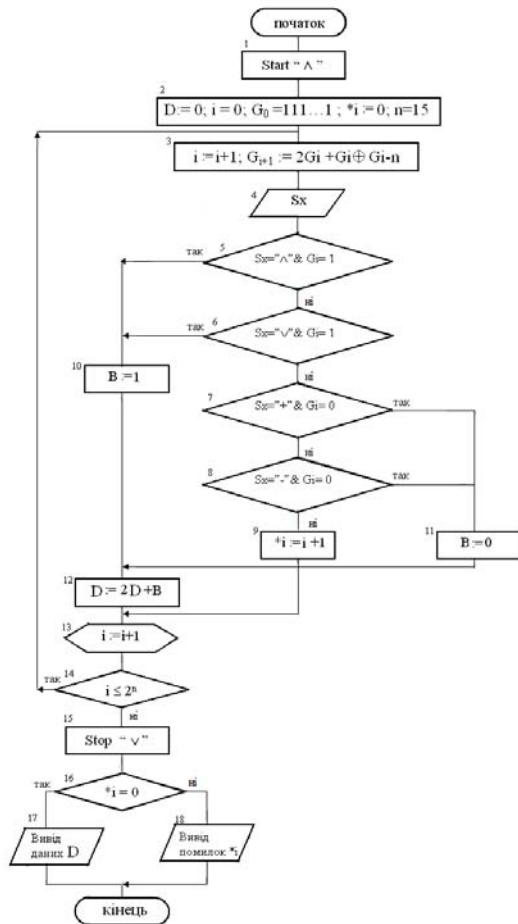


Рис. 10 – Алгоритм роботи програмних модулів ПСК.

1. Перевірка послідовності сигналів “start”, яка представлена на рис. 8.
2. В даному програмному модулі вводяться стартові характеристики даних D; регістра стартової позиції генератора Галуа G_0 та лічильника помилок $*_i = 0$.
3. Описує алгоритм генерування коду поля Галуа, який використовується для перевірки правильності інформаційного потоку даних, що представляється сигналами Sx.
4. Ввід поточного сигналу Sx.
- 5-6, 10. Перевірка правильності приймання та формування бітів даних одиниці.
- 7-8, 11. Перевірка правильності приймання бітів даних нулів.
9. Реєстрація числа помилок $*_i$.
12. Реєстрація та формування пакету даних.
- 13-14. Цикл перевірки об'єму даних.
15. Перевірка послідовності сигналів “stop”.
16. Перевірка на наявність помилки
- 17-18. Вивід даних та вивід помилок.

Алгоритм оброблення сигналів, які формуються інформаційним потоком у вигляді НРСК представлено на рис. 11.

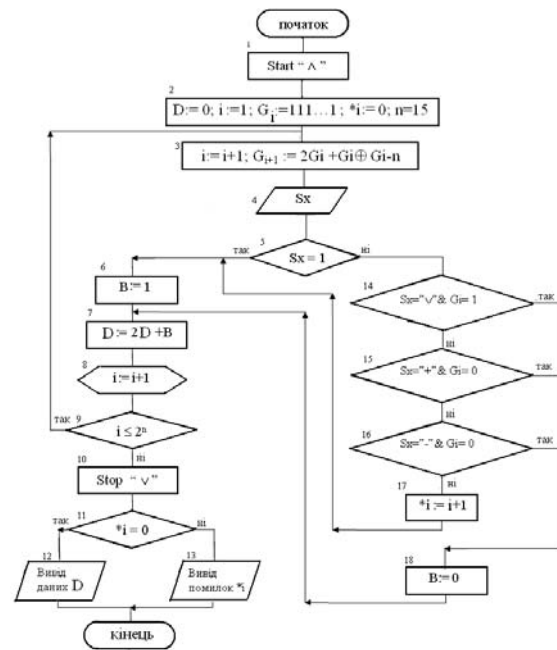


Рис.11 – Алгоритм роботи програмних модулів НРСК

Робота наступних програмних модулів описується наступним чином:

- 1-4. Аналогічні алгоритму на рис.10.
- 5-6. Перевірка наявності сигналу фронту наростання $Sx = “^”$, і формування біту даних одиниці.
- 7-13. Аналогічні алгоритму на рис.10.
- 14-16. Перевірка приймання правильних сигналів, які кодують нуль потоку даних.
17. Реєстр помилок.
18. Формування біту даних нуль.

Алгоритм оброблення сигналів, які формуються інформаційним потоком у вигляді РССК, описується наступними програмними модулями, згідно блок-схеми (рис.12):

1. Перевірка послідовності сигналів “start”.
2. В даному програмному модулі вводяться стартові характеристики даних D; регістра стартової позиції генератора Галуа G_0 та лічильника помилок $*_i = 0$.
3. Ввід сигналу Sx.
4. Перевірка правильності приймання та формування бітів даних одиниці по фронтах спаду або наростання.
5. Генерування коду поля Галуа, який використовується для перевірки правильності інформаційного потоку даних, що представляється сигналами Sx.
- 6-8. Формування біта одиниці.
9. Підрахунок відповідного числа одиниць N_1 .
10. Перевірка правильності приймання та формування бітів даних нуля по верхніх та нижніх потенціалах.
11. Генерування коду поля Галуа, який використовується для перевірки правильності

інформаційного потоку даних, що представляється сигналами Sx .

- 12-14. Формування біта нуля.
- 15. Підрахунок відповідного числа нулів N_0 .
- 16. Формування та реєстрація потоку даних.
- 17-18. Цикл перевірки об'єму даних.
- 19. Перевірка послідовності сигналів "stop".
- 20. Перевірка комплектності прийнятого пакету даних.
- 21. Перевірка на наявність помилки в сигналах "stop".
- 22-23. Вивід даних та вивід помилок.

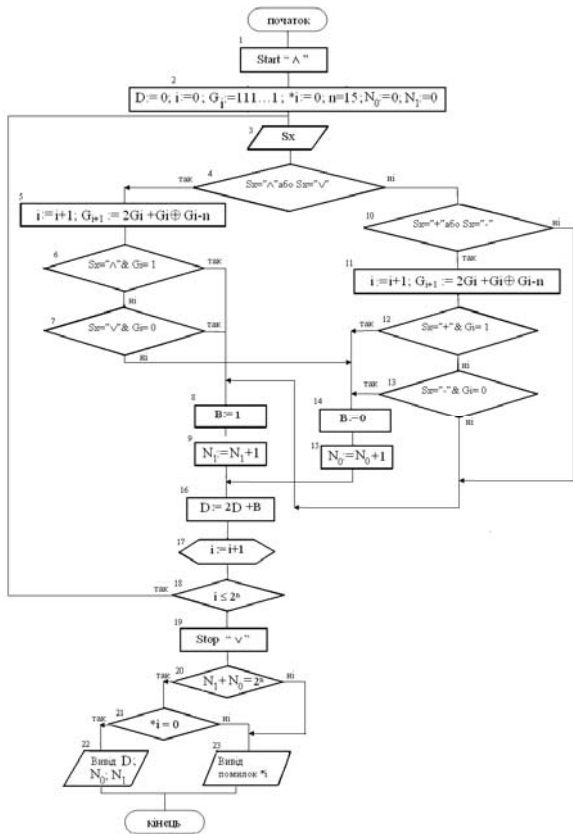


Рис.12 – Алгоритм роботи програмних модулів РССК

Алгоритм роботи програмних модулів методу КССК (рис.13) такий, як і в РССК, з відмінністю в тім, що відбувається додаткова перевірка на наявність повторення символів.

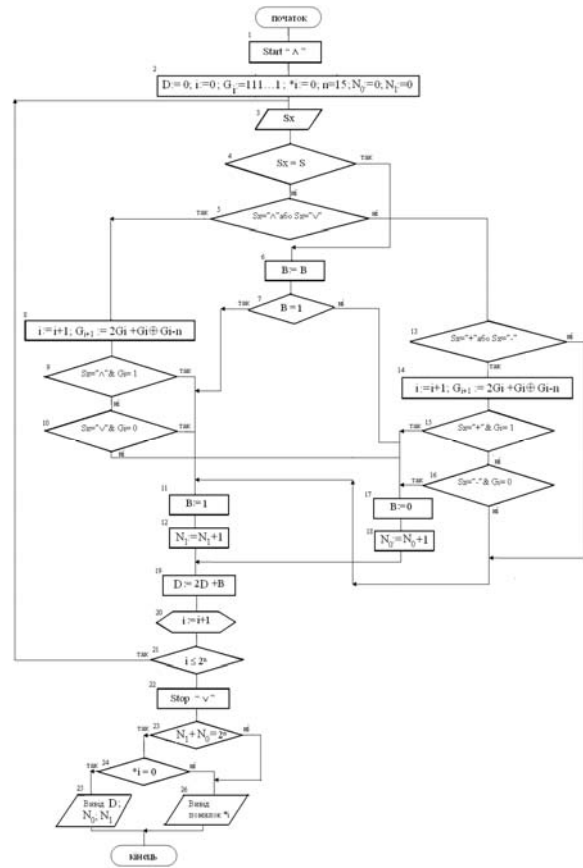


Рис.13 – Алгоритм роботи програмних модулів КССК

У блоці 4 відбувається перевірка наявності вхідного сигналу "S" (синхро), при цьому в операторі 5 присвоюється значення попереднього біту даних. Сигнал "S" кодує повтор попереднього біту даних незалежно від біту Галуа.

Оператори 6,7,12,18 – виконують формування відповідних прийнятих бітів даних та підрахунок відповідного числа одиниць N_1 та числа нулів N_0 .

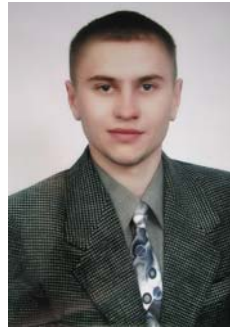
4. ВИСНОВКИ

На основі аналізу методів маніпуляції сигнальних просторів та теоретико-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 безнадлишкових кодів, а також розроблені структури спецпроцесорів та їх компонентів, які виконують формування сигнальних коректуючих кодів Галуа та реалізовано їх алгоритмічне моделювання.

5. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Grynchyshyn T, Methods of digital processing of optical signals based on the randomization procedure, *Proceedings of International Conference CADSM'2005*, Lviv-Polyana, (2005), pp. 140-142.
- [2] Nykolaychuk Y. M., Methodology of forming, transmission and processing of discrete data, *Proceedings of VI All-Union School-Seminar POI'67*, Lviv, FMI, 1967, pp. 127-129. (in Russian)
- [3] Kasami T., *Theory of Encoding*, Moscow, Mir, 1978, 500 p. (in Russian)
- [4] Grynchyshyn T, Software simulation of digital treatment of signals in computer networks with the opened optical channel, *Proceedings of International Conference TCSET'2006*, Lviv-Slavske, (2006), pp. 412-413.
- [5] Nykolaychuk Y. M., Yatskiv N. G., Methods of compression of data are in the multichannel systems on the basis of codes of Galois, *Announcer of National University "Lviv Politechnical"*, *Radio electronics and telecommunications*, Lviv, (443) (2002), pp 135-138. (in Ukrainian)
- [6] John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, *Introduction to Digital Signal Processing*, MacMillan, 1998.
- [7] Clark J., *Encoding with the Correction of Errors in Digital Communication Networks*, Harkiv, Radio and Connection, 1987, 468 p. (in Russian)
- [8] Grynchyshyn T. M., Code of data in the computer distributed systems with an open optical communication channel on the basis of recurrent GK-codes, *Announcer of the Technological university of Podillya, Khmelnytskyi*, (1) 2 (2007), pp.74-77. (in Ukrainian)



Тарас Гринчишин, закінчив Івано-Франківський Національний університет нафти і газу за спеціальністю "системи управління та автоматики" у 2002 році. К.т.н за спеціальністю "комп'ютерні системи та компоненти" 2010 р. Доцент кафедри інформаційних технологій та програмування "Відкритого міжнародного університету розвитку людини "Україна", Івано-Франківська філія, м.Івано-Франківськ, Україна.
Наукові інтереси: методи кодування даних, спеціалізовані комп'ютерні системи.



Ярослав Николайчук, д.т.н, професор, закінчив Івано-Франківський Національний університет нафти і газу. Спеціаліст (1967) – електрифікація та автоматизація видобутку, транспортування та зберігання нафти і газу, Львівський політехнічний інститут, к.т.н. (1980) – елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування, д.т.н. (1989) – елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування, директор Карпатського державного центру інформаційних засобів і технологій Національної академії наук України (1994), дійсний член Української академії національного прогресу (1995), завідувач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем (1999) Тернопільського Національного університету, професор кафедри інформаційних технологій та програмування "Відкритого міжнародного університету розвитку людини "Україна", Івано-Франківська філія, м.Івано-Франківськ.
Наукові інтереси: спеціалізовані комп'ютерні системи, системи передавання даних, низові обчислювальні мережі.



SIMULATIONS OF PROCESSORS FOR FORMING AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN COMPUTER SYSTEMS WITH OPEN OPTICAL CHANNELS

Taras Grynchyshyn, Yaroslav Nykolaychuk

An open international university of development of human is "Ukraine", Ivano-Frankivsk branch,
Nabereghna str. 42a, Ivano-Frankivsk, 76000 Ukraine
e-mail: gtarasm@rambler.ru

Abstract: *In this article new methodology of unsurplus signals code of bit-oriented informative streams is offered with the use of codes of the field of Galois, that considerably optimizes and improves the known methods of the digital working of data with an exposure and correction of errors, and effectively realized on the basis of the offered structures of the special processors of digital treatment of signals.*

Keywords: *unsurplus code, special processor, correcting code, programmatic module, algorithm.*

1. INTRODUCTION

In the modern informative systems for transferrableness of data of the widest application got the methods of impulsive, and on occasion potential manipulation [1].

The impulsive methods of manipulation of signals mostly use on the basilar levels of computer networks, in digital telephony, and also computer systems with optical channels. As these methods use the limited part of energy on the interval of duration of signal, and also need the wide stripe of frequencies communication channel, efficiency them high not enough [2].

Surplus of existent protocols sharply grows at the small volumes of data, that is passed, that characteristically only for the basilar levels of computer networks. Therefore their application in the computer systems is effective not enough and needs perfection both theoretical and in practical plans [4].

2. METHODS OF UNSURPLUS SIGNALS CODE ARE ON BASIS OF CODES OF GALOIS

The concept of unsurplus signals code is based on principle of creation of codes with possibility of exposure and corrections of errors, that does not result in the increase of number of signals at transferrableness of bit-oriented flows of data [5-7].

Essence of methods of unsurplus signals code with possibility of exposure and correction of errors

consists in that for forming of such class of codes to five signals signs are used.

Four possible methods of forming of such class of codes are offered [2,3]: position signals code (PSC); asymmetrical recurrent signals code (ARSC); recurrent symmetric signals code (RSSC); multi symbols signals code (MSSC) [8].

Table 1. Correcting properties of PSC

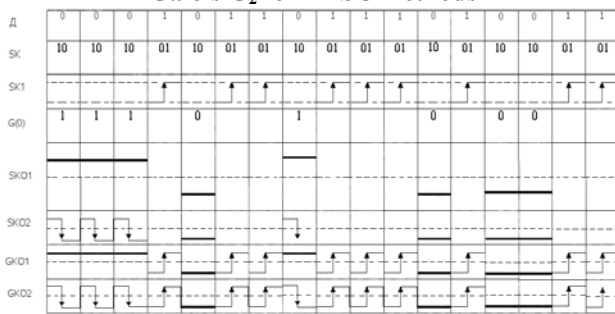
N_2	код данных	start	G_1	G_1	G_0	G_0	stop	Кодове представления данных
0	0000							--- ++ -- +++
1	0001					↓		--- ++ -v +++
2	0010					↓		--- ++ v- +++
3	0011					↓		--- ++ vv +++
4	0100			↑				--- +^ -- +++
5	0101			↑		↓		--- +^ -v +++
6	0110			↑	↓			--- +^ v- +++
7	0111			↑	↓	↓		--- +^ vv +++
8	1000		↑					--- ^+ -- +++
9	1001		↑			↓		--- ^+ -v +++
10	1010		↑		↓			--- ^+ v- +++
11	1011		↑		↓	↓		--- ^+ vv +++
12	1100		↑	↑				--- ^^ -- +++
13	1101		↑	↑		↓		--- ^^ -v +++
14	1110		↑	↑	↓			--- ^^ v- +++
15	1111		↑	↑	↓	↓		--- ^^ vv +++

Functional limitation is absence of possibility of determination of number of zeros and units in the block of data.

Principle of forming of ARSC consists in that the sequence of zeros that is passed in the package of data is numbered by the recurrent code of Galois G_2^k .

Functional limitation of such code is absence of possibility of determination of incurrence of zeros in the block of data.

Table 2. Realization of method alarm a code of data, is with the use of code sequence of Galois G_2^3 of ARSC methods



3. STRUCTURE OF THE SPECIAL PROCESSORS OF FORMING OF SIGNALS, CORRECTING CODES

A functional that characterizes forming of signals code (PSC) is described by expression:

$$S_x = F(OI, G, M, MP),$$

G – generator of code of the field of Galois that forms the sequence of 2n-bits for manipulation of databits and forming of PSC; M – is a keyer, that will realize forming of manipulated signals, signs of PSC; MP – is a multiplexer (see fig.4).

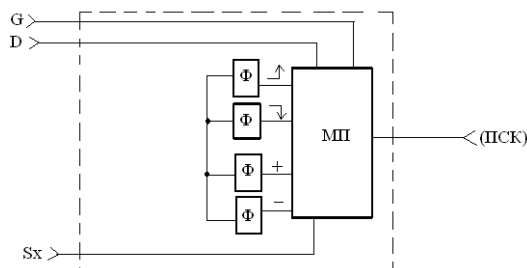


Fig. 4 – Functional structure of keyer PSC: Φ – reshaper of corresponding manipulation of signal

Functional in obedience to that ARSC is formed looks like: $S_x = F(OI, LM, G_0, MP)$,

LM – logical module; G_0 – generator of Galois of manipulation signals of offbits of data.

The functional structure of the special processor of forming of ARSC is on fig.5.

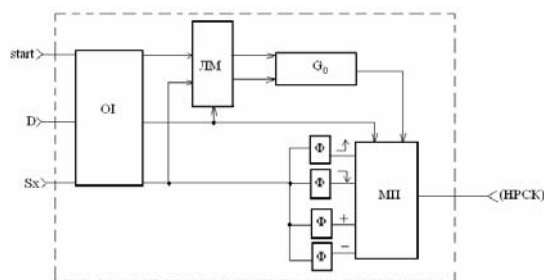


Fig. 5 – Functional structure of the special processor forming of ARSC

In this special processor the logical module executes the functions of synchronization of starting start of generator of Galois, in obedience to the bits of zeros in the flow of data of "D". Thus the single bits of flow of data without the additional working through a multiplexer act on the exit of the special processor, and bits of zeros additionally by the manipulations bits of generator of Galois.

4. DESIGN OF WORK OF DIGITAL TRANSCEIVERS OF THE OFFERED SIGNALS CORRECTING CODES

An algorithm is treatments of signals, that is formed by an informative stream as PSC, described by work of the next programmatic modules, in obedience to a flow-chart (fig.10).

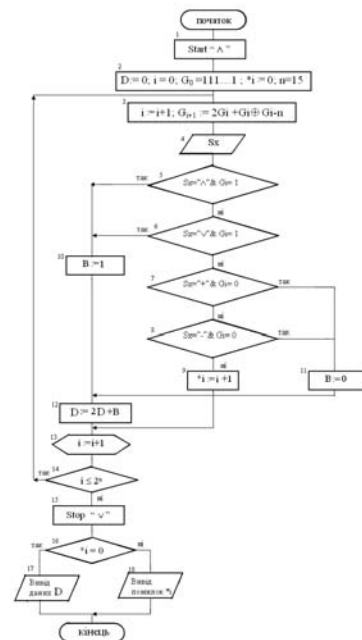


Fig. 10 – Algorithm of work of the programmatic modules of PSC

1. Verification of sequence of signals of "start".
2. Starting descriptions of data of D are entered in this programmatic module; register of starting position of generator of Galois G_0 and meter of errors *and = 0.
3. Describes the algorithm of generating of code of the field of Galois, that is used for verification of rightness of informative flow of data, that appears the signals of S_x .
4. Input of current signal of S_x .
- 5-6, 10. Verification of rightness of acceptance and forming of bits given of unit.
- 7-8, 11. Verification of rightness of acceptance of bits of these zeros.
9. Registration of number of errors *and .
12. Registration and packet of data assembly.

- 13-14. Cycle of verification of volume of data.
- 15. Verification of sequence of signals of "stop".
- 16. Verification is in the presence of error
- 17-18. Conclusion of data and conclusion of errors.

An algorithm is treatments of signals, that is formed by an informative stream as ARSC it is presented on fig.11.

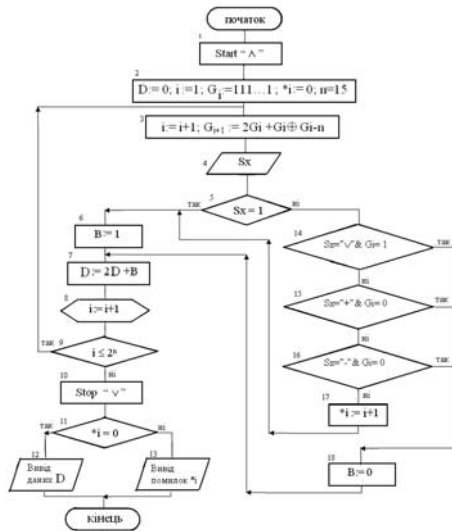


Fig.11 – Algorithm of work of the programmatic modules of ARSC

Work of the next programmatic modules is described as follows:

- 1-4. Analogical to the algorithm on fig.10.
- 5-6. Verification of presence of signal of front of growth of $Sx = ^$, and forming to the databit of unit.
- 7-13. Analogical to the algorithm on fig.10.
- 14-16. Verification is acceptances of correct signals, that encodes the zero of flow of data.
- 17. Register of errors.
- 18. Forming to the databit is a zero.

5. CONCLUSIONS

On the basis of analysis of methods of manipulation of signals spaces and theorist – numerical bases the new methods of unsurplus code of bit-oriented informative streams are offered with the use of codes the fields of Galois, that provide possibility, without introduction of redundant information of streams given, that is passed in an optical channel, to educe and correct single errors.

Executed formalization of functional structures of the modules of processors of forming of unsurplus codes, and also worked out structures of the special processors and their components that execute forming of signals of correcting codes of Galois and they are realized algorithmic design.

6. REFERENCES

- [1] Grynychyshyn T, Methods of digital processing of optical signals based on the randomization procedure, *Proceedings of International Conference CADSM'2005*, Lviv-Polyana, (2005), pp. 140-142.
- [2] Nykolaychuk Y. M., Methodology of forming, transmission and processing of discrete data, *Proceedings of VI All-Union School-Seminar POI'67*, Lviv, FMI, 1967, pp. 127-129. (in Russian)
- [3] Kasami T., *Theory of Encoding*, Moscow, Mir, 1978, 500 p. (in Russian)
- [4] Grynychyshyn T, Software simulation of digital treatment of signals in computer networks with the opened optical channel, *Proceedings of International Conference TCSET'2006*, Lviv-Slavske, (2006), pp. 412-413.
- [5] Nykolaychuk Y. M., Yatskiv N. G., Methods of compression of data are in the multichannel systems on the basis of codes of Galois, *Announcer of National University "Lviv Politechnical"*, *Radio electronics and telecommunications*, Lviv, (443) (2002), pp 135-138. (in Ukrainian)
- [6] John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis, *Introduction to Digital Signal Processing*, MacMillian, 1998.
- [7] Clark J., *Encoding with the Correction of Errors in Digital Communication Networks*, Harkiv, Radio and Connection, 1987, 468 p. (in Russian)
- [8] Grynychyshyn T. M., Code of data in the computer distributed systems with an open optical communication channel on the basis of recurrent GK-codes, *Announcer of the Technological university of Podillya*, Khmelnytskyi, (1) 2 (2007), pp.74-77. (in Ukrainian)