

УДК 681.325

М.І. Козленко, С.І. Мельничук

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ СИГНАЛІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ НА ОСНОВІ СПОСОБУ ЗМІНИ ЕНТРОПІЇ СИГНАЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО КАНАЛУ В НИЗОВИХ МЕРЕЖАХ

Вступ. Традиційно сучасні широкосмугові системи обміну даними ґрунтуються на використанні псевдовипадкових послідовностей (М-послідовностей) при формуванні інформаційних посилок, кінцеве ж формування М-сигналів у канал здійснюється на базі амплітудної, частотної, фазової модуляції та їх комбінацій. Такий підхід зумовлює необхідність використання М-сигналів значної довжини, що знижує швидкість передачі даних [1].

Одним з перспективних напрямків реалізації систем передавання та приймання інформації в низових мережах є використання методу, що базується на формуванні та статистичній обробці широкосмугових сигналів зі змінною ентропією розподілу ймовірностей станів [3].

Використання даного методу дозволяє, при прийманні сигналів відмовитись від оцінювання форми сигналу, традиційного для систем завадостійкої передачі інформації на користь статистичного оцінювання дискретизованих пакетів даних. Такий підхід дозволяє спростити апаратну частину на стороні передавання інформації. Проте, обов'язковою умовою є застосування сучасних обчислювальних засобів на стороні приймання.

Проведення досліджень. Оскільки, значення ентропії процесів в незадіяному інформаційному каналі прямує до постійної величини, яка залежить від характеристик випадкових процесів (шумів) каналу [2], то при наявності сигналу, що передається, відбувається зміна ентропії сигналів інформаційного каналу на стороні приймання, незалежно від форми використаних сигналів при передаванні. Таким чином, оцінка ентропії інформаційних пакетів на стороні приймання дозволяє ефективно виділяти корисну інформацію.

Для оцінки ефективності впливу різних форм сигналів на зміну оцінки ентропії в точці приймання проведено дослідження синусоїдних, в т.ч. у вигляді абсолютного значення (модуля) синусоїдної функції, прямокутних, пілоподібних, сигналів трикутної форми. Крім того розглянуто сигнали у вигляді білого шуму, а також, у вигляді різно-, та однополярних коротких імпульсів детермінованої та випадкової амплітуди, згенерованих на основі кодів поля Галуа, та генератора псевдовипадкових чисел.

Експериментальні дослідження проводились для провідникового комутованого каналу шляхом передавання згаданих типів сигналів. Розглянуто періодичні сигнали наступних форм: прямокутної, пілоподібної, трикутної та сигналів у вигляді різнополярних коротких імпульсів. Частота формування сигналів обрана в межах смуги пропускання задіяного каналу.

В процесі передавання пікові амплітудні значення напруги сигналів всіх форм перед проходження через канал вирівнювались та нормалізовувались за одним рівнем відносно максимально можливого значення для обраної величини дискретизації, для забезпечення ефективного порівняння на стороні приймання.

Попередньо проведений статистичний аналіз задіяного комутованого каналу виявив наявність випадкових та періодичних імпульсів, а також адитивного нормального шуму за характеристиками близькими до білого шуму.

Результати статистичного оцінювання ентропії, при різних співвідношеннях сигнал/шум в точці приймання $(S+N)/N$, dB(V) подано у таблиці 1.

Таблиця 1

Залежність зміни ентропії на стороні приймання від форми сигналу

$\frac{S+N}{N}$	Синус	Модуль синуса	Прямокутна	Пилоподібна	Трикутна	Різнопольярні імпульси	Однопольярні імпульси	Білий шум	Відсутність сигналу
40	14.702	14.069	14.765	14.634	14.907	13.158	12.902	14.696	12.805
30	14.272	13.629	14.487	13.858	14.060	12.796	12.792	13.982	12.756
26	13.641	13.247	13.835	13.291	13.429	12.899	12.915	13.498	12.895
20	13.173	13.008	13.288	13.004	13.105	12.889	12.882	13.129	12.875
12	12.888	12.827	12.928	12.859	12.871	12.762	12.794	12.891	12.761
10	12.822	12.810	12.835	12.788	12.814	12.783	12.799	12.803	12.766
6	12.816	12.830	12.833	12.822	12.845	12.821	12.814	12.823	12.812
2	12.820	12.825	12.856	12.848	12.824	12.837	12.834	12.825	12.816

Як можна побачити, максимальне збільшення ентропії можна отримати при використанні періодичних сигналів прямокутної форми, а також неперіодичних сигналів у вигляді випадкового процесу - білого шуму з розподілом близьким до нормального. Мінімальному значенню ентропії в точці приймання відповідає інформаційна бездіяльність передаючого пристрою.

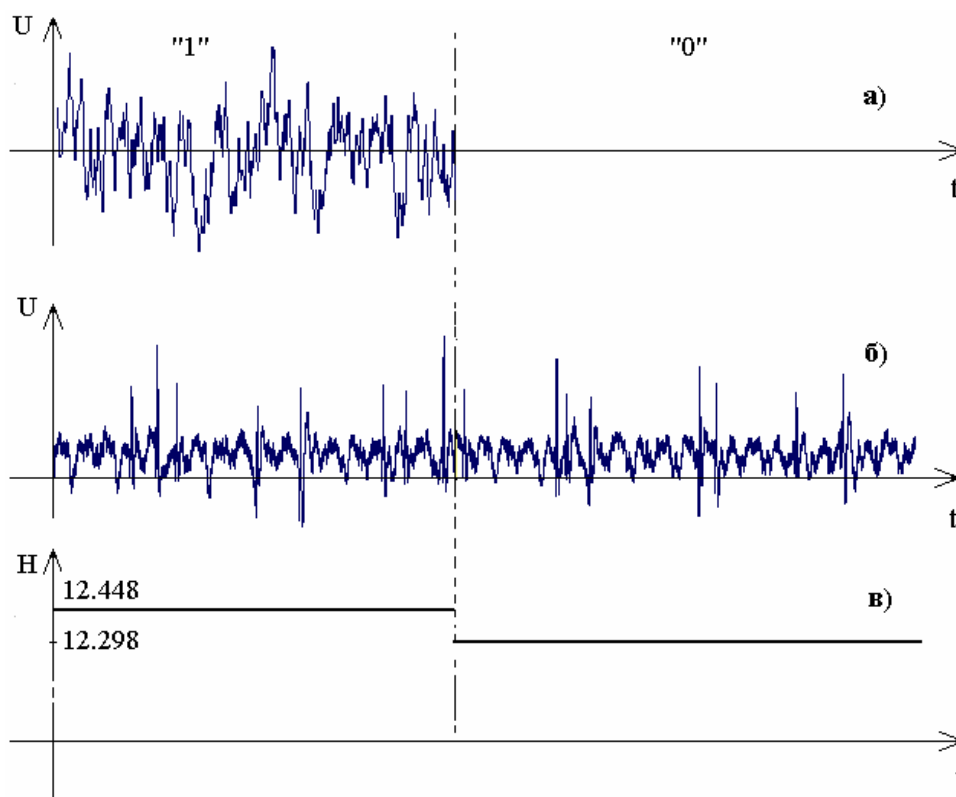


Рис.1. Приклад проходження шумоподібного сигналу: а) на стороні передавання, б) після інформаційного каналу, в) оцінка ентропії інформаційних пакетів.

Таким чином, при передаванні інформації у двійковому базисі, вищезгаданим

способом, доцільно, в якості сигналу, що відповідає одному стану коду використовувати, сигнал прямокутної форми, або аперіодичний білий шум з нормальним розподілом.

Приклад проходження шумоподібного сигналу, що зформований на основі запропонованого методу, через комутовану провідниковий канал (двопровідну лінію) подано на рис.1.

З погляду простоти реалізації апаратної частини для передавання найбільш доцільно використати прямокутні форми сигналів.

З погляду енергетичної ефективності найбільш доцільно використовувати шумоподібні сигнали, у вигляді білого шуму з розподілом близьким до нормального, проте питання енергетичної ефективності тих чи інших форм сигналів потребує додаткового аналізу.

Висновки. На основі багаторазових експериментальних досліджень виявлено, що при співвідношенні сигнал/шум $(S+N)/N=2$ dB (приблизно ≈ 1.25 раз) на стороні приймання, забезпечується стійке виділення інформаційних посилок даних на основі статистичного оцінювання ентропії інформаційних пакетів без будь яких додаткових процедур обробки.

Оскільки реальні інформаційні канали, зазнають впливів гармонійних та періодичних завад, що порушує нормальність розподілу ймовірностей станів, то для забезпечення ефективного використання запропонованого методу, доцільним є застосування цифрових фільтрів, які дозволяють усунути гармонійні складові породжені функціонуванням каналного обладнання а також сторонніх гармонійних чи періодичних наводок викликаних іншими чинниками.

Такий підхід дозволяє забезпечити ефективний обмін даними при рівнях сигналу в точці приймання менших від рівню шуму, проте коректність такого твердження потребує додаткових експериментальних та теоретичних досліджень.

Крім того, метод зміни ентропії інформаційного сигналу можна ефективно використовувати в поєднанні з класичними способами формування та обробки шумоподібних сигналів, що формуються на основі циклічних М-последовностей [4], кодів поля Галуа.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами - М. :Радио и связь, 1985. – 34 с.
2. Заявка на патент № а200508893. Спосіб передавання та приймання інформації на основі широкосмугових сигналів, що формуються процесами зі змінною ентропією розподілу імовірностей станів / Мельничук С.І., Козленко М.І.
3. Мельничук С.І., Козленко М.І. Дослідження статистичних характеристик випадкових сигналів провідникових та радіоканалів обміну даними розподілених систем контролю. Вісник Хмельницького національного університету. №4.-Ч. 1.- Т. 2. - 2005. – 270 с.
4. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер.с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского. - М: Радио и связь, 2000. – 598 с.

КОЗЛЕНКО Микола Іванович – здобувач кафедри програмного забезпечення та штучного інтелекту Івано-Франківського інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”.

Наукові інтереси: