

М'ЯКЕ ДЕКОДУВАННЯ ФМ-2 РАДІОСИГНАЛІВ З МАНЧЕСТЕРСЬКИМ КОДУВАННЯМ МОДУЛЮЮЧОГО СИГНАЛУ

Парфенюк В. Г., к. т. н., доцент

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова,
м. Житомир, Україна

Використання манчестерського кодування передбачає формування для кожного біта двох сигнальних посилок удвічі меншої тривалості. При оптимальному посимвольному прийманні такого сигналу відношення сигнал/шум буде вдвічі меншим, що призводитиме до зниження завадостійкості. Викладене зумовлює актуальність завдання розробки таких алгоритмів демодуляції, які використовують усю енергію бітової послідовності, однак зберігають можливість реалізації переваг манчестерського кодування, що стосуються формування сигналів символної синхронізації демодулятора.

Манчестер-кодування можна розглядати як використання завадостійкого коду із подвоєнням елементів (кореляційного коду). Однак такий блоковий код дозволяє тільки виявляти помилки за умови посимвольного приймання. Втрати енергії бітової послідовності при посимвольному прийманні можна зменшити, якщо реалізувати декодування в широкому розумінні з м'яким прийняттям рішень, об'єднавши операції демодуляції та декодування [1].

Відповідно до правила кодування бітового потоку манчестер-кодом інформаційний символ "1" бітового потоку (рис. 1 а) кодується послідовністю двох символів 01 манчестер-коду, а інформаційний символ "0" — послідовністю 10 (рис. 1 б). Модулюючий сигнал $x(t)$ є послідовністю парціальних протилежних за полярністю сигналів тривалістю $\tau = T/2$ (рис. 1 в).

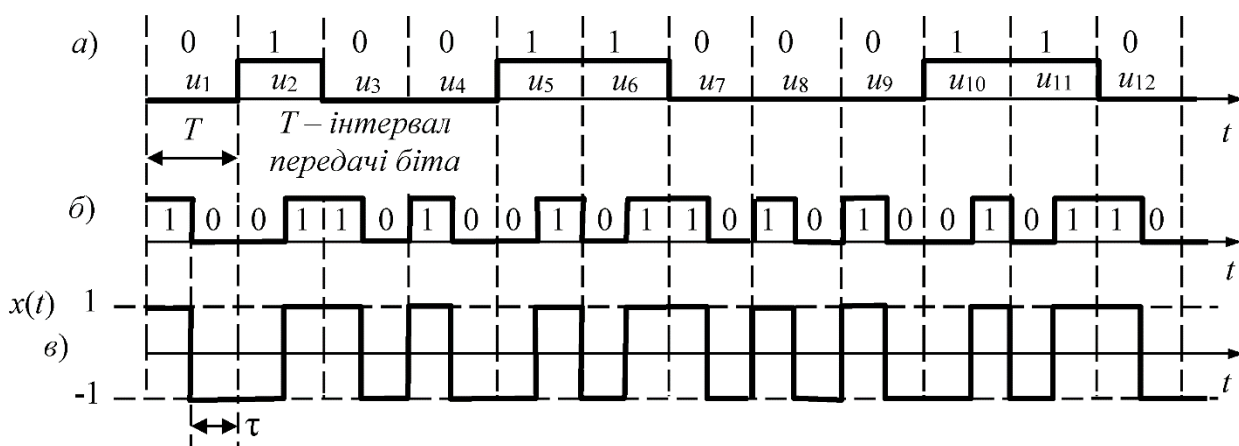


Рис. 1. Кодування бітового потоку манчестер-кодом

Алгоритм оптимального когерентного приймання сигналів для каналів із постійними параметрами та білим гаусівським шумом за критерієм максимуму функції правдоподібності можна записати у вигляді [2, 3]:

$$\int_0^T y(t) s(t, U_1) dt \geq \int_0^T y(t) s(t, U_0) dt, \text{ переданий символ "1"};$$

$$\int_0^T y(t) s(t, U_0) dt > \int_0^T y(t) s(t, U_0) dt, \text{ переданий символ "0"},$$
(1)

де: $h_l = \int_0^T y(t) s(t, U_l) dt$, $l = 0, 1$, — кореляційні інтеграли, відповідно до

співвідношення значень яких приймається рішення щодо переданого біта двійкового коду; $y(t)$ — прийнятий сигнал; $s(t, U_i) = x_i(t, U_i)s(t - i\tau)$ — заданий на інтервалі τ один із двох елементарних смугових сигналів манчестер-коду складових l -го складного сигналу (парціальний сигнал складного сигналу), який відповідає інформаційному символу u_i кодового слова U_l із двох символів манчестер-коду, $l = 0, 1$, $i = 0, 1$, $x_i(U_l)$ — обвідна парціального сигналу.

Будемо вважати, що елементарні каналні сигнали на передачі протилежні (випадок сигналу ФМ-2). Тоді, враховуючи, що енергії всіх 2^2 парціальних сигналів однакові, одержимо

$$h_l = \int_0^{2\tau} y(t) s(t, U_l) dt = \sum_{i=0}^1 x_i(U_l) \int_{i\tau}^{(i+1)\tau} y(t) s_i(t - i\tau) dt .$$
(2)

Синтезована відповідно (2) схема демодулятора із м'яким прийняттям рішень та використанням узгодженого фільтра (УФ) зображена на рис. 2.

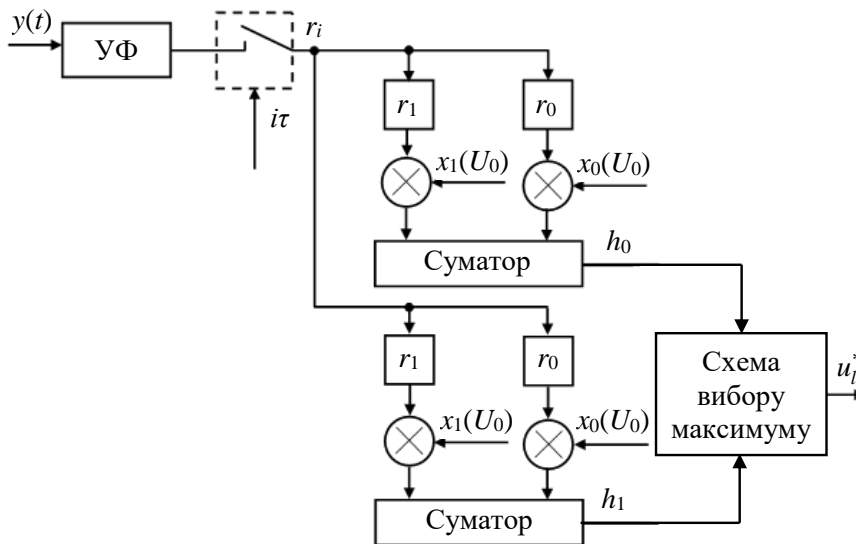


Рис. 2. Схема демодулятора із м'яким прийняттям рішень на рис. 3 штрихова лінія відповідає посимвольному прийманню сигналних посилок манчестер-коду, суцільна лінія із маркерами — результатам моделювання.

Проведене комп'ютерне моделювання підтвердило працездатність запропонованої схеми демодулятора сигналів із манчестерським кодуванням. Результати розрахунків потенційної завадостійкості та експериментальні дані наведено на рис. 3. Зображена

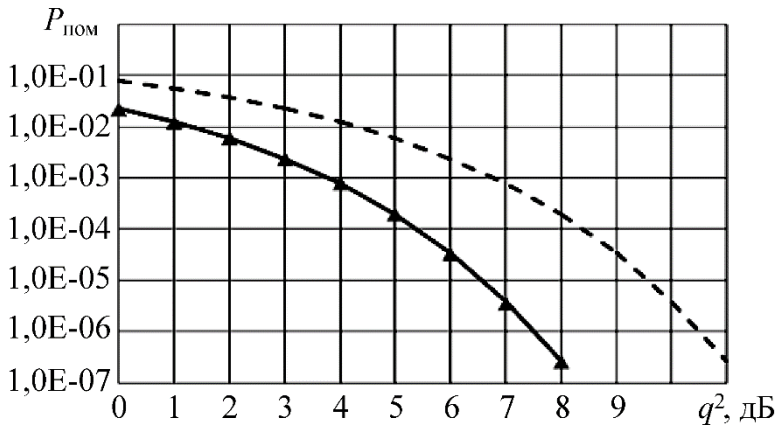


Рис. 3. Криві потенційної завадостійкості демодулятора

Із аналізу отриманих графіків випливає, що результати моделювання підтверджують очікуваний потенційний енергетичний виграв у 3 дБ.

Отримані дані дозволяють стверджувати, що запропонована схема демодулятора може бути використана в складі приймального пристрою ком-

плексу приймання та обробки інформації дистанційного зондування Землі інституту у форматі High Resolution Picture Transmission (HRPT).

Перелік посилань

1. Теория электрической связи: учеб. для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров ; под ред. Д. Д. Кловского. — М. : Радио и связь, 1999. — 432 с.
2. Прокис Дж. Цифровая связь / Дж. Прокис; под ред. Д. Д. Кловского; пер. с англ. — М. : Радио и связь, 2000. — 520 с.
3. Тихонов В. И. Оптимальный прием сигналов / В. И. Тихонов. — М. : Радио и связь, 1983. — 320 с.

Анотація

Запропонована схема демодулятора ФМ-2 радіосигналів із манчестерським кодуванням модулюючого сигналу, який забезпечує більш високу завадостійкість при застосуванні у цифрових радіосистемах передавання інформації та зберігає переваги манчестерського кодування стосовно символної синхронізації демодулятора.

Ключові слова: демодулятор, манчестер-код, завадостійкість.

Анотация

Предложенная схема демодулятора ФМ-2 радиосигналов с манчестерским кодированием модулирующего сигнала, который обеспечивает более высокую помехоустойчивость при применении в цифровых радиосистемах передачи информации и сохраняет преимущества манчестерского кодирования относительно символной синхронизации демодулятора.

Ключевые слова: демодулятор, манчестер-код, помехоустойчивость.

Abstract

The proposed algorithm and scheme of the optimal incoherent demodulator of the DPSK signals with the Manchester encoding of the modulating signal, which provide a higher noise immunity to it when used in digital radio communication systems, and retains the advantages of Manchester encoding.

Keywords: demodulator, Manchester encoding, noise resistance.