

УДК 621.372

СПОСОБИ ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙМАННЯ СИГНАЛІВ ІЗ КВАДРАТУРНОЮ ФАЗОВОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

Д. т. н. А. П. Бондарев, к.т.н. І. П. Максимів

Національний університет «Львівська політехніка»

Україна, м. Львів

bondap@ukr.net, izendel@rambler.ru

Пропонується спосіб підвищення завадостійкості демодулятора сигналів із квадратурною фазовою модуляцією. Проілюстровано шляхи підвищення ефективності приймання цих сигналів та наведено відповідні діаграми.

Ключові слова: завадостійкість, модифікований фазовий детектор, 8PSK, Matlab.

Основною проблемою сучасних систем радіозв'язку є раціональне використання виділеної частотної смуги з метою забезпечення максимальної кількості абонентів сервісом максимальної якості. Розвиток сфери безпроводного зв'язку у новому тисячолітті набув широкого масштабу, що спонукало розробників радіообладнання до знаходження нових способів збільшити ефективність обладнання та мережі зв'язку в цілому. З'явилися нові спектрально-ефективні види модуляції радіосигналів, а також протоколи, які надають можливість ефективно розподіляти трафік у мережі. Одним з ключових параметрів, який використовують для оцінки каналу зв'язку, є відношення сигнал/шум (SNR): чим менше це значення, тим краще, проте за умови збереження відповідної якості зв'язку, тобто ймовірності прийняття помилкового біту (BER). Залежність BER від SNR є ключовою характеристикою каналу зв'язку, і оптимізація цієї характеристики є важливим завданням для сучасної науки.

У роботі показано можливість зниження SNR при збереженні необхідного BER за допомогою модифікації детектора радіосигналів з фазовою модуляцією [1].

Суть модифікації полягає у встановленні додаткових пропорційно-інтегруючих фільтрів (ПІФ) у квадратурних каналах приймача (рис. 1), які звужують частотну смугу отриманого сигналу, усуваючи небажані флуктуації, зберігаючи при тому значення зміни фази сигналу, яке фіксується фазовим детектором (ФД). Після цього частотна смуга сигналу відновлюється за допомогою спеціального фільтра верхніх частот (ФВЧ) і таким чином динамічні властивості отриманого сигналу залишаються незмінними.

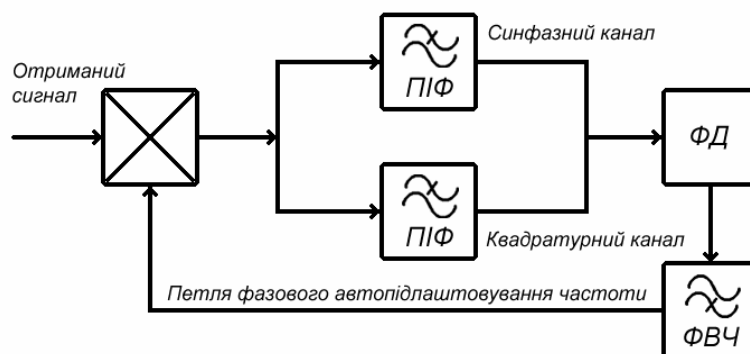


Рис. 1. Модифікований фазовий детектор

У роботі було проведено дослідження запропонованої схеми. За допомогою засобів програми Matlab було створено імітаційну модель модифікованого та класичного детектора [2] та проведено їх порівняльний аналіз в умовах різного значення рівня завади у каналі зв'язку.

Метою дослідження було визначення відношення частоти виникнення бітової помилки у прийнятому сигналі (BER) до конкретного значення відношення сигнал/шум (SNR). Дослідження було проведено з використанням 8PSK сигналів, які використовуються у сучасних системах транкінгового зв'язку. Отримані співвідношення для класичного детектора були порівняні з аналогічними співвідношеннями, наведеними у відкритих джерелах. Це дало змогу підтвердити рівень адекватності створеної імітаційної моделі. Порівняння цих співвідношень зі співвідношеннями BER/SNR, отриманими у результаті використання модифікованого фазового детектора, дали змогу зробити оцінку його ефективності (рис. 2).

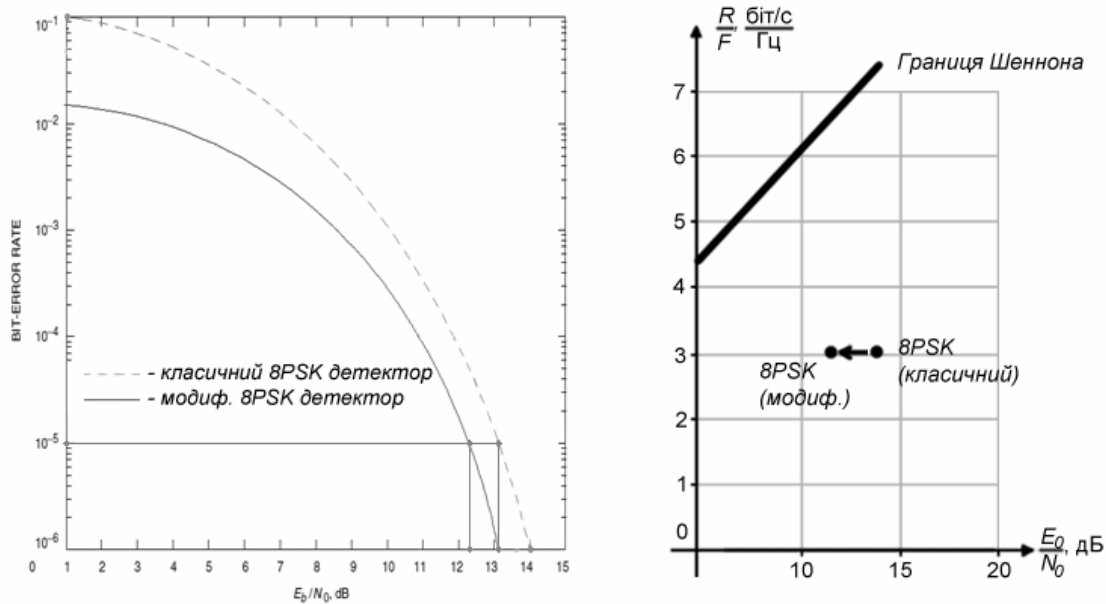


Рис. 2. Діаграми зростання ефективності приймання 8PSK-сигналу за допомогою використання модифікованого детектора фазомодульованих сигналів

Отримані результати показали, що ефективність систем радіозв'язку, у яких застосовується квадратурна модуляція сигналів, зростає за рахунок зниження порогу чутливості модифікованого фазового детектора. Зокрема, необхідне для забезпечення ймовірності появи помилки у каналі зв'язку на рівні 10^{-5} відношення сигнал/шум у такій системі на 1 дБ нижче, ніж у існуючих системах, що є показником більшої енергетичної ефективності. Таким чином, 8PSK-сигнал можна наблизити до границі Шеннона по осі відношення сигнал/шум.

Отже, використання пропорційно-інтегруючих фільтрів суттєво зменшує рівень складової шуму в сигналі, а також зменшує аномальні стрибки фази на етапі детектування. Встановлено, що ефективність модифікованого детектора залежить від таких параметрів, як інерційність та коефіцієнт пропорційності застосованих у ньому пропорційно-інтегруючих фільтрів. Подальші дослідження у цьому напрямку передбачають імплементацию модифікованого фазового детектора у вигляді реальної схеми з використанням оптимальних параметрів, отриманих шляхом імітаційного моделювання.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Бондарєв А.П., Максимів І.П. Дослідження впливу пропорційно-інтегруючих фільтрів на якість детектування ФМ сигналів // Вісник «Радіоелектроніка та телекомунікації». – Львів, 2010. – С. 21–25.
2. Bondariev A., Maksymiv I. Comparative analysis and ways of improvement of noise immunity of demodulation of OQPSK signals // Electronics and electrical engineering. – Kaunas, 2010. – N 9(105). – P. 81–84.

A. P. Bondariev, I. P. Maksymiv

Methods of increasing effectiveness of receiving quadrature phase modulation signals.

This paper describes a method to improve noise immunity of 8PSK demodulator. The ways of increasing signal receiving efficiency are illustrated and corresponding diagrams are given.

Keywords: *noise immunity, phase detector, 8PSK, Matlab.*