

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЦИФРОВОГО ПРИЕМНИКА ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Крупский П.И., Стануль А.А., Малевич И.Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Малевич И.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: kaftrs1@bsuir.by

Аннотация — Описывается алгоритм обработки принятого сигнала с помощью цифрового приемника.

1. Введение

Сложная электромагнитная обстановка, характерная для работы современных средств связи УКВ и КВ диапазонов, определяет тенденции наращивания параметров аналоговых и цифровых трактов.

2. Основная часть

Моделируемый цифровой тракт состоит из аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифрового гетеродина, блоков прореживания/накопления (БПН) и КИХ-фильтра (рис. 1). Тракт рассчитан на обработку фазоманипулированных сигналов как низких, так и высоких порядков.

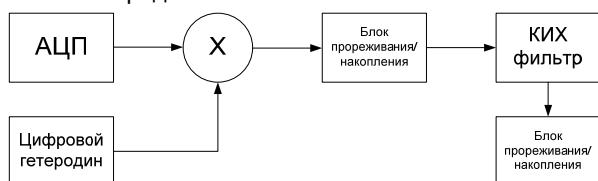


Рис. 1

На вход поступает смесь полезного сигнала и шума. Полезный сигнал представляет собой бинарно-фазоманипулированную последовательность из 8 бит с несущим колебанием на промежуточной частоте 5,12 МГц. Символьная скорость передачи информации равна $320 \cdot 10^3$ с/сек. Блок АЦП и цифрового гетеродина работают на частоте 81,92 МГц, блок КИХ-фильтра — на частоте 20,48 МГц. Таким образом, оцифрованная последовательность из 8 символов (бит для 2ФМ) будет представлена 2048 отсчетами.

Моделирование цифрового тракта осуществляется с помощью пакета MatLab 2006a. Формирование принятого с УПЧ сигнала описывается следующим образом

$$S(A \cdot B(i-1) + k) = N + \sin(DATA(1)\pi + 2\pi \frac{k}{A}),$$

где A — отношение частоты дискретизации к промежуточной частоте; B — отношение промежуточной частоты к символной скорости передачи; N — шум поступающий вместе с сигналом; $DATA$ — передаваемое слово длины C ; i — изменяется от 1 до C , k — изменяется от 1 до $A \cdot B$.

Аналоговый сигнал (перенесенный на промежуточную частоту 5,12 МГц и усиленный) поступает на блок аналого-цифрового преобразования. АЦП работает на частоте 81,92 МГц. После АЦП один период полезного сигнала будет представлен 16-ю отсчетами.

Блок цифрового гетеродина генерирует изменяющееся во времени значение фазы синусоидального сигнала. Вместе с перемножителем данный блок осуществляет второе преобразование несущей частоты сигнала (первое преобразование осуществлено в смесителе приемного тракта). Частота гетеродина выбирается равной промежуточной частоте.

Количество отсчетов на один период колебания сигнала гетеродина выбирается таким же, как и в блоке АЦП. Процесс гудронирования можно представить в следующем виде

$$X_n = A_n (\cos \theta + i \sin \theta); \quad \theta = 2\pi f \frac{n}{f_T},$$

где X_n — преобразованное значение n -го отсчета, комплексное число; A_n — значение n -го отсчета полученное после АЦП. Скалярное число; f — требуемая частота гетеродина (Гц); n — номер отсчета, начиная с нуля; f_T — тактовая частота АЦП и гетеродина (Гц).

После преобразования комплексные отсчеты поступают в БПН. Так как блок КИХ-фильтра работает на частоте 20,48 МГц (это в четыре раза меньше частоты поступления отсчетов после преобразования), то блоком прореживания/накопления необходимо выбрать и передать каждый четвертый отсчет входных данных.

Для осуществления фильтрации высокочастотных составляющих в спектре сигнала на выходе БПН применен КИХ-фильтр.

Далее сигнал поступает на ещё один БПН. Данный блок выполняет накопление сигнала. Исходя из того, что частота поступления отсчетов равна 20,48 МГц (это в 64 раза больше символьной скорости передачи информации ($320 \cdot 10^3$ с/сек)).

Таким образом, с выхода второго БПН поступит всего восемь комплексных отсчетов. По ним в дальнейшем будут вычислены значения амплитуды вектора и его фазы.

Так как принимаемый сигнал является бинарно-фазоманипулированным, то полезная информация будет заложена именно в значениях фазы.

3. Заключение

Моделирование показало, что цифровой приемник с приведенной структурой позволяет вести обработку сигналов и с более сложными видами цифровой фазовой модуляции.

4. Список литературы

- [1] Волков Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики / Л.Н. Волков, М.С. Немировский, Ю.С. Шинаков — М.: Эко-Трендз, 2005. — 392 с.
- [2] Окунев Ю.Б. Цифровая передача информации фазоманипулированными сигналами / Ю.Б. Окунев. — М.: Радио и связь, 1991. — 296 с.

SIMULATION OF THE OPERATION OF THE PHASE KEYED DIGITAL RECEIVER

Krupski P.I., Stanul A.A., Malevich I.Y.

Scientific adviser: Malevich I.Y.

Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics, Belarus

Abstract — The algorithm of the received signal processing by a digital receiver is described.