

ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЙ МЕТОД ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

К. т. н. А. В. Садченко, О. А. Кушниренко,
Р. Р. Василькив, Д. Ю. Карпий, А. В. Васичкин, М. Г. Дубровский

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
anjand@mail.ru, kuuk@mail.ru

Предложен вариант технической реализации комбинированного FSK-модема с использованием бинарных последовательностей с хорошими аperiodическими автокорреляционными функциями длинной, кратной степени двойки. Модем состоит из двух частей: оптимального приемника для поэлементного приема и согласованного фильтра, осуществляющего прием в целом.

Ключевые слова: FSK-модем, согласованный фильтр, блок синхронизации, декодер, синхрокод.

В последнее время большинство приборов энергоучета снабжаются телеметрическими модемами, которые позволяют дистанционно осуществлять учет и контроль энергопотребления, при этом в качестве канала связи может использоваться проводной или радиоканал, входящий, например, в состав сети мобильной связи. В качестве проводного канала используются проводники электрической проводки, по которым осуществляется энергопереток и передача информации.

Среди основных проблем проводных модемов можно отметить обеспечение заданной помехоустойчивости при простоте технической реализации, от чего зависит и стоимость оборудования. Помимо этого, поскольку наиболее часто используемым видом модуляции является двухчастотная или FSK-модуляция (*frequency shift keying*), появляются еще и дополнительные требования, такие как обеспечение надежной синхронизации и снижение времени вхождения в синхронизм.

В настоящей работе проведена модернизация двухчастотного модема, обеспечивающая высокую помехоустойчивость.

Передающая часть классического FSK-модема подробно описана во многих источниках (см., например, [1, 2]), и его практическая реализация достаточно проста. Наилучший результат получается на основе синтезатора частоты в интегральном исполнении, так как такой метод обеспечивает непрерывность фазы, что в свою очередь снижает уровень внеполосного излучения.

Приемная часть FSK-модема может строиться на основании корреляционной либо фильтровой схемы. Поскольку с точки зрения технической реализации фильтровая схема проще, рассмотрим именно ее.

Блок-схема оптимального приемника приведена на рис. 1.

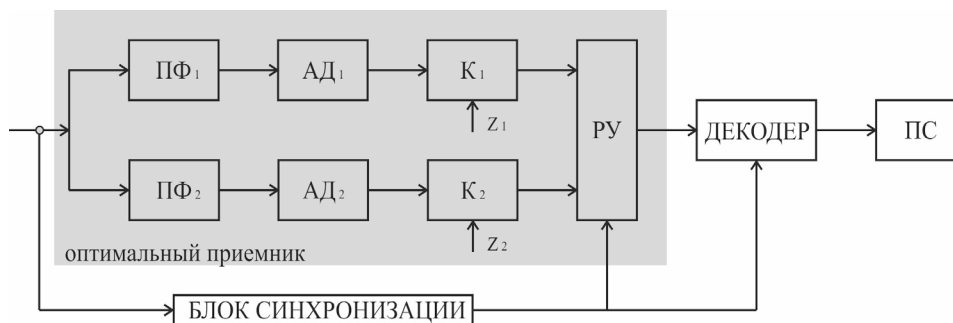


Рис. 1. Блок-схема оптимального приемника

Каждый канал состоит из полосового фильтра ПФ, настроенного на свою частоту f_i , где $i = 1, 2$; амплитудного детектора АД и компаратора К со своим порогом z_i . Информация с этих каналов поступает на решающее устройство РУ, работа которого синхронизируется блоком тактовой и символьной синхронизации. С выхода декодера, также тактируемого блоком синхронизации, данные поступают получателю сообщения ПС.

Помехоустойчивость данной схемы определяется не только работой ее высокочастотной части (до выхода решающего устройства), но и корректностью работы схемы кадровой и символьной синхронизации, а также корректирующей способностью информационной последовательности, подаваемой на декодер.

С целью повышения помехоустойчивости и упрощения схемотехнической реализации предлагается следующее:

— в качестве кодирующей последовательности использовать бинарные последовательности, полученные в работе [3], с хорошими аperiodическими автокорреляционными функциями длины, кратной степени двойки, например равной 16 (рис. 2), в отличие от M-последовательностей, которые имеют нечетную длину;

— информационную модуляцию осуществлять относительным временным сдвигом между двумя соседними элементами синхрокода, как показано на рис. 3;

— логический уровень «+1» кодировать частотой f_1 , а логический уровень «-1» — частотой f_2 (рис. 2);

— декодирующую часть выполнить в виде согласованного с видеосигналом фильтра синхрокода.

Структурная схема декодера приведена на рис. 4.

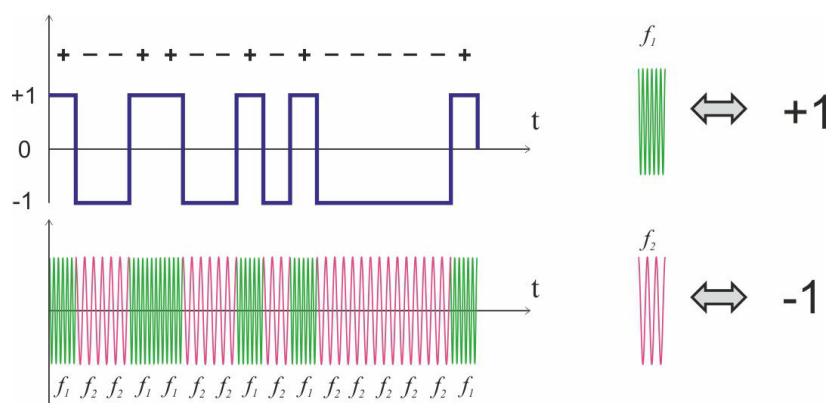


Рис. 2. Построение бинарного синхрокода длиной 16 с хорошими аperiodическими автокорреляционными функциями

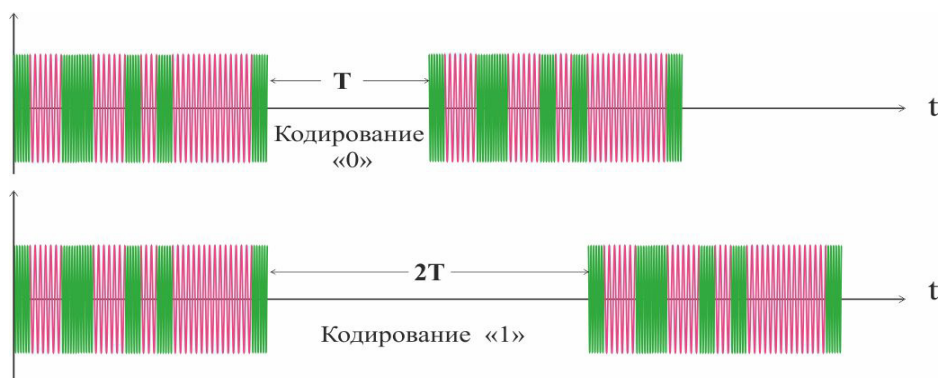


Рис. 3. Модуляция длительностью пауз (Pulse Distance Modulation)

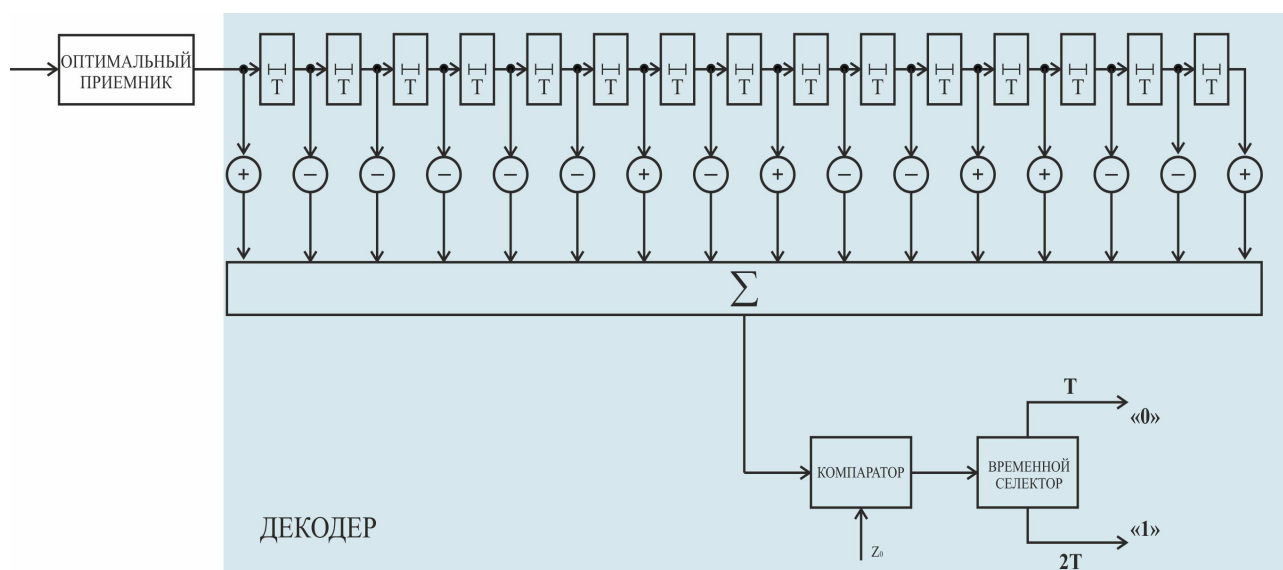


Рис. 4. Структурная схема декодера

Помехоустойчивость схемы, приведенной на рис. 4 будет выше, чем при использовании стандартного FSK-модема за счет использования комбинации оптимального поэлементного приема и приема в целом. Также следует отметить, преимуществом данного решения является то, что оно не требует схемы символьной синхронизации.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение.— М.: Издательский дом «Вильямс». 2003.
2. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Системы цифрового телевидения и радиовещания.— М.: Горячая линия – Телеком, 2006.
3. Sadchenko A.V., Kushnirenko O.A., Troyansky A.V. The algorithm of random length sequences synthesis for frame synchronization of digital television systems // Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi.— 2015.— Iss. 3(47).— P. 97—103.
4. Садченко А.В., Аверочкин В.А., Кушниренко О.А. Повышение надежности синхронизации систем связи с кодовым разделением каналов // Труды 12-й МНПК «Современные информационные и электронные технологии». — Украина, Одесса. — 2011. — С. 191.

A.V. Sadchenko, O.A. Kushnirenko, R.R. Vasilkiv, D.Y. Karpil, A.V. Vasichkin, M.G. Dubrovskii

Noise-immune method of transmitting telemetric information

The authors present a way of technical implementation of the combined FSK modem using binary sequences with good aperiodic autocorrelation functions of length multiple of the power of two. The modem consists of two parts: the optimal receiver for the element-by-element reception and the matched filter performing the reception as a whole.

Keywords: FSK-modem, matched filter, sync block, decoder, sync code.