

БОРТОВОЙ ВЫСОКОИНФОРМАТИВНЫЙ БЛОК ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

А. А. Баринов, С. А. Костин, А. П. Осокин, А. А. Погребской

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

В РФЯЦ-ВНИИЭФ проведена работа по созданию и отработке малогабаритного высокоинформативного многоканального цифрового преобразователя информации. Преобразователь входит в состав бортовой аппаратуры радиотелеметрической системы СПРИНТ-А и предназначен для выполнения многоканальных измерений в режиме временного разделения каналов. Преобразователь обеспечивает преобразование аналоговых сигналов измерительных датчиков в импульсную последовательность, модулированную по времени (ВИМ-последовательность), которая передается по радиолинии (или проводной линии) в реальном масштабе времени на наземную приемно-регистрирующую аппаратуру радиотелеметрической системы.

Структура кадра РТС СПРИНТ-А приведена на рис. 1. Общая информативность системы $4 \cdot 10^5$ изм/с ($2,5 \cdot 10^4$ изм/с на канал).

Кадр ВИМ-последовательности системы состоит из 16 канальных интервалов, длительность которых фиксирована и определяется частотой повторения опорных импульсов, формируемых тактовым генератором преобразователя. Для измерительных импульсов в канальных интервалах кадра задается интервал девиации, образующий измерительную шкалу, определяющую предельные положения измерительных импульсов в канальном интервале (минимальное и максимальное). Положение измерительных импульсов на измерительной шкале канальных интервалов определяется напряжениями электрических сигналов первичных преобразователей информации (датчиков), поступающих на входы каналов преобразователя.

В ранее применяемом преобразователе для перевода напряжения электрического сигнала с датчи-

ка в интервал времени лежало сравнение этого напряжения с пилообразным (линейно изменяющимся) напряжением и формирование в момент сравнения измерительного импульса. Таким образом, пропорционально выходному напряжению датчика изменялось расстояние между двумя импульсами: опорным, запускающим генератор пилообразного напряжения, и измерительным. То есть использовался принцип временного разделения каналов с 3-х ступенчатым преобразованием аналоговых сигналов в виде АИМ-ШИМ-ВИМ-последовательностей. Основным недостатком данного метода является сравнительно невысокая точность преобразования аналоговых сигналов во время – импульсную последовательность, обусловленная, в основном, невысокой линейностью пилообразного напряжения (от 1 % до 10 %) [1], а так же сложность настройки генератора пилообразного напряжения.

С целью повышения точности, в разработанном преобразователе заложен принцип преобразования аналоговых сигналов сначала в цифровой код, а затем во временной интервал. Данный принцип построения позволяет получить высокую точность преобразования (погрешность преобразования менее 1 %). Метод заключается в оцифровке аналогового сигнала аналого-цифровым преобразователем и последующим преобразованием значения «код-время» декрементным счетчиком. При этом количество тактов счета определяет расстояние между опорным и измерительным импульсами. На данный метод получен патент РФ [2].

Структурная схема преобразователя приведена на рис. 2. Устройство содержит модуль питания, модуль преобразования и два радиопередающих устройства, работающих на разных несущих частотах.

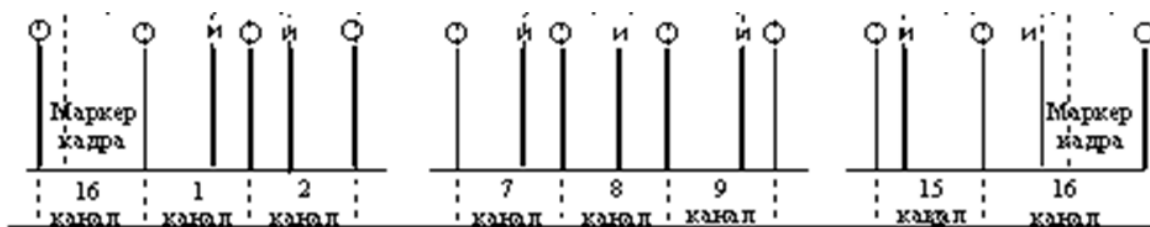


Рис. 1. Структура кадра время – импульсной последовательности РТС СПРИНТ-А: о – опорный импульс, и – измерительный импульс

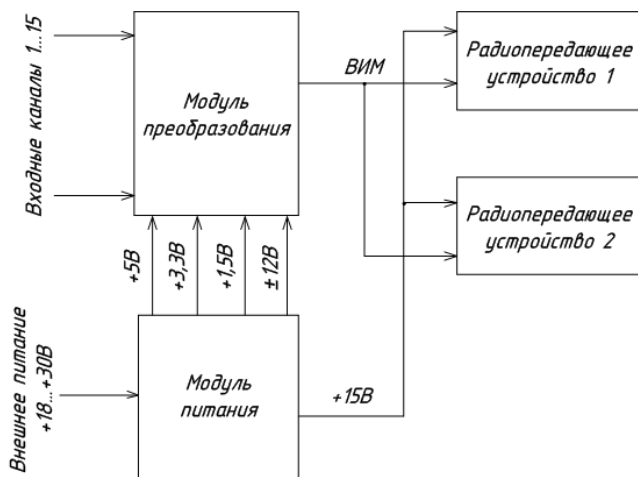


Рис. 2. Структурная схема преобразователя

Модуль питания предназначен для преобразования входного внешнего питания (+18 В...+30 В) в необходимые напряжения для работы аналоговых и цифровых компонентов устройства. Кроме того, модуль питания содержит LC-фильтры для подавления высокочастотных помех.

Входной информацией устройства являются аналоговые сигналы, поступающие с датчиков с амплитудой от 0 В до +2 В. Модуль преобразования преобразует входные сигналы каждого канала в соответствующий временной интервал. Таким образом, выходным сигналом модуля является информация в виде последовательных импульсов, модулированная по времени.

Радиопередающие устройства преобразуют время-импульсную последовательность в радиочастотные сигналы, в двух диапазонах частот, для дальнейшей передачи на наземную приемно-регистрирующую аппаратуру. Передающие устройства работают на фиксированных частотах системы РТС-9. Два радиопередающих устройства применяются с целью частотного разнесения передаваемого сигнала, что повышает надежность передачи информации. Так же устройство может передавать ВИМ-сигнал по проводной линии связи, для чего на передней панели устройства предусмотрен специальный разъем.

Использование в разработанном устройстве принципа преобразования аналоговых сигналов в виде АИМ-КИМ-ВИМ-последовательностей по сравнению с аналогом, применение микросхем высокой степени интеграции (ПЛИС) обеспечило повышение точности преобразования, а также позволило существенно уменьшить массогабаритные показатели и энергопотребление.

Все модули устройства, включая радиопередатчики, размещены в металлическом корпусе с 4-мя отсеками. Применение корпуса с отдельными отсеками позволяет существенно снизить влияние помех модуля питания и радиопередающих устройств на

электрические цепи модуля преобразования за счет экранирующего эффекта самого корпуса. Платы модулей устройства соединены гибкими проводниками. Все разъемы устройства размещены на верхней крышке. На нижней поверхности корпуса имеются крепежные отверстия. Полости устройства корпуса заполнены пенополиуретаном ППУ305А. Внешний вид преобразователя представлен на рис. 3.

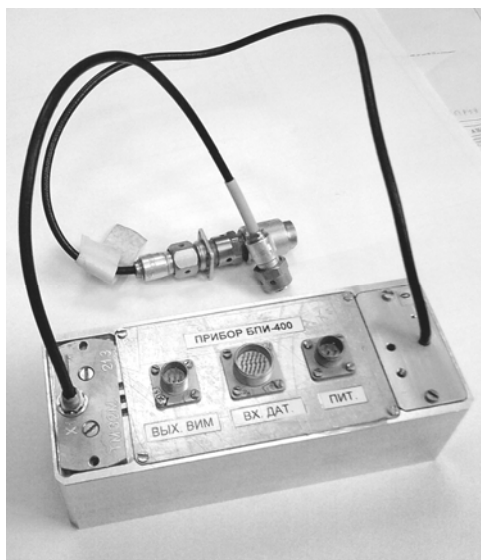


Рис. 3. Внешний вид преобразователя

Преобразователь устанавливается на объекте испытания в составе бортовой измерительной аппаратуры. Типовая схема применения преобразователя представлена на рис. 4.

Для определения уровня стойкости преобразователя к воздействию ударной нагрузки проведены его испытания на стенде динамических испытаний. В испытаниях также проводилась отработка приема радиотелеметрической информации РТС СПРИНТ-А в реальных условиях испытательной площадки

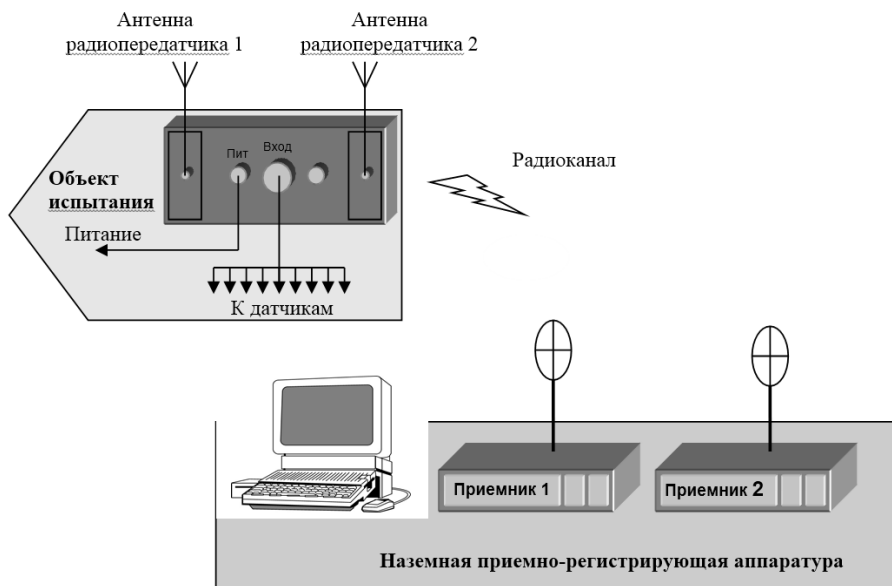


Рис. 4. Типовая схема применения преобразователя

РФЯЦ-ВНИИЭФ, в том числе в условиях движения источника телеметрического сигнала по рельсовой направляющей ракетно-катапультирующей установки РФЯЦ-ВНИИЭФ. Результаты испытаний показали эффективность применения двух радиопередающих устройств с частотным разнесением.

С помощью передачи сигнала на разных частотах и приема его в разных точках пространства, а также использования гибкого алгоритма обработки, примененного в программно-аппаратном комплексе наземной регистрации, имеется возможность восстановить информацию на «сбойных» участках после обработки сигналов путем наложения участков с более качественной информацией. Таким образом, радиотелеметрическая информация может быть получена на всем участке ее регистрации.

Подтверждена стойкость преобразователя к перегрузкам до 2000 г.

На разработанный преобразователь получен патент РФ [3].

Литература

1. Бондарь В. А. Генераторы линейно изменяющегося напряжения М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Пат. 2289200, РФ, МПК H03 K3/84, H04 B7/17 Преобразователь аналоговых сигналов в импульсную последовательность, моделируемую по времени Батарев С. В., Кортюков И. И., Кирдяшкин Ю. А., Страбыкин В. В. // Бюллетень изобретений. 2006. № 34.
3. Пат.2471287,РФ, МПК H 03M 1/12 . Многоканальный преобразователь аналоговых сигналов в импульсную последовательность, модулированную по времени / Кортюков И. И., Батарев С. В., Устинов П. В., Осокин А. П., Костин С. А. // Бюллетень изобретений. 2012. № 36.