

УДК 629.056.8+004.722.45

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

КОВЯТИНЕЦ И. П.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: koviatsinets@gmail.com

Аннотация. В статье представлены схема и принцип работы блоков современной навигационной аппаратуры.

Abstract. The article presents the scheme and principle of operation of blocks of modern navigation equipment.

Навигационная аппаратура потребителей в спутниковой радионавигационной системе предназначена для определения пространственных координат и составляющих вектора скорости потребителя, текущего времени и других навигационных параметров в результате приема и обработки радиосигналов, излучаемых навигационными спутниками.

Современная навигационная аппаратура является аналого-цифровой системой, сочетающей аналоговую и цифровую обработку сигналов. Обобщенная схема навигационной аппаратуры приведена на рис. 1 и включает антенну, радиочастотный блок, синтезатор частот, аналого-цифровой преобразователь и цифровой вычислитель.

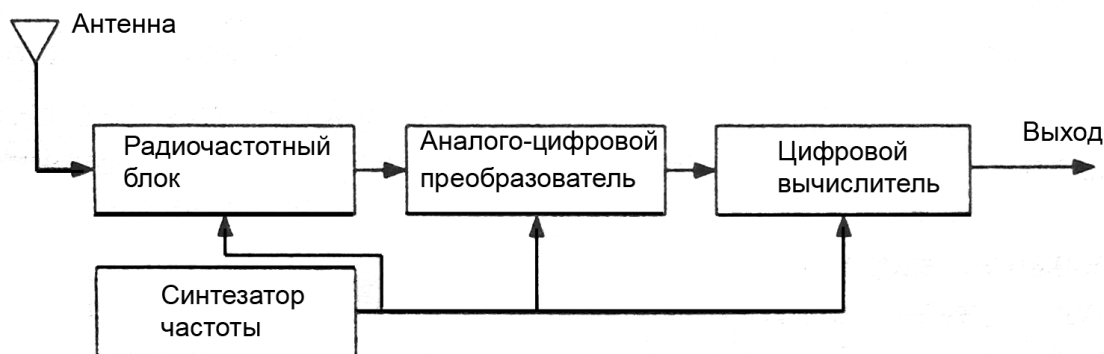


Рис. 1. Обобщенная схема аппаратуры потребителя

Антенна выполняет функцию преобразования электромагнитных волн в электрический сигнал и может состоять из одного или нескольких антенных элементов с необходимыми блоками электронного управления.

Радиочастотный блок предназначен для усиления принятых сигналов, частотной селекции полезных сигналов из смеси с шумами и помехами, понижения несущей частоты принятых сигналов до заданного значения, которое принято называть промежуточной частотой.

Синтезатор частот формирует набор гармонических колебаний, необходимых для работы радиочастотного блока, шкалу времени аппаратуры потребителя и тактовые сигналы, синхронизирующие работу аналого-цифрового преобразователя и цифрового вычислителя.

Аналого-цифровой преобразователь трансформирует аналоговый сигнал, поступающий с выхода радиочастотного преобразователя, в цифровой сигнал, предназначенный для последующей обработки в цифровом вычислителе.

Цифровой вычислитель решает задачу извлечения навигационной и другой информации из принятых и преобразованных в цифровую форму радиосигналов.

По выполняемым функциям цифрового вычислителя часто представляют в виде сигнального и навигационного процессоров. При этом сигнальный процессор выполняет задачи первичной обработки сигналов:

- распараллеливание обработки входного сигнала на n каналов;
- формирование опорных сигналов дальномерного кода и управляемых опорных генераторов (гармонических колебаний);
- корреляционную обработку сигналов в каждом из n каналов;
- поиск сигналов по задержке и частоте;
- слежение за дальномерным кодом, частотой сигналов и формирование оценок псевдодальности, псевдодоплеровской частоты и псевдофазы;
- выделение навигационных данных, передаваемых в радиосигналах;
- оценку отношения сигнал/шум q_c / n_0 для принимаемых радиосигналов;
- привязку шкалы времени потребителя к системной шкале времени.

Навигационный процессор решает задачи вторичной обработки, в том числе:

- декодирование эфемеридной информации, альманахов и т. д. из навигационных сообщений;
- оценку координат потребителя (в той или иной системе координат) и составляющих его вектора скорости;
- комплексную обработку оценок псевдодальностей, псевдодоплеровских частот (и/или псевдофаз) с данными других измерителей (инерциальных и/или доплеровских систем навигации и др.);
- пользовательские алгоритмы маршрутизации, привязки к опорным точкам, вывод в заданный район и т. д.

Практическая реализация цифрового вычислителя традиционно включает в себя жесткую аппаратную часть (многоканальный коррелятор) и программируемый вычислитель. Многоканальный коррелятор представляет собой отдельную микросхему, в которой реализованы все необходимые для работы навигационной аппаратуры корреляторы (несмещенные, опережающие и запаздывающие, с обычным и суженым стробом и т. д.), генераторы дальномерных кодов, управляемые опорные генераторы и схемы управления режимами работы коррелятора. В некоторых типах микросхем многоканального коррелятора реализуются также петли слежения за задержкой кода, частотой и фазой сигнала, а также схемы демодуляции навигационного сообщения. Программируемый вычислитель реализует обработку отсчетов с выходов многоканального коррелятора, следующих с относительно невысокой частотой (100... 1000 Гц) с целью решения конечной навигационной задачи, используя для этого соответствующее программное обеспечение.

В последние годы интенсивно развивается направление, основанное на полностью программной реализации цифрового вычислителя. При этом он может выполняться на программируемых процессорах общего назначения (в том числе и на персональных ЭВМ) или на цифровых сигнальных процессорах. Основным достоинством такого подхода является большая гибкость при проектировании новых типов навигационной аппаратуры, а также широкие возможности по использованию новых, перспективных алгоритмов обработки сигналов информации, например, одноэтапных алгоритмов. Кроме того, при таком подходе снижаются стоимость и время разработки навигационной аппаратуры.

Список использованных источников

1. Мищенко В. Н. Системы спутниковой навигации: учеб.-метод. пособие / В. Н. Мищенко. – М.: БГУИР, 2011. – 56 с.
2. Соловьев, Ю. А. Системы спутниковой навигации / Ю. А. Соловьев. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.