

Согласованное по времени управление преселектором приёмника для снижения аномальных ошибок оценивания параметров СИГНАЛОВ

А. С. Ельцов

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

4n71ch957@gmail.com

В. Н. Малышев

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

vm@ieee.org

А. С. Казаринов

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

andrewk97@bk.ru

М. Е. Шевченко

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

m_e_shevchenko@mail.ru

Аннотация. Устройство с управляемым преселектором предназначено для систем радиомониторинга и пассивной радиолокации. При использовании программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) для цифровой обработки сигналов (ЦОС) процессы управления элементами системы и обработки данных, часто не согласованы между собой по времени. Несогласованность приводит к появлению внутренних помех и увеличению погрешности оценивания характеристик сигнала. Предложена структура радиоприёмного устройства, в которой управление преселектором осуществляется микропроцессором с временным согласованием с алгоритмами ЦОС, реализованными в ПЛИС. Управляющие воздействия формируются в виде отличающихся по длительности импульсов, которые преобразуются микроконтроллером в потенциальные сигналы управления. Предложенный подход уменьшает влияние переходных процессов при перестройке преселектора и снижает вероятность возникновения аномальных оценок параметров сигнала.

Ключевые слова: управляемый преселектор; супергетеродинный приёмник; ПЛИС; микроконтроллер; временная синхронизация; аномальные ошибки; радиомониторинг

I. ВВЕДЕНИЕ

Средства радиомониторинга и пассивной радиолокации требуют высокой точности определения частотно-временных параметров сигналов. Аномальные оценки этих параметров приводят к ухудшению качества классификации сигналов и снижению эффективности работы систем анализа радиочастотной обстановки. Даже небольшая доля аномальных оценок параметров сигналов, сформированных при широкополосном приеме, существенно влияет на корректность их распознавания [1].

Одной из причин возникновения аномальных оценок является отсутствие синхронизации процессов обработки сигналов в различных блоках супергетеродинного радиоприёмного устройства (РПУ).

При использовании ПЛИС для реализации алгоритмов цифровой обработки возникает проблема

вариации времени прохождения сигналов через различные логические структуры. Это приводит к несогласованности процессов управления преселектором и формирования выборок при аналого-цифровом преобразовании. В результате могут возникать внутренние помехи и искажения информационных параметров принимаемого сигнала.

Целью работы является разработка структуры РПУ с управляемым преселектором, обеспечивающей временное согласование процессов управления и ЦОС для повышения точности оценок параметров сигнала [3].

II. СТРУКТУРА РАДИОПРИЁМНОГО УСТРОЙСТВА

Традиционное радиоприёмное устройство, реализованное по супергетеродинной схеме, содержит следующие основные функциональные узлы: аттенюатор входного сигнала, управляемые преселекторы, преобразователь частоты, усилитель промежуточной частоты, аналого-цифровой преобразователь, блок ЦОС на базе ПЛИС, синтезатор частоты и опорный генератор, генератор тактовых импульсов и блок управления (рис. 1) [4].

Входной сигнал поступает с антенны на аттенюатор, который обеспечивает регулирование уровня сигнала и предотвращает перегрузку последующих каскадов. В преселекторе происходит предварительная частотная селекция и подавление внеполосных помех. В преобразователе частоты сигнал переносится на фиксированную промежуточную частоту с помощью колебания синтезатора частот, пропущенного через режекторный фильтр [5]. Полученный сигнал промежуточной частоты выделяется усилителем промежуточной частоты и поступает на аналого-цифровой преобразователь. С выхода аналого-цифрового преобразователя цифровые выборки поступают в блок ЦОС, реализованный на базе ПЛИС. В данном блоке происходит обнаружение сигналов, оцениваются требуемые параметры сигнала и формируется выходная информация. Опорный генератор формирует эталонные сигналы, используемые синтезатором частот и генератором тактовых импульсов. Генератор тактовых импульсов обеспечивает синхронизацию работы блока

цифровой обработки и аналого-цифрового преобразователя.

однако процессы перестройки преселектора могут быть не согласованы с алгоритмами обработки сигналов [6].

Синтезатор частот, преселектор, генератор тактовых импульсов и блок ЦОС функционируют синхронно,

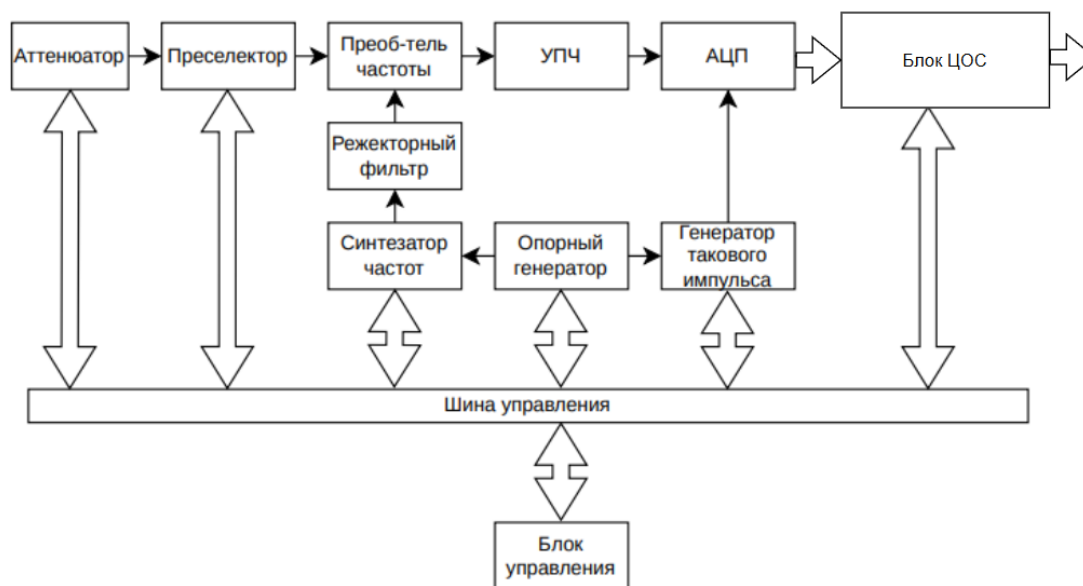


Рис. 1. Традиционное построение РПУ

III. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕСЕЛЕКТОРОМ

В супергетеродинном РПУ перестройка преселектора осуществляется одновременно с изменением частоты гетеродина. При перестройке возникают переходные процессы, вызывающие искажения сигнала. Если в этот момент производится дискретизация сигнала, то сформированные выборки содержат значительные ошибки, из-за которых появляются внутренние помехи и возрастает СКО оцениваемых параметров. Для устранения данного недостатка в предлагаемой структуре управление преселектором осуществляется напрямую из блока ЦОС (рис. 2) [8]. Блок дополнительно содержит микроконтроллер, взаимодействующий с ПЛИС через формирователь команд управления. Формирование управляющих сигналов преселекторов состоит из двух этапов.

На первом этапе формируются управляющие импульсы различной длительности, поступающие на микроконтроллер с формирователя команд управления, образованного на ПЛИС. Эти импульсы используются в качестве кодированных команд управления. Во время второго этапа микроконтроллер преобразует длительности входных импульсов в набор потенциальных управляющих сигналов, которые непосредственно подаются на преселектор. Таблица соответствия импульсов и управляющих сигналов предварительно записывается в память микроконтроллера.

Такой подход позволяет синхронизировать перестройку преселектора с алгоритмами ЦОС, реализованными на ПЛИС. В результате обеспечивается временное разделение процессов между перестройкой частотных характеристик преселектора, формирования выборки АЦП и ЦОС. Аналого-цифровой преобразователь синхронизируется отдельным тактовым сигналом, за счет чего учитываются различия во временных параметрах работы АЦП и ПЛИС.

IV. СНИЖЕНИЕ ДОЛИ АНОМАЛЬНЫХ ОЦЕНОК

Отсутствие согласованности процессов управления преселектором и ЦОС приводит к возникновению внутренних помех, которые в дальнейшем интерпретируются системой обработки как изменения параметров сигнала [9, 10]. Такие искажения проявляются в виде: изменения оценок частоты сигнала, ошибок определения длительности импульсов либо ложных обнаружений сигналов. В системах радиомониторинга подобные ошибки относятся к категории аномальных. Они значительно превышают уровень нормальных статистических ошибок и могут существенно исказить результаты анализа сигнальной обстановки.

Предложенный метод согласования процессов управления позволяет исключить обработку сигналов в моменты перестройки преселектора и уменьшить влияние переходных процессов. В результате снижается уровень внутренних помех и повышается точность оценок параметров сигналов.

