

М.М. ШАРКАДИ, магистр, студент, НТУ “ХПИ”;

В.А. ПУЛЯЕВ, д-р техн. наук, проф., зам. дир., Институт ионосферы,
Харьков

КОНТРОЛЬНЫЙ КАНАЛ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

Рассмотрена разработка контрольного устройства для вычисления межпериодной корреляции сигнала рассеяния и проведено моделирование алгоритмов его работы.

Ключевые слова: сигнал рассеяния, межпериодная корреляция, отражения от дискретных целей.

Постановка задачи. В настоящее время большое внимание уделяется изучению околоземного космического пространства методом некогерентного рассеяния (НР) радиоволн. Но надежному расчету параметров ионосферной среды мешает ряд факторов – появление в зоне ДН антенн радаров спутников и метеорных потоков, а также возникновение когерентных сигналов из-за работающих радиосистем [1]. Все это приводит к возникновению мешающих отражений, в результате чего дальнейшая статистическая обработка полезного сигнала и его анализ дают неверный результат.

Метод НР предполагает использование процедур предварительного анализа и уточнения данных с последующим устранением аномальных результатов при обработке входной информации [2]. Это способствует максимальному приближению решений к теоретически обоснованному минимуму ошибок в процессе параметрической идентификации состояния ионосферной плазмы. В то же время эффективным подходом является и техническое усовершенствование системы корреляционной обработки для радара НР, а именно – внедрение в его структуру одноканального вспомогательного вычислительного устройства, предназначенного для расчета коэффициентов корреляции сигнала НР на интервале, равном периоду излучения зондирующего импульса.

Целью данных исследований является создание условий для улучшения точности распознавания во входной информации всевозможных помех, а также отражений от дискретных объектов путем дополнительного корреляционного анализа сигнала в контрольном устройстве обработки.

Разработка контрольного канала. Процедура отслеживания аномальных значений элементов числового ряда является крайне важным пунктом контроля ионосферных данных. Она заключается в проверке чисел на отклонения, которые противоречат априорной информации о величине сигнала рассеяния на исследуемых высотных интервалах. В процессе проверки осуществляется фиксация мест появления этих помех с тем, чтобы при последующей обработке иметь возможность их детального учета.

Реализация метода определения высотных интервалов, на которых появляются отражения, производится путем расчета характеристик контролируемого сигнала вдоль числовых выборок (шкалы высот) [2]. К этим характеристикам относятся математическое ожидание оценок и их соответствующие дисперсии, которые используются при анализе попаданий текущих значения сигнала в некоторый задаваемый доверительный интервал.

Суть усовершенствования состоит в разработке вспомогательного одноканального корреляционного устройства [3], устанавливаемого на выходе приемника и предназначенного для расчета и накопления на протяжении сеанса измерений высотного распределения коэффициентов межпериодной (через задержку $T_{изп}$) корреляции сигнала НР, поступающего на протяжении радиолокационной развертки дальности. Результат накопления коррелятора при этом дает возможность для отчетливого наблюдения коррелированных выбросов, место расположения которых указывают на локализацию отражений от целей и импульсных помех.

На рис. 1 приведена функциональная схема предложенного варианта контрольного канала для системы обработки радар НР.

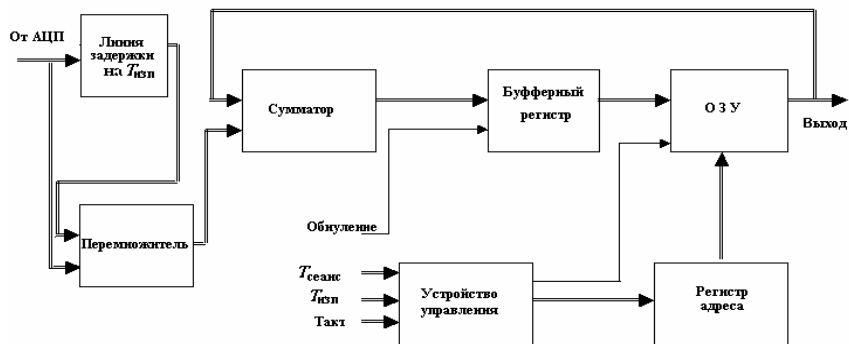


Рис. 1 – Функциональная схема контрольного канала

Информация, поступающая на такой канал с АЦП, имеет разрядность 8 байт. Выходная информация, образованная перемножением случайных чисел соседних разверток, но с одноименных высотных участков и за время сеанса накопления длительностью $T_{сеанс} = 1$ мин, не превышает разрядности 16 байт. Полученный результат поступает на выход канала, и далее через параллельный порт считывается для дальнейшего анализа.

Результаты моделирования процесса обработки информации в контрольном канале приведены на рис. 2.

В качестве исходных данных был взят двумерный информационный массив, полученный на протяжении сеанса длительностью 1 мин, когда напряжения принимаемого вдоль развертки дальности сигнала рассеяния,

содержащие, в том числе, и отражения от летательных объектов, заносились в оперативную память ПК. С использованием этого массива были получены результаты аналитического моделирования процесса расчета высотного распределения межпериодной корреляции $R(T_{ин}, h)$ (нижняя часть рисунков).

Как можно видеть, используемое статистическое накопление перемножаемых в соседних развертках некоррелированных отсчетов сигнала рассеяния дает приближающуюся к нулю составляющую, в то время как накопление перемножаемых составляющих от когерентных отражений (а) и импульсных помех (б) оказываются отличными от нуля. Такой результат возможен благодаря тому, что интервал корреляции для мешающих сигналов больше периода повторения $T_{ин}$, а для сигнала НР значительно меньше. В целом, применяемый подход увеличивает возможность выявления и идентификации коррелированных сигналов от дискретных объектов с помощью предложенного дополнительного канала. Повышается достоверность получения информации также в том случае, когда возникают отражения в виде сигналов от объектов, захватываемых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны.

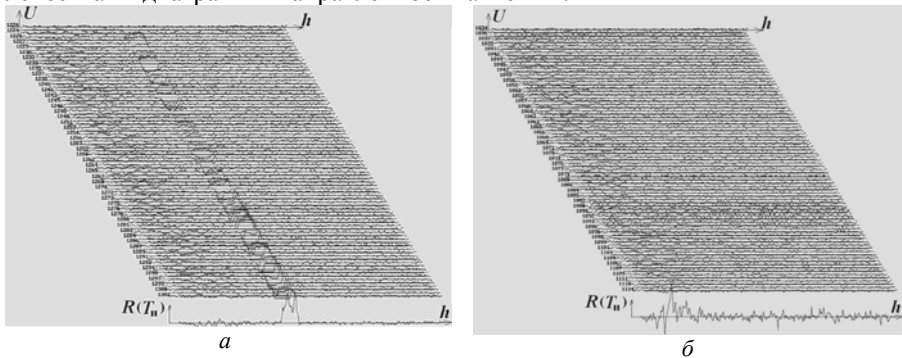


Рис. 2 – Сигнал НР вдоль разверток дальности и полученные с его помощью межпериодные коэффициенты корреляции

Для обеспечения синхронной работы блоков контрольного канала от задающей системы радара НР должны поступать серии импульсов, как это показано на рис. 3.

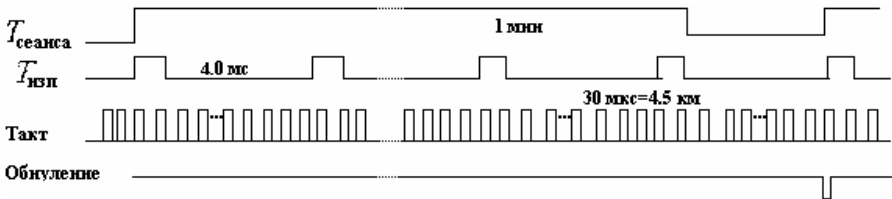


Рис. 3 – Сигналы управления контрольным каналом

Они предназначены для первоначального обнуления оперативной памяти, управления регистром адреса, обеспечения режима тактирования схем блоков во время работы, для задания интервала, предназначенного для считывания данных с контрольного канала и т.д.

Выводы. В работе предложена методика аппаратурного анализа сигнала рассеяния, использование которой позволяет с целью увеличения отношения сигнал/шум уменьшить зависимость результатов обработки от мешающих отражений и импульсных помех. Для ее реализации на первичном этапе анализа данных, непосредственно производимой в процессе прохождения информации через основной канал обработки, необходимо осуществить режим “перехватывания” оцифрованных значений сигнала с выхода приёмника радара НР и осуществить предварительную межпериодную корреляционную обработку. Для этой цели рассмотрена функциональная схема контрольного канала, работающего по предложенному алгоритму, который синхронизируется с помощью управляющих сигналов с радара НР.

Приведены результаты моделирования процесса расчета в таком контрольном канале межпериодных коэффициентов корреляции на примере обработки информации для одного из сеансов экспериментальных данных. Полученная информация о наличии отражений от целей и появлении импульсных помех предназначена оператору при анализе им во время отбора полезной информации из смеси сигнал+шум, фиксируемой в основном канале обработки радара НР.

Список литературы: 1. Экологические проблемы и риски воздействия ракетно-космической техники на окружающую природную среду: справочное пособие / под общ. ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. – М.: Анкил, 2000. – 640 с. 2. Пуляев В.А. Определение параметров ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн: монография / В.А. Пуляев, Д.А. Дзюбанов, И.Ф. Домнин. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2011. – 240 с. 3. Шаркади М.М. Контрольный канал радара некогерентного рассеяния / М.М. Шаркади, В.А. Пуляев // Сб. тезисов международной школы-конф. “Дистанционное радиозондирование ионосферы (ИОН-2013)”. – Малый Маяк, Крым. – 30 сентября – 4 октября 2013. – С. 54.

Поступила в редколлегию 19.11.2013

УДК 628.396

Контрольный канал радара некогерентного рассеяния / М.М. Шаркади, В.А. Пуляев // Вісник НТУ “ХПИ”. Серія: Радіофізика та іоносфера. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2013. – № 33 (1066). – С. 80-83. Бібліогр.: 3 назв.

Розглянуто розробку контрольного пристрою для обчислення міжперіодної кореляції сигналу розсіяння та проведено моделювання алгоритмів його роботи.

Ключові слова: сигнал розсіяння, міжперіодна кореляція, відгуки від дискретних цілей.

The development of a control device for computing the correlation from period to period for scattering signal and modeling algorithms for its work are treated

Keywords: scattering signal, the correlation from period to period, the reflection from the digital objects.