

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ ПЕЛЕНГАЦИИ В ЦИФРОВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ В УСЛОВИЯХ ДЖИТТЕРА АЦП

Точность оценок параметров сигнала, полученных по дискретным выборкам, определяется, главным образом, соответствием используемой модели реальному процессу, длиной выборки и отношением сигнал/шум. При дискретизации аналоговых сигналов вследствие нестабильной работы генератора тактовых импульсов и шумов в цепях синхронизации аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) возникают искажения результатов дискретизации, что проявляется в несовпадении значений истинного и реально взятого отсчетов напряжений. Мультипликативный характер шума, созданного джиттером, приводит к возникновению погрешностей, которые не могут быть полностью устранены увеличением мощности сигнала на выходе передатчика. Таким образом, оценивание джиттера позволяет определить потенциальную границу улучшения возможностей радиотехнической системы за счет повышения энергетики сигнала.

В докладе рассматривается получение нижней границы Крамера-Рао для задачи пеленгации в цифровой антенной решетке в условиях джиттера АЦП.

Для представления дискретизированного сигнала на выходе АЦП используется линеаризованная по джиттеру модель синусоидального сигнала в аддитивном шуме. При этом джиттер считается малой случайной величиной с равным нулю средним значением. Предполагается, что джиттер и аддитивный шум имеют нормальное распределение с известными дисперсиями.

Можно показать, что задача пеленгации направления прихода сигнала эквивалентна задаче измерения частоты пространственного сигнала, дискретизируемого с помощью АЦП по пространству апертуры.

Считая, что отсчеты джиттера и аддитивного шума не зависимы в разных каналах приемной решетки, можно записать функцию правдоподобия в виде произведения вероятностей для всех отсчетов по апертуре, сформированных в один момент времени.

Дифференцируя логарифмическую функцию правдоподобия по пространственной частоте (случай линейной решетки) и приравнявая производную нулю, получаем уравнение правдоподобия для пространственной частоты, которая выражается через угол на источник сигнала. В случае плоской решетки дифференцирование выполняется по обоим пространственным частотам и формируется система из двух уравнений.

К сожалению, так как дисперсия отдельных отсчетов зависит от параметров входного сигнала, применить метод модифицированной функции правдоподобия не представляется возможным. На данном этапе полученные уравнения правдоподобия решить аналитически не удалось в виду представления уравнения полиномами выше 4-го порядка.

Повторным дифференцированием по пространственным частотам и усреднением функции правдоподобия, рассчитывается нижняя граница Крамера-Рао (НГКР) для пеленгации в условиях джиттера АЦП.

Нижняя граница зависит как от параметров принимаемого решеткой сигнала, так и, собственно, от направления прихода. Анализ полученных выражений показывает, что использование накопления сигнальной выборки во времени по каждому каналу решетки позволяет заметно снизить влияние джиттера на точность пеленгации.