# 1.1 Сообщения, сигналы и помехи в радиотехнических системах (РТС)

Радиолокация – радиотехнические методы и средства обнаружения объектов и измерения параметров их движения, основанные на обработке сигналов, отраженных от объекта локации.

Сообщение () – совокупность знаков, символов, параметров, отображающих ту или иную информацию (дискретные/аналоговые по уровню/времени).

Сигнал () – физический процесс, отображающий сообщение (в РТС – электромагнитное поле). В общем случае имеет вид:

Параметры – вектор неинформативных (не отображающие информацию) параметров (, поляризация), информативных ().

Узкополосный сигнал – ширина спектра которого много меньше несущей частоты. Его записать через комплексную огибающую (аналитический сигнал).

*,* где

Корреляционный интеграл узкополосного сигнала можно выразить через комплексные амплитуды при условии, что интервал интегрирования

Также с корреляционной функцией

Прямое, обратное БПФ.

Амплитудный, энергетический и спектра мощности.

Энергия сигнала. Мощность

Модуляция – перенос спектра низкочастотной модулирующей функции в область ВЧ. Демодуляция – выделение из принятого радиосигнала модулирующей функции. Виды – амплитудная/импульсная/фазовая, непрерывная/дискретная, непрерывное излучение/дискретное излучение, узкополосный/широкополосный сигнал

База – характеристика ширины спектров сигналов. Для узкополосных (простых) сигналов B=1, для широкополосных (сложных) B>>1. Для сложных сигналов ширина спектра определена модуляцией.

Известные модуляции –

ЛЧМ с (ширина здесь определена как ширина обоих половин в радиосигнале, отрицательной и положительной, полоса, где сосредоточена энергия сигнала).

Фазоманипулированный сигнал ПСП (меняется фаза от импульса к импульсу) ( – длительность «чипа»)..

Корреляционная функция – математическое ожидание произведения мгновенных значений сигнала, разделенных промежутком времени.

Свойства:

1. В интервале симметричная, четная, убывающая функция.

2. .

3. Взаимная корреляционная функция сигналов и в будет корреляционным интегралом.

Интервал корреляции – интервал времени, на котором значения комплексной амплитуды сигнала имеют заметную корреляцию (существенную для решающей задачи). Определяется длительностью и видом модуляции.

Двумерная частотно-временная функция корреляции (двумерная функция неопределенности) – мера сходства двух образцов сигнала, сдвинутых на время и круговую частоту. Можно определить во вещественной части комплексной амплитуды.

Белый гауссов шум – стационарный гауссов случайный процесс с нулевым математическим ожиданием корреляционной функцией вида‑функции. Имеет равномерный частотный спектр в бесконечной полосе частот.

Дельта-функция.

Квазибелый шум – шум, имеющий равномерное распределение мощности по спектру от нулевых частот до значения граничной частоты.

Спектральная плотность мощности квазибелого шума

где. – дисперсия шума (мощность на сопротивлении 1 Ом).

Классификация помех по происхождению: естественные (внутренние / внешние), искусственные (непреднамеренные (от других РТС / индустриальные) / преднамеренные)

Классификация помех по форме: непрерывные (шумовые (заградительные / в части полосы) / гармонические (одночастотные / многочастотные) / структурные (имитирующие / ретранслирующие)) / импульсные (регулярные / хаотические)

Структурные – близкие по структуре к сигналу РТС.

# 1.2 Статистическое описание сигналов и помех в РТС

Необходимым и достаточным условием того, что два случайных процесса и независимы, является то, что их совместная плотность распределения вероятностей равна произведению плотностей распределения вероятностей каждого из этих процессов.

Математическое ожидание характеризует среднее значение случайного процесса

Дисперсия характеризует разброс величин случайного процесса

Стационарный случайный процесс – вид n-мерной функции плотности распределения вероятности не изменится при произвольном переносе начала отсчета времени. Т.е. одномерная плотность распределения вероятности не зависит от времени. Двумерная плотность распределения стационарного случайного процесса зависит от разности. Его вероятностные характеристики (мат. ожидание и дисперсия) не зависят от времени.

Взаимная корреляционная функция – степень подобия и взаимосвязь значений двух различных случайных процессов в моменты времени t1, t2.

– совместная плотность вероятности выборок случайных процессов.

Автокорреляционная функция – взаимосвязь значений одного случайного процесса в различные моменты времени t1, t2.

В момент времени автокорреляционная функция равна дисперсии.

Строго стационарный процесс – вид n-мерной функции плотности распределения вероятности не изменится при произвольном переносе начала отсчета времени. Двумерная плотность распределения стационарного случайного процесса зависит от разности.

Процесс, стационарный в широком смысле – процесс, и которого не зависят от времени, а автокорреляционная функция зависит только от времени. Применяется, когда закон распределения случайной величины не известен.

Эргодический случайный процесс – стационарный процесс, вероятностные характеристики которого могут быть получены по одной реализации этого процесса (путем усреднения по времени). Т.е. процесс, в котором результаты усреднения по времени совпадают с результатом усреднения по ансамблю реализаций.

Математическое ожидание и дисперсия эргодического случайного процесса:

Автокорреляционная функция эргодического случайного процесса

Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса – преобразование Фурье от автокорреляционной функции стационарного СП.

Преобразования Винера-Хинчина – соотношение между АКФ и СПМ стационарного процесса (преобразование Фурье)

АКФ квазибелого шума с (на полосе)

Время корреляции стационарного СП.

где – нормированная АКФ

Эффективная ширина спектра стационарного СП

Связь времени корреляции и эффективной ширины спектра стационарного СП

Одномерная плотность распределения гауссово СП

Функция распределения гауссово СП

– интеграл вероятностей (функция Лапласа)

Сумма и дисперсия независимых нормальных случайных величин – математическое ожидание и дисперсия есть сумма математического ожидания и дисперсии отдельных величин.

ПВ и ФР усеченного нормального СП (только в положительной области)

ПВ и ФР закона Релея

где – параметр распределения.

ПВ и ФР Релея-Райса

где – Q-функция Маркума первого порядка; – модифицированная функция Бесселя первого рода нулевого порядка; – параметры распределения

ПВ Релея-Райса как модуль комплексного числа, составляющие которого распределены по нормальному закону