

“УТВЕРЖДАЮ”

зав.кафедрой ФОРС
профессор

Ю.А.Гребенко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса “Устройства приёма и преобразования сигналов” (2018-19 уч. год)

1. Прохождение сигнала и шума через приёмный тракт

Прохождение сигнала и шума через блок высокой частоты (БВЧ). Энергетический спектр и автокорреляционная функция квазигармонического шума на выходе БВЧ. Статистические характеристики огибающей квазигармонического шума на выходе БВЧ: плотность вероятности (распределение Релея), математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, автокорреляционная функция (без вывода). Статистические характеристики огибающей суммы гармонического сигнала и квазигармонического шума: плотность вероятности (распределение Райса).

Анализ воздействия сигнала и шума на линейный амплитудный детектор. Энергетический спектр шума на выходе АД (качественно). Отношение сигнал-шум на выходе линейного АД: а) случай малого отношения сигнал-шум на входе АД; б) случай большого отношения сигнал-шум на входе АД без вывода.

Статистические характеристики мгновенной частоты суммы гармонического сигнала и узкополосного шума. Автокорреляционная функция и энергетический спектр мгновенной частоты (случай большого отношения сигнал-шум). Анализ воздействия сигнала и шума на частотный детектор. Расчёт отношения сигнал-шум на выходе приёмника ЧМ сигналов (в надпороговой области). Пороговый эффект при приёме ЧМ сигналов. Влияние формы АЧХ БНЧ на отношение сигнал-шум на выходе приёмника. Методы повышения качества приёма ЧМ сигналов (предыскажение, регенерация несущей, приём с обратной связью по частоте).

2. Цифровая обработка сигналов в радиоприёмных устройствах

Представление принимаемого сигнала в виде аналитического сигнала и комплексной огибающей; спектры аналитического сигнала и комплексной огибающей. Идеальный преобразователь Гильберта, его импульсная характеристика, АЧХ и ФЧХ (без вывода). Низкочастотные квадратурные составляющие и комплексная огибающая узкополосного сигнала. Формирование комплексной огибающей: а) в схеме с квадратурными смесителями; б) с помощью цифрового фильтра Гильберта и цифрового преобразования частоты.

Цифровые демодуляторы, использующие низкочастотные квадратурные составляющие сигнала: алгоритмы работы цифрового АД, цифрового ФД, цифрового ЧД (алгоритм без вычисления полной фазы).

3. Основы оптимального приёма сигналов

Основные задачи оптимального приёма сигналов: оценивание (измерение) параметра сигнала, обнаружение сигнала, различение двух сигналов. Априорное и апостериорное распределения вероятностей измеряемого параметра, функция правдоподобия параметра, критерий максимума апостериорной вероятности. Функция правдоподобия параметра при приёме сигнала на фоне нормального белого шума; логарифм апостериорной плотности вероятности. Структурная схема приёмника, оптимального по критерию максимума апостериорной вероятности: а) в общем случае; б) в случае измерения неэнергетического параметра с равномерным априорным распределением вероятностей.

Корреляционный приёмник для измерения задержки полностью известного сигнала. Расчёт максимального отношения сигнал-шум на выходе коррелятора.

Оптимальное обнаружение полностью известного сигнала. Характеристики оптимального обнаружителя: вероятность обнаружения, вероятность ложной тревоги. Критерий Неймана-Пирсона, характеристики (кривые) обнаружения. Структурная схема оптимального обнаружителя сигнала со случайной начальной фазой (без вывода).

Оптимальное различение двух полностью известных сигналов. Вероятность ошибки при оптимальном различении двух равновероятных сигналов с одинаковой энергией; вероятность ошибки при различении противоположных и ортогональных сигналов.

Согласованные линейные фильтры: импульсная характеристика согласованного фильтра (СФ) (без вывода), комплексная частотная характеристика, отклик СФ на сигнал. Использование СФ для определения значения корреляционного интеграла. Максимальное отношение сигнал-шум на выходе СФ. Структура оптимального приёмника с согласованными фильтрами: а) в общем случае измерения неэнергетического параметра сигнала; б) в случае измерения задержки сигнала. Структурная схема СФ для прямоугольного видеопульса и для радиопульса с прямоугольной огибающей. Оптимальный приём радиосигнала со случайной начальной фазой: а) схема с согласованным с радиосигналом фильтром и АД; б) схема с согласованными с видеосигналом фильтрами в квадратурных каналах. Примеры схем оптимальных приёмников с СФ: 1) обнаружитель радиопульса со случайной начальной фазой; 2) приёмник некогерентного сигнала с бинарной частотной манипуляцией.

4. Элементы радиочастотного тракта, их параметры и методы измерений

Описание линейной системы с помощью матрицы рассеяния (S-параметры). Понятие коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) как меры отличия от идеального значения входного/выходного импеданса. Влияние согласования на АЧХ тракта. Применение аттенюатора для улучшения согласования по входу и выходу с волновым сопротивлением кабеля. Понятие группового времени запаздывания (ГВЗ). Основные характеристики фильтра: полоса пропускания и частота среза по заданному уровню; неравномерность АЧХ в полосе пропускания; наибольший коэффициент отражения по входу и выходу в полосе пропускания; неравномерность ГВЗ в полосе пропускания.

Методы измерения основных параметров фильтров высокочастотного (ВЧ) диапазона: методика измерения АЧХ фильтра с помощью генератора сигналов и анализатора спектра; методика измерения коэффициента отражения при несогласованной нагрузке с помощью генератора сигналов, анализатора спектра и направленного ответвителя.

Основные параметры ВЧ усилителя: коэффициент усиления, коэффициент обратной передачи, коэффициенты отражения; коэффициент шума; максимальная выходная мощность и точка однодецибельной компрессии.

Методы измерения основных параметров усилителей ВЧ диапазона: измерение коэффициента усиления и коэффициента обратной передачи усилителя с помощью генератора сигналов и анализатора спектра; измерение коэффициента шума усилителя; измерение модуля коэффициента отражения по входу и выходу усилителя с помощью генератора сигналов, анализатора спектра и направленного ответвителя; измерение точки однодецибелной компрессии P_{1dB} усилителя.

Программу составила
ст. преп. кафедры ФОРС

Ю.Д. Наумова