

1. Основные сведения о радиотехнических системах

1.1. Классификация радиотехнических систем и решаемые ими задачи

Радиотехнические системы (РТС) – это класс информационно-управляющих систем, осуществляющих передачу, извлечение или разрушение информации с помощью радиоволн. В общем случае, РТС включает в свой состав радиопередающее и радиоприёмное устройства.

Характерным признаком РТС является использование радиосигнала в качестве носителя информации. По виду применяемых сигналов различают непрерывные, импульсные и цифровые радиотехнические системы.

В непрерывных (аналоговых) РТС информация отображается непрерывным изменением одного или нескольких параметров несущего колебания, таких как амплитуда, частота, фаза.

В импульсных РТС сигнал представляет собой последовательность радиоимпульсов, в которой информацию могут представлять как параметры отдельных импульсов (частота, фаза, длительность), так и параметры самой последовательности (число импульсов в последовательности, интервал между ними).

В цифровых РТС аналоговый сигнал, несущий информацию, преобразуется в цифровой, который модулирует несущее колебание.

По назначению РТС подразделяются на:

- РТС передачи информации (РСПИ);
- РТС извлечения информации;
- РТС разрушения информации;
- РТС радиоуправления.

РТС передачи информации предназначены для передачи информации из одной точки пространства в другую. К ним относятся системы радиосвязи, телеметрии, радиовещания и телевидения.

РТС извлечения информации предназначены для извлечения информации о каком-либо объекте. К ним относятся радиолокационные и радионавигационные системы, а также системы радиоразведки радиотехнических средств противника.

Радиолокация, объединяет методы и технические средства

обнаружения объектов и измерения параметров их движения, основанные на использовании радиоволн. Радиолокационные измерения основаны на обработке сигналов, отражённых от объекта (радиолокационной цели) или излучаемых объектом.

Радионавигация охватывает радиотехнические методы навигации кораблей, летательных аппаратов и других мобильных объектов. Радионавигационные измерения основаны на обработке сигналов, излучаемых специальными радиопередающими устройствами (радиомаяками), местоположение которых известно.

Радиолокация и радионавигация тесно связаны общностью решаемых задач: определение координат объектов и параметров их движения.

Радиоразведка включает методы и технические средства обнаружения факта активной работы радиотехнических средств противника, определение их местоположения, а также измерение параметров и анализ структуры используемых ими сигналов.

К основным задачам, решаемым РТС извлечения информации можно отнести:

- Обнаружение объекта (основано на обнаружении сигнала известной структуры);
- Измерение дальности до объекта (сводится к измерению запаздывания радиоимпульса);
- Определение направления на объект (осуществляется с использованием специальных видов диаграмм направленности антенн или сводится к измерению времени запаздывания радиоимпульса);
- Измерение скорости движения объекта (сводится к измерению сдвига несущей частоты радиосигнала, основано на эффекте Доплера: при взаимном перемещении источника и приёмника радиосигнала возникает сдвиг его несущей частоты, пропорциональный скорости сближения или удаления).

РТС разрушения информации предназначены для создания условий затрудняющих или делающих невозможной работу радиотехнических средств противника.

РТС радиоуправления предназначены для дистанционного управления работой различных объектов с помощью радиосигналов, сочетают передачу и извлечение информации.

Обработка сигналов, осуществляемая в приёмных устройст-

вах РТС в соответствии с их предназначением, включает решение следующих задач:

- обнаружение сигнала;
- различение сигналов;
- оценивание (измерение) параметров сигнала.

Задача обнаружения сигнала характерна для радиолокационных систем обнаружения объектов. Радиопередающее устройство излучает сигнал известной формы. Когда радиолокационная цель присутствует в зоне обслуживания РТС, сигнал отражается от цели и в смеси с помехами поступает на вход приёмного устройства. В случае отсутствия объекта, на входе приёмного устройства присутствуют только помехи. От приёмного устройства требуется оптимальным (по какому-либо критерию) образом принять решение о наличии или отсутствии сигнала на входе.

Задача различения сигналов характерна для цифровых РСПИ. Передаваемая информация представляется в двоичном виде, то есть в виде последовательностей двух символов. Каждому символу ставятся в соответствие отличающиеся друг от друга (формой или параметрами) сигналы, которые, распространяясь от радиопередающего устройства к радиоприёмному, искажаются помехами. От приёмника РСПИ требуется определить, какой из сигналов поступил на вход. В соответствии с этим принимается решение о том, какой из символов содержался в текущей позиции передаваемого информационного сообщения. В более общем случае рассматривается различение не двух, а большего количества сигналов.

Задача оценивания параметров характерна для РТС измерения координат объектов и параметров их движения. При измерении дальности антенна радиопередающего устройства системы в известный момент времени излучает сигнал, который распространяется в направлении цели и, отражаясь от неё, поступает на вход приёмной антенны. Измерение времени запаздывания сигнала позволяет определить дальность до цели. Для измерения радиальной скорости движения цели требуется измерить смещение несущей частоты радиосигнала.

Рассмотренные задачи тесно между собой взаимосвязаны. Обнаружение сигнала можно рассматривать как различение двух сигналов, один из которых равен нулю, а другой является обна-

руживаемым сигналом. При оценивании параметров можно формально ввести в рассмотрение ансамбль сигналов, отличающихся друг от друга возможными значениями оцениваемого параметра. Тогда при оценке параметра достаточно будет указать, какой из сигналов ансамбля поступает на вход приёмного устройства – задача, таким образом, сводится к различению сигналов.

Обнаружение и оценивание параметров сигналов осуществляется в условиях воздействия помех и неопределённости относительно радиолокационных целей. Различение сигналов с РСПИ осуществляется на фоне помех, вероятность появления каждого из различаемых сигналов на входе приёмного устройства определяется свойствами источника информации. Это означает, что указанные задачи должны рассматриваться с привлечением методов теории вероятностей.

1.2. Основные характеристики РТС

В качестве характеристик РТС рассматривают тактические и технические характеристики.

Тактические характеристики определяют функциональные возможности РТС при её практическом использовании. Перечислим основные тактические характеристики РТС.

1. Показатель качества РТС. Качество РТС обнаружения характеризуют вероятностями правильного обнаружения цели и ложной тревоги. Вероятность правильного обнаружения представляет собой вероятность события, при котором в системе принимается решение о наличии цели при условии, что цель действительно присутствует в рабочей зоне. Вероятность ложной тревоги соответствует событию, при котором принимается решение о наличии цели, при условии, что цель отсутствует. Качество РТС различения сигналов характеризуется вероятностью ошибочного различения сигналов – это вероятность того, что в различитель принял неправильное решение о том, какой из сигналов передавался. При оценивании параметров сигналов качество системы характеризуется дисперсией оценки параметра.

2. Рабочая зона РТС. Это часть пространства, в которой система обеспечивает показатели качества не хуже заданных. Рабочая зона определяется дальностью действия РТС – это максимальное

расстояние, на котором обеспечиваются показатели качества не хуже заданных.

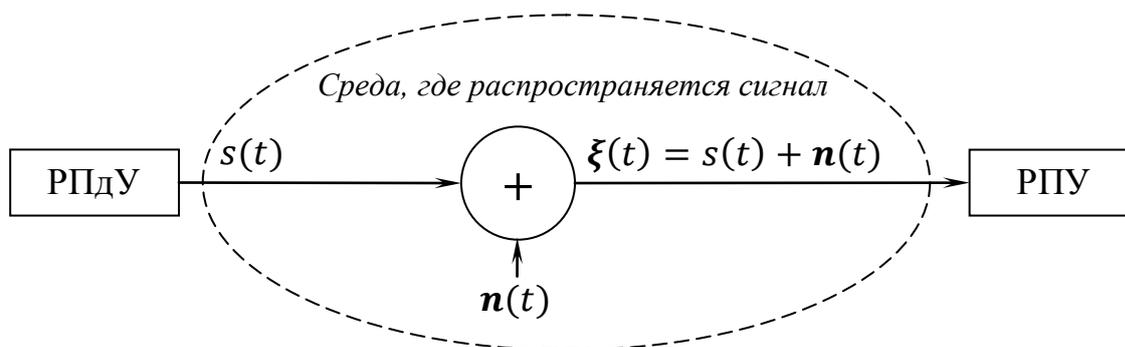
3. Разрешающая способность. Это способность РТС отдельно обнаруживать или измерять параметры движения двух близкорасположенных в пространстве объектов. Разрешающую способность оценивают минимальным расстоянием между двумя отдельно обнаруживаемыми объектами или минимальной разностью значений отдельно измеряемых параметров.

4. Помехоустойчивость. Это минимальное отношение сигнал/шум, при котором РТС обеспечивает показатели качества не хуже заданных.

К техническим характеристикам РТС относят:

1. Методы обзора рабочей зоны и определения координат цели;
2. Вид используемых сигналов, ширина спектра, рабочие частоты, их стабильность, мощность передающего устройства.
3. Чувствительность, динамический диапазон и полоса пропускания приёмника.
4. Форма и ширина диаграммы направленности антенн, их коэффициент направленного действия.

1.3. Обобщённая структурная схема РТС



В состав РТС входит радиопередатчающее (РПДУ) и радиоприёмное (РПУ) устройства. Излучаемый РПДУ сигнал распространяется во внешней среде, где подвергается воздействию помех, что нарушает его информационную структуру. Сигнал рассматривается как физический процесс, несущий информацию. На приёмной стороне он доступен лишь в аддитивной смеси с помехой и задачей РПУ является извлечение с наибольшей достовер-

ностью, полезной информации, содержащейся в сигнале. (Под извлечением информации понимают процедуры обнаружения, различения или оценивания параметров сигналов).

[Главная страница](#)

