

# 1. Введение

В процессе разработки и испытаний радиоэлектронной аппаратуры часто возникают задачи по оценке качества функционирования проектируемых систем и устройств. К сожалению, лишь немногие из этих задач могут быть решены точными аналитическими методами. Однако даже в случае удачи разработчик не может быть уверен в высоком качестве полученных технических решений. Причиной этого является то, что аналитические методы оценки дают достоверные результаты лишь при точном соответствии реальных условий функционирования разрабатываемой аппаратуры и математической модели этих условий. Это соответствие является скорее исключением, чем правилом, когда речь идет о радиотехнических системах, работающих в условиях высокой априорной неопределенности относительно статистики входных радиосигналов и помех, условий их распространения.

Безусловно, проведение натурных испытаний проектируемой аппаратуры позволяет адекватно оценить ее качество. Однако на этапе разработки и отладки вряд ли возможно говорить о качественном натурном эксперименте, поскольку его цена высока и реализация широкомасштабных экспериментальных исследований экономически не выгодна. В этих условиях единственным выходом для разработчика является проведение математического эксперимента. Такой эксперимент является не только экономически выгодным способом проверить качество функционирования радиоэлектронной аппаратуры на этапе ее проектирования и отладки. Проведение математического моделирования целесообразно еще и потому, что позволяет облегчить синтез и анализ алгоритмов обработки сигналов, реализация которых предполагает использование цифровых вычислительных устройств.

В основе проведения любого математического эксперимента лежит создание математической модели разрабатываемого или тестируемого устройства. При этом под *математической моделью* понимается формальное описание объекта или явления при помощи математических уравнений, которые могут быть представлены в замкнутой (решенной) или незамкнутой (нерешенной) форме. Соответственно *математическое моделирование* – это исследование объекта или явления на основе использования математической модели.

Исторически первым видом математического моделирования явилось моделирование аналитическое, в ходе которого разработчик производил расчет характеристик объекта по готовым формулам. Возможности данного метода, как уже было сказано выше, весьма ограничены, т.к. аналитические расчеты возможны лишь при простых по своей природе объектах. В настоящее время для исследования используется имитационное моделирование, при котором с максимальной степенью адекватности воспроизводится временная и логическая связь происходящих в объекте моделирования процессов.

В нашем случае объектом моделирования является *радиотехническая система (РТС)*. РТС – это совокупность технических средств обработки ра-

диосигналов, предназначенная для передачи информации и ее извлечения. Именно использование радиосигналов как носителей информации позволяет выделить радиосистемы из общего количества информационных систем в отдельную категорию. Информационная сущность РТС позволяет выделить следующие типы:

- РТС передачи информации (системы связи);
- РТС извлечения информации (радиолокационные системы, радионавигационные системы, системы радиоразведки);
- РТС разрушения информации (системы радиопротиводействия).

Любая РТС может быть укрупнено представлена в виде структурной схемы на рис. 1.1.

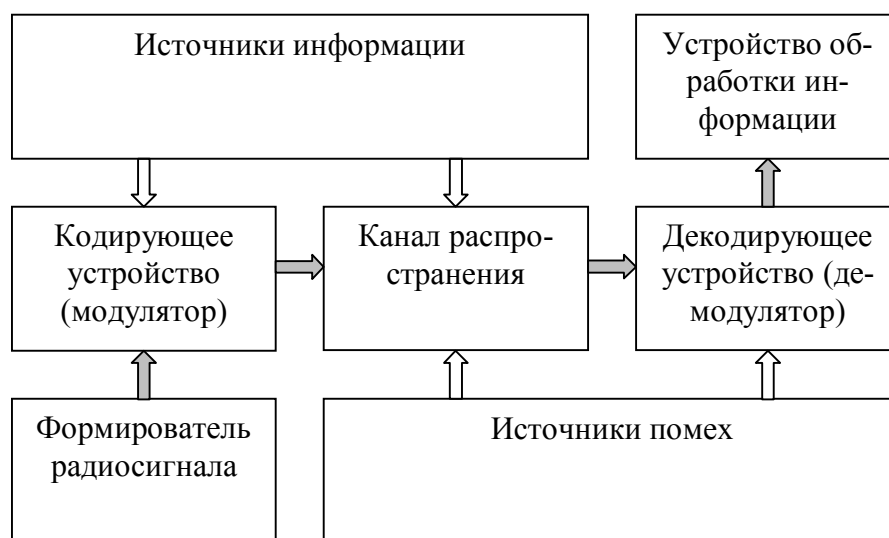


Рис. 1.1

Здесь формирователь сигнала генерирует радиосигнал, который поступает на кодирующее устройство (модулятор), функцией которого является наполнение сигнала информационным содержанием путем изменения его параметров (амплитуды, фазы, частоты, поляризации). Модулирующий сигнал на кодирующее устройство поступает от источника информации. Данный способ информационного наполнения наиболее характерен для связных РТС. Однако возможен и другой способ. Информационное содержание радиосигнала приобретает в канале распространения вследствие воздействия на его параметры физических свойств среды. Такой способ характерен для радиолокационных и автономных радионавигационных систем. В канале распространения сигнал подвергается воздействию помех. Это воздействие может происходить различно. Выделяют аддитивные и мультипликативные помехи. Воздействие последних приводит к таким изменениям радиосигнала, которые, в отличие от аддитивных помех, нельзя представить в виде простой су-

перпозиции сигнала и помехи. Однако помехи, действующие в канале распространения, не являются единственным источником негативного влияния на информационное содержание сигнала. Источником помех являются также внутренние шумы декодирующего устройства, задачей которого является демодуляция принимаемого сигнала. Демодулированный сигнал затем поступает на устройство обработки, где осуществляется извлечение необходимой информации.

Анализ приведенной схемы свидетельствует о том, что РТС имеют следующие особенности, которые необходимо учитывать при формировании их математических моделей:

- РТС – многомерные системы с большим количеством элементов и сложными функциональными связями между ними;
- РТС постоянно находятся под воздействием случайных факторов;
- РТС – быстродействующие системы, в которых сочетается высокая скорость изменения радиосигналов и относительно низкая скорость информационных потоков.

Перечисленные особенности делают задачу моделирования РТС чрезвычайно сложной. Ее решение с достаточной степенью адекватности возможно лишь при использовании современных цифровых ЭВМ и применении специальных математических методов, уменьшающих вычислительные затраты.

Целью настоящего учебного пособия является изложение наиболее употребимых для математического моделирования РТС алгоритмов, программная реализация которых ориентированна на использование цифровых универсальных ЭВМ.