

МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.А. Абдулаев

НПП "Диатекс"

99005, г.Севастополь, ул. Ленина, 38

E – mail: Abdulaev@transcon.bizland.com

Результаты исследования свойств реальных различных объектов, сигналов, шумов упорядочиваются и формализуются в создании математической модели исследуемого явления. Любая модель признана отражать лишь одно или несколько определенных свойств данного явления и всегда содержит ограниченную информацию о нем. По мере расширения знаний об исследуемой стороне явления модель совершенствуется, усложняется. Другие стороны модели описываются другими моделями, которые могут быть, и не связаны между собой.

Различают детерминированные и вероятностные модели. Более общая - вероятностная модель, отражающая, как устойчивые свойства, так и случайный характер наблюдаемого явления. Последнее возникает всякий раз, когда данное явление определяется множеством факторов, причин, условий. Тогда и нецелесообразно и невозможно оценить действие каждого отдельного фактора, а необходимо устанавливать более общие - вероятностные законы явления.

Можно выделить следующие классы явлений, по степени содержания случайных факторов:

- 1) полностью случайные, определенные множеством однородных факторов;
- 2) с преобладанием одного или нескольких сильных факторов и множеством слабых однородных факторов;
- 3) описываемые квазидетерминированными функциями, т.е. регулярными функциями, некоторые параметры которых представляются случайны-

ми, если они не оказывают влияния на результат, или неизвестны исследователю.

В первом случае только вероятностное описание способно дать характеристику общих закономерностей явления. Детерминированный подход возможен лишь при абстрактных рассуждениях (задав начальные условия движения бесконечно большого числа частиц, можно в принципе предсказать их движение), но практически сделать невозможно.

Во втором случае на первых стадиях изучения явления можно пользоваться детерминированными методами, но по мере повышения точности описания, измерения, представления явления, неизбежен переход к использованию вероятностных моделей.

В третьем случае вероятностная модель необходима лишь при решении некоторых задач, например, для отражения того факта, что определенные параметры сигнала неизвестны до проведения опыта, а полученные в ходе отдельных опытов значения его называются случайной величиной. Так, если на стороне передачи известны амплитуда, частота и начальная фаза периодического сигнала, то на стороне приёма один или несколько параметров сигнала обязательно неизвестны (ибо смысл передачи сообщений в том и состоит, чтобы с помощью сигнала сообщить неизвестное). Тогда факт неизвестности параметра сигнала, например фазы, отражают введением вероятностного описания его, что и позволяет количественно оценить качество обнаружения или измерения свойств слабого сигнала на фоне шумов. Из свойств рассмотренных случайных явлений следует, что детерминированная модель представляет собой частный, вырожденный случай вероятностной модели.

Рассмотрим свойства вероятностных моделей. Наиболее общий способ представления случайного явления - описание его с помощью случайной функ-

ции, полностью характеризуемой *n*-мерной плотностью вероятности или бесконечной последовательностью обобщенных корреляционных или иных характеризующих функций. Таким образом, случайная функция, случайный процесс (ансамбль реализаций, на котором задана вероятностная мера) представляет собой абстракцию - обобщенную вероятностную модель случайного явления.

Недостаток такого обобщенного вероятностного описания, особенно существенный при экспериментальных исследованиях, состоит в необходимости определения бесконечно большого числа характеристик сложного случайного явления, описываемого нестационарной негауссовской многомерной плотностью вероятности. Поэтому разрабатывают конкретные (частные) вероятностные модели, в которых сложный случайный процесс представляют состоящим из конечного числа простых элементов - случайных и детерминированных функций, определенным образом связанных между собой. При таком описании случайный процесс может быть охарактеризован конечным числом функций и параметров. Это свойство чрезвычайно ценно для практики, что и определяет важность задачи создания конкретных моделей случайных физических явлений. По мере расширения объема знаний об исследуемом объекте, явлении сформулированная вначале простая формальная модель совершенствуется, заменяется более информативной структурной моделью.

В теории измерений рассматривают иерархию моделей различного уровня. По степени точности описания явлений различают: идеальную модель, дающую истинное, полное, исчерпывающее вероятностное описание явлений, чего практически достигнуть невозможно, и рабочую модель, дающую частичное, но доступное исследователю описание явления, достаточно точное для решаемой задачи. Анализ результатов, полу-

чаемых с привлечением вероятностных моделей различного вида, и сравнение результатов, найденных с помощью рабочих моделей, позволяют теоретически оценить погрешность измерений, разделить их на отдельные составляющие, выявить причины их возникновения.

В практике статистических измерений использование статистических моделей играет более простую роль: перед проведением измерений экспериментатор на основании имеющегося опыта выбирает одну-две конкретные (априорные) модели исследуемого явления, откуда следует перечень статистических характеристик, функций или параметров, которые необходимо измерить. Далее экспериментатор определяет метод измерения для каждой из требуемых статистических характеристик соответственно поставленной задаче. В результате измерений подтверждается выбор одной из априорных моделей, которая теперь уже становится апостериорной моделью процесса для данной постановки задачи.

Отметим еще раз, что одно и то же физическое явление, в зависимости от условий задачи, может быть описано различными моделями. И вероятностные модели не являются исключением из этого правила. Приводимые в [4] вероятностные модели показывают, что одна и та же осциллограмма процесса, трактуемая как реализация процесса, может быть описана различными вероятностными моделями - случайными процессами различного класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А.К. Статистические измерения в судовой акустике. - Л.: Судостроение, 1985. - 272 с.