

Математические модели сигналов

Теория анализа и обработки физических данных базируется на математических моделях соответствующих физических полей и физических процессов, на основе которых создаются математические модели сигналов. Математические модели сигналов дают возможность обобщенно, абстрагируясь от физической природы, судить о свойствах сигналов, предсказывать изменения сигналов в изменяющихся условиях, заменять физическое моделирование процессов математическим. С помощью математических моделей имеется возможность описывать свойства сигналов, которые являются главными, определяющими в изучаемых процессах, и игнорировать большое число второстепенных признаков. Знание математических моделей сигналов дает возможность классифицировать их по различным признакам, характерным для того или иного типа моделей. Так, сигналы разделяются на неслучайные и случайные в зависимости от возможности точного предсказания их значений в любые моменты времени. Сигнал является неслучайным и называется *детерминированным*, если математическая модель позволяет осуществлять такое предсказание. Детерминированный сигнал задается, как правило, математической функцией или вычислительным алгоритмом, а математическая модель сигнала может быть представлена в виде

$$s = F(t, z, w, \dots; A, B, C, \dots),$$

где s – информативный параметр сигнала;

t, z, w, \dots – независимые аргументы (время, пространственная координата, частота и др.);

A, B, C, \dots – параметры сигналов.

Модель должна быть, по возможности, проще, минимизирована по количеству независимых аргументов и адекватна изучаемому процессу, что во многом предопределяет результаты измерений.

Математическое описание не может быть всеобъемлющим и идеально точным и, по существу, всегда отображает не реальные объекты, а их упрощенные модели. Модели могут задаваться таблицами, графиками, функциональными зависимостями, уравнениями состояний и переходов из одного состояния в другое и т.п. Формализованное описание может считаться математической моделью оригинала, если оно позволяет с определенной точностью прогнозировать состояние и поведение изучаемых объектов путем формальных процедур над их описанием.

Неотъемлемой частью любой математической модели сигнала является область определения сигнала, которая устанавливается интервалом задания независимой переменной. Примеры задания интервала для переменных:

$$\begin{aligned} a \leq x \leq b, & \quad x \in [a, b]; \\ a < y \leq b, & \quad y \in (a, b]; \\ a < z < b, & \quad z \in (a, b). \end{aligned}$$

Пространство значений независимой переменной обычно обозначается через индекс R . Так, например, $R:=(-\infty, +\infty)$, $x \in R$.

Кроме задания области определения сигнала могут быть также заданы виды численных значений переменных (целые, рациональные, вещественные, комплексные).

Математические модели сигналов на первом этапе обработки и анализа результатов наблюдений должны позволять в какой-то мере игнорировать их физическую природу и возвращать ее в модель только на заключительном этапе интерпретации данных.