

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. И. Егоренков, М. Н. Стародубцева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Долгое время ученые-статистики довольствовались математическими стохастическими (вероятностными, удовлетворяющими статистическим законам) моделями, в основе которых лежит допущение о независимости событий (каждое событие вносит вклад в общую сумму, но ни одно из них не определяет статистический результат), а вероятность их распределения описывается кривой К. Гаусса (классическая статистика, пример – «броуновское» движение). Анализ показывает, что это характерно для однородных систем, достигших равновесия (линейные системы). В этом случае независимо от природы и размера элементов, а также от природы ресурса систем их переменные состояния подчиняются экспоненциальному распределению $f(x) = ae^{-bx}$, где постоянные a и b положительны. В настоящее время классическая статистика господствует в прикладной науке. Известна и другая статистика, в которой переменные состояния подчиняются гиперболиче-

92 Секция В. Моделирование процессов, автоматизация конструирования...

скому закону (статистика О. Коши $f(x) = 1/\pi(1+x^2)$; статистика неоднородных, нелинейных систем; зависимых событий).

Системы, подчиняющиеся гиперболическому закону $f(x) \approx ax^{-b}$, широко распространены в природе, технике, обществе (распределение доходов В. Парето, населенных пунктов по численности Г. Саймона, встречаемости слов в языках Дж. К. Ципфа, научных работников по количеству публикаций А. Лотки и др.). Основоположник фрактальной геометрии Б. Мандельброт показал, что такого рода распределения статистически самоподобны (масштабно-инвариантны) и назвал такую статистику фрактальной. Им введено понятие фрактальной (дробной) размерности пространства вероятностей. Фрактальными свойствами обладают системы с обратной связью, с выраженным вектором изменений («стрелой времени»). В таких условиях малые события приводят к качественным (скачкообразным) изменениям. Он пришел к выводу, что имеют место минимум три состояния «случайности» и попытался отождествить их с тремя состояниями вещества (газообразным, твердым и жидким).

Анализ «состояний случая» и фазовой теории систем многих частиц позволяет, по нашему мнению, сделать вывод о том, что принципиально разных форм случайности (стохастических моделей) может быть две, а не три. Одна соответствует состоянию устойчивого равновесия системы – «фазе» (классическая статистика, экспоненциальное распределение), а другая – неустойчивого равновесия, «фазовому переходу 1-го рода» (фрактальная статистика, гиперболическое распределение). Внутри этих форм имеются их разновидности, аналогичные тем, какие есть между отдельными «фазами» или «переходными состояниями» (как статической, так и поточковой систем). Именно для фаз характерен эффект возврата в исходное состояние при небольших отклонениях от него, вызванных внешними факторами, который в химии называется принципом Ле Шателье-Брауна, а в экономике – «невидимой руки рынка» А. Смита. «Броуновское движение» как случайное блуждание микрочастиц обнаружено именно в жидкости как одной из фаз (однородных состояний) вещества. Экспоненциальное распределение характерно именно для равновесного состояния (фазы) вещества, а гиперболическое – для переходного, неоднородного состояния (нелинейное поведение). Как состояние устойчивого равновесия является частным случаем состояний системы, так и функция распределения Гаусса является частным случаем эволюционирующей в соответствии с кинетическим уравнением больцмановского типа более общей функции распределения.