Предисловие

Монография посвящена систематическому изложению и развитию двух базовых методов теории стохастических систем (СтС): нормальной (гауссовской) и эллипсоидальной аппроксимации одно- и многомерных распределений. Рассматривается применение этих методов в задачах компьютерной поддержки статистических научных исследований.

В основу книги положены результаты фундаментальных работ, выполненных в ИПИ РАН в рамках научного направления «Стохастические системы», а также лекций, прочитанных авторами в Московском авиационном институте на факультете «Прикладная математика и физика». Работа над монографией проводилась в рамках проекта 1.7 «Информационные технологии и методы анализа сложных систем с новыми видами стохастической обратной связи» Программы ОНИТ РАН «Интеллектуальные информационные технологии, системный анализ и автоматизация».

Современная теория СтС располагает мощными методами для исследования процессов в СтС. Однако эти методы находят пока лишь ограниченное применение, так как они сложны и требуют очень громоздких вычислений, особенно в случае СтС высокой размерности. А главное — составление необходимого для применения этих методов большого количества уравнений для вероятностных характеристик представляет собой сложную задачу, требующую больших затрат времени квалифицированного научного сотрудника. Прогресс в области информатики и информационных технологий (ИТ) делает математические методы потенциально применимыми буквально во всех областях человеческой деятельности. Однако для практического применения математических методов необходимы глубокие знания в области математики, в частности для практического применения методов теории СтС необходима достаточно хорошая подготовка в этой области. Такая подготовка, естественно, отсутствует у огромного большинства специалистов, не связанных в своей практической деятельности с математикой. Предполагать, что какая-то часть этих специалистов может выучить соответствующие разделы математики (конечно, отложив на время свою обычную работу), нельзя.

Таким образом, единственный способ обеспечить широкое применение математических методов и, в частности, методов теории СтС — создание такого интеллектуализированного программного обеспечения (ПО), в первую очередь для ПЭВМ, которое позволит специалистам в различных областях, не имеющим специальной математической подготовки и подготовки в области программирования, пользоваться математическими методами для решения задач, возникающих в их практической деятельности. Только создание такого ПО позволит широко внедрить методы теории СтС в практику.

В ИПИ РАН для различных СВТ, и в первую очередь для ПЭВМ проводятся работы по созданию и развитию алгоритмического и программного обеспечения для анализа и синтеза СтС. Для СтС практически любой размерности метод нормальной аппроксимации (МНА) и его развитие на базе канонических разложений позволяют эффективно решать практические задачи аналитического моделирования, статистического анализа и синтеза. В тех случаях, когда распределение существенно отличается от нормального, а структура распределений близка к эллипсоидальной, практических приемлемые результаты получаются на основе метода эллипсоидальной аппроксимации (МЭА) и его развития. Оба этих метода относятся к методам, основанным на параметризации распределений. Соответствующее интеллектуализированное ПО МНА и МЭА ориентировано на автоматизацию наиболее трудоемкой части исследований СтС — составление уравнений для параметров распределений исходных стохастических уравнений.

Книга предназначена для научных работников и специалистов в области прикладной математики и информатики, механики и теории управления, автоматизации и компьютерной поддержки научных исследований (КПНИ). Книга может использоваться в учебном процессе при подготовке специалистов, магистров и аспирантов. Единая методика, тщательный подбор задач с решениями (их около 200), а также богатый методический и справочный материал позволяют использовать книгу широкому кругу магистров, аспирантов и преподавателей.

Монография состоит из 5 глав и 10 приложений, включая библиографические замечания. В первой главе приводятся сведения из стохастического анализа и стохастических процессов (СтП). Вторая глава содержит элементы общей теории СтС. Рассматриваются линейные СтС. В гл. 3 дается систематическое изложение и развитие МНА и методов статистической линеаризации (МСЛ). Систематическое изложение МЭА и МЭЛ в СтС и их развитие приводится в гл. 4. В гл. 5 рассматривается применение МНА и МЭА в задачах субоптимальной обработки информации в нелинейных СтС. В конце глав приводятся методические указания, дополнения и задачи.

В конце книги приведены приложения, которые содержат справочный материал, а также краткие библиографические замечания, и список литературных источников.

Ссылки на литературные источники проводятся путем указания фамилии автора и года публикации. При наличии нескольких публикаций одного и того же автора и года используется буква, указывающая порядковый номер публикации. Авторы указывают только основные доступные современному читателю источники.

Книга разбита на главы, разделы и пункты. Например, нумерация (1.2.3) означает, что формула 3 принадлежит разд. 2 гл. 1. То же относится к нумерации задач. Для удобства читателей все основные результаты выделены курсивом в виде теорем. Начало и конец выводов отмечены направленными треугольными указателями.

Книга может быть использована различными категориями читателей. Для усвоения изложенного материала в полном объеме необходимо знание теории вероятностей, например в объеме книги В. С. Пугачева «Теория вероятностей и математическая статистика» (2002) (ссылку на эту книгу даются буквами ТВ с указанием главы, раздела, пункта). Для получения более подробных сведений

по отдельным вопросам даются ссылки на книги В. С. Пугачева и И. Н. Синицына «Теория стохастических систем» (2003) (ссылки даются буквами ТСтС), а также И. Н. Синицына «Канонические представления случайных функций и их применение в задачах компьютерной поддержки научных исследований» (2009) (ссылки даются буквами КП) и «Фильтры Калмана и Пугачева» (2007а) (ссылки даются буквами ФКП). Для справок по математическим вопросам рекомендуем справочник Г. Корна и Т. Корн.

Авторы благодарны В. В. Белоусову, Т. Д. Конашенковой, И. В. Макаренковой, А. К. Горшенину, Е. М. Лепшину за помощь в разработке задач, Е. Н. Федотовой за подготовку рукописи книги.

Авторы признательны И. А. Соколову, С. Я. Шоргину, А. В. Печинкину, Э. Р. Корепанову, А. В. Борисову, А. В. Босову, А. С. Шаламову за ценные замечания.

Авторы приносят благодарность коллективу издательства ТОРУС ПРЕСС за подготовку и издание монографии.

Москва 2011–2013 гг.