

УДК 519.85

ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

(Рец. на кн.: Информационные технологии моделирования и оптимизации : краткая теория и приложения / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. – Воронеж : Научная книга, 2016. – 444 с.)

Ю. С. Сахаров

Государственный университет «Дубна»

Поступила в редакцию 18 ноября 2016 г.

Аннотация: в рецензируемом издании освещаются теоретические основы и ряд практических приложений по моделированию и оптимизации сложных систем, рассмотрены подходы к реализации методов с использованием современных информационных технологий.

Ключевые слова: моделирование, анализ сложных систем, оптимизация, информационные технологии.

Abstract: in the peer-reviewed publication, the theoretical foundations and a number of practical applications of modeling and optimization of complex systems are highlighted, and the approaches to the implementation of methods with the use of modern information technologies are analyzed.

Key words: modeling, analysis of complex systems, optimization, information technologies.

Методы моделирования и оптимизации занимают важное место в решении задач анализа и синтеза сложных систем. Основным реализационным подходом в этих исследованиях является использование современных информационных технологий. В отличие от инфокоммуникационных средств сбора и обработки данных, методы, рассматриваемые в монографии, требуют обязательного представления об их теоретической базе.

Наличие широкого спектра ресурсов в виде унифицированных и оригинальных программных пакетов для построения моделей и поиска оптимальных вариантов функционирования систем превращает решение этих задач в рутинное выполнение пользовательских инструкций. При этом выбор определенных моделей и пакета прикладных программ определяется лишь названием метода и некоторыми рекомендациями разработчиков. В большинстве случаев исследователь не обладает информацией о математической основе используемых средств, возможной интерпретации полученных результатов, не владеет навыками трансформации формализованного описания сложной системы в определенные классы опти-

мизационных моделей, что снижает эффективность применения информационных технологий. Авторы, имея опыт подготовки книг, в которых излагаются теоретические основы моделирования и оптимизации сложных систем (список приведен в конце издания), решили восполнить имеющийся пробел в этой области. Монография «Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения» построена на сочетании основных теоретических сведений, раскрывающих суть методов, и изложении их использования для решения прикладных задач. При этом, в отличие от предыдущих книг авторов, ориентированных на технические системы, ряд прикладных задач связан с исследованием и оптимизацией сложных социальных и экономических систем.

Логичность, системность и концептуальность монографии позволяют исследователям разного уровня – от студентов, аспирантов до профессионалов высшей квалификации – осмысливать теоретический и практический материал, а также последовательно осваивать и систематизировать научные результаты как в области анализа сложных систем с вероятностными характеристиками на основе методов моделирования, так и в обла-

сти синтеза с использованием различных методов оптимизации. Такой подход определяет два основных раздела книги.

В первом разделе в качестве объекта исследования рассматриваются сложные системы с вероятностными характеристиками. Поэтому в первую очередь приведены теоретические аспекты моделирования характеристик случайных величин, которые сопровождаются примерами решения конкретных прикладных задач. Многофакторное моделирование определяется двумя путями: моделирование с использованием дисперсионного анализа статистической информации и моделирование на основе результатов пассивного эксперимента с применением регрессионного анализа. Авторами впервые в едином формате рассмотрены задачи классификационно-прогностического моделирования: оценка формируемых классов сложных систем методами дискриминантных и потенциальных функций с последующим прогнозированием их функционирования на основе теории распознавания образов, экстраполяцией и использованием данных обучающего эксперимента.

Необходимость определения ключевых показателей сложных систем – точности и стабильности – определяет информационные технологии трансформации математического описания объекта в модели чувствительности, а также анализа на основе вероятностного метода, методов наилучшего случая и статистических испытаний. Для учета особенностей функционирования сложных систем в дискретные моменты времени авторы исследуют их структуру как систем массового обслуживания.

При этом предлагаются три механизма их анализа на базе информационных технологий: аналитический, экспериментальный и имитационный. Имитационный подход наиболее органично вписывается в программную среду современных компьютеров и позволяет реализовать моделирование систем массового обслуживания на основе активного эксперимента. Особое место в анализе сложных систем с вероятностными характеристиками занимает моделирование надежности. Приведены обоснования применения информационных технологий в случае экспоненциальной модели отказов, квазидетерминированной модели необратимых изменений параметров и модели готовности систем с восстановлением.

Во втором разделе авторами четко обоснован переход от использования методов моделирования для построения математического описания и анализа сложных систем с вероятностными характеристиками к структурному и параметрическому синтезу таких систем на основе методов

оптимизации. В книге выстроена последовательность алгоритмического обеспечения от базовых численных процедур к процедурам поиска оптимального решения для самых разных классов задач, охватывающих всё разнообразие математического описания целевых функций и множества ограничений. Такими базовыми методами являются методы безусловной оптимизации. Систематизированы общие и отличительные характеристики классических и численных методов поиска экстремума. С акцентом на перечень методов, которые реализованы в унифицированных программных пакетах, рассмотрено ядро базовой составляющей – методы одномерного унимодального поиска. Для пользователей этих пакетов важно уметь оценивать эффективность рассмотренных алгоритмов, чему в книге уделено значительное внимание. На таком же уровне приводятся результаты исследований по более сложным методам многопараметрической оптимизации. Выделена отдельная область исследований, направленная на решение многоэкстремальных задач, – методы глобальной оптимизации. Оценен переход от устоявшихся методов случайного поиска к современным методам, основанным на моделировании процессов в живой природе, в частности, на каноническом методе роя частиц.

Далее авторы переходят к описанию информационных технологий условной оптимизации. Они применимы к классам задач параметрического и структурного синтеза сложных систем, широко распространенных в практических приложениях. В этом случае, в отличие от безусловной оптимизации, к необходимости поиска экстремума целевой функции добавляется необходимость учета множества ограничений.

Описанные в книге исследования базируются на процедурах перехода от задачи с ограничениями к эквивалентной задаче безусловной оптимизации. При таком подходе становится возможным использование для поисковых процедур всех численных методов, рассмотренных в предыдущей главе. Данный подход позволяет решить задачи параметрического синтеза с использованием линейного и нелинейного программирования, а структурного – с применением методов дискретного и динамического программирования.

Несомненным достоинством материала, изложенного во второй и третьей главах, представляется методологический подход, состоящий в том, что основная деятельность исследователя в этом случае состоит в умении сформировать оптимизационную модель, адекватную собранному исходным данным, и выбрать наиболее эффективную численную процедуру решения, а затем перехо-

дять к программному обеспечению для решения задач линейного и целочисленного программирования, для нахождения глобальных и локальных решений общего класса задач нелинейного программирования.

Особое место в ориентации на информационные технологии занимает четвертая глава по оптимизации сложных систем в условиях неопределенности.

Исследованы три класса неопределенностей:

1) система подвержена возмущениям, отдельные характеристики которых неизвестны;

2) функции, задающие требования и условия функционирования, многоэкстремальны, либо недифференцируемы, либо определены на дискретном множестве, либо их явное аналитическое выражение отсутствует;

3) не удастся сформулировать критерий, оценивающий в целом эффективность системы, как правило, мы располагаем лишь набором показателей, характеризующих отдельные стороны ее работы и часто отражающих противоречивые требования. Другими словами, приходится сталкиваться с особым типом неопределенностей – с неопределенностью в выборе цели.

Наличие неопределенности 1 приводит к естественной формулировке задач стохастической оптимизации. В случае неопределенностей 2 и 3 необходимо иметь способ формализации задач,

позволяющий построить такой процесс поиска решений, в ходе которого раскрылись бы эти неопределенности на основе текущей информации, т.е. построить адаптивные процедуры поиска решений, аналогичные тем, которые используются в случае неопределенности 1. Здесь требуется разработка либо оригинальных программных средств, либо их комбинации с модулями унифицированных пакетов линейного, нелинейного программирования и многокритериальной оптимизации.

Ценность монографии «Информационные технологии моделирования и оптимизации»: краткая теория и приложения», без сомнения, определяется сочетанием теоретических исследований и примерами постановки и решения прикладных задач применения информационных технологий моделирования и оптимизации. Второй аспект подкрепляется содержанием многочисленных публикаций авторов, ориентированных как на технические, так и на экономические, социальные и медицинские системы.

Подводя итог, следует констатировать: вышла в свет научная книга, раскрывающая теоретические основы и приложения по исследованию проблем моделирования и оптимизации сложных систем и позволяющая научным сотрудникам, специалистам, аспирантам, студентам более эффективно использовать информационные технологии в этой области.

Государственный университет «Дубна»

Сахаров Ю.С., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой персональной электроники

E-mail: SAKH@UNI-DUBNA.ru

Тел.: 8(496) 212-27-89

Dubna State University

Sakharov Yu. S., Dr. Habil. in Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Personal Electronics

E-mail: SAKH@UNI-DUBNA.ru

Tel.: 8 (496) 212-27-89