

ПРЕДИСЛОВИЕ

Характерная особенность подготовки специалистов по специальности 210100 «Управление и информатика в технических системах» — обеспечение высокого уровня фундаментальных знаний в процессе обучения. Успешной реализации этого намерения способствует включение в рабочие учебные планы большинства вузов страны, осуществляющих подготовку по этой специальности, дисциплины «Математические основы теории систем» (под этим или близким по содержанию названием). Несмотря на то что эта дисциплина преподается почти двадцать лет, соответствующие учебные пособия до сих пор централизованно не изданы и имеются лишь определенные внутривузовские работы. Публикация данной книги, по мнению авторов, должна способствовать сохранению традиционной направленности российской высшей школы на фундаментальность образования и незыблемость достигнутых в этом направлении результатов.

Первая часть пособия посвящена математическим моделям детерминированных и стохастических процессов. Здесь даны фундаментальные понятия — множества, операции над множествами, отношения между множествами, а также относительно новое для учебной литературы понятие нечетких множеств.

В терминах теории множеств изложены основные концептуальные построения конечномерных линейных пространств и матричной алгебры, необходимые как математический инструментальный современному специалисту в области систем управления. Значительное внимание уделено функциональным пространствам. С использованием понятий фундаментальной последовательности и полноты пространства определены банаховы и гильбертовы пространства, пространство L_2 . Рассмотрен широкий класс ортогональных систем непрерывных и дискретных функций. Достаточно подробно освещена проблематика обобщенных рядов Фурье, включая минимальное свойство коэффициентов Фурье, неравенство Бесселя, равенство Парсеваля, проблему сходимости.

Изложению математических моделей стохастических процессов предшествует экскурс в алгебру событий и вероятностное пространство, позволивший достаточно лаконично изложить основной аппарат описания случайных величин и обобщить последний на стохастические процессы. На построенной таким образом математической основе в пособии вполне представительно изложены основы диффе-

ренциального и интегрального исчисления стохастических процессов, использующие введенное понятие среднеквадратичной сходимости. Рассмотрена задача преобразования случайного процесса линейным оператором общего вида и конкретными операторами дифференцирования, интегрирования, свертки. Введены понятия процессов с некоррелированными и независимыми приращениями, изложены свойства винеровского процесса.

Вторая часть пособия посвящена математическим моделям систем. Первые три раздела этой части включают в себя алгебру логики и исчисление высказываний, теорию графов совместно с графами сигналов и сетями Петри, а также теорию алгоритмов и автоматов. Четвертый раздел посвящен математическим моделям статических систем, отождествляемым с алгебраическими системами уравнений. Поэтому кратко затронута проблематика решения таких систем, включая оптимизационные задачи поиска псевдорешения несовместной системы уравнений и нормального решения неопределенной системы. С помощью псевдообратной матрицы дана обобщенная форма представления возможных ситуаций. Основываясь на операциях многомерного дифференцирования и матричных нормах, рассмотрена проблема устойчивости решения и изложены основы регуляризации некорректных задач.

Значительное внимание в пособии уделено математическим моделям непрерывных и дискретных динамических систем как в терминах «вход — выход», так и в терминах состояния. Представлены различные способы перехода от моделей одного вида к моделям другого. В пособии систематизированы основные концептуальные подходы к исследованию детерминированных динамических систем.

Математическим моделям стохастических систем посвящен шестой раздел. В качестве моделей непрерывных систем использованы стохастические дифференциальные уравнения Ито и Стратоновича, в основу определения которых положены соответствующие интегралы. Изложены практические способы построения стохастических уравнений, использующие понятие формирующего фильтра. Определены вероятностные характеристики стохастического вектора состояния. Аппарат математического описания непрерывных стохастических систем распространен на дискретные с акцентированием внимания на возникающих особенностях.

Заключительная, третья, часть посвящена методам оптимизации. Прежде всего здесь изложены задачи параметрической оптимизации, основанные на методах условной и безусловной минимизации

одномерных и многомерных функций, включая линейное и нелинейное программирование. Вариационные методы оптимизации, а также методы оптимального управления, использующие принцип максимума Понтрягина и идеи динамического программирования Беллмана, содержатся во втором и третьем разделах этой части.

Заключает пособие раздел, посвященный математическим методам обработки экспериментальных данных. Превалирующими здесь являются методы оценивания неизвестных и случайных параметров при использовании критериев наименьших квадратов, максимального правдоподобия, максимума апостериорной плотности вероятностей, Байеса, минимакса. Изложены рекуррентные и итеративные методы оценивания и сопутствующая им проблема стохастической сходимости, изучаемая с позиций стохастических функций Ляпунова и теории супермартингалов.

Для гауссовской линейной модели построен фильтр Калмана. Калмановская идеология обобщена на нелинейную задачу совместной фильтрации и параметрической идентификации моделей состояния и наблюдения.

Гл. 1, 3, 4, 6, 10, 11 и подразд. 2.1, 2.2, 5.1, 5.2, 5.3, 5.5 написаны проф. Л.Д. Певзнером, гл. 7, 8, 9, 12 и подразд. 2.3-2.5, 5.4 — проф. Е.П. Чураковым.