

# Введение

На протяжении уже нескольких десятков лет методы теории нечетких множеств и нечеткой логики с успехом применяются для решения задач, в которых исходные данные являются ненадежными и слабо формализованными. Сильные стороны такого подхода заключаются в описании условий и методов решений на языке, близком к естественному, а также в универсальности и эффективности представления практически любого отображения или преобразования нечеткими логическими моделями.

Вместе с тем, уже первые работы в области теории нечетких множеств лавинообразно «спровоцировали» исследования в смежных разделах математики, что привело к расширению и нечеткому обобщению традиционных математических понятий и методов.

Постепенно возникли, сформировались и получили самостоятельное развитие такие направления математики, основанные на нечетком подходе, как нечеткая арифметика, теория нечетких отношений, нечеткий анализ, теория нечетких мер и ряд других.

Помимо этого, в самостоятельную область выделилось нечеткое моделирование, которое не является альтернативой различным подходам к моделированию сложных систем и процессов, а прежде всего предоставляет эффективные методы и средства для их исследования при условии недостаточности знаний об исследуемой системе, в случае необходимости адекватной обработки неопределенной информации, а также когда невозможна идентификация реальных нелинейных систем традиционными математическими методами.

Однако эта самостоятельность, несомненно сыгравшая положительную роль в развитии различных направлений нечеткой математики, привела и к существенным противоречиям, заключающимся прежде всего, в использовании различных терминов и понятий, а также в многообразии способов введения нечеткости в понятийный аппарат этих теорий. И с течением времени эти противоречия только углубляются.

Явно назрела необходимость единого подхода в формировании понятийной и терминологической базы для различных разделов нечеткой математики. Это и является одной из целей, поставленных авторами в данной серии книг. Другая, более амбициозная цель авторов заключается в попытке на «выдержанном» методическом уровне с единых позиций и в единой нотации представить основные теоретические разделы и области практических приложений совре-

менной нечеткой математики, а именно основы теории нечетких множеств, нечеткой арифметики, теории нечетких отношений, нечеткой логики и вывода, нечеткого анализа, теории нечеткой меры, нечеткого моделирования.

Насколько успешно эту попытку удалось осуществить — судить Вам, Читатель!

Материал книг данной серии основан на результатах исследований и многолетнем опыте авторов в области преподавания различных разделов нечеткой математики и ее практических приложений.

Книги хорошо методически проработаны, написаны понятным языком, снабжены обширными справочными и иллюстративными материалами и примерами, имеют целый ряд упражнений и заданий, в том числе предназначенных для самостоятельного освоения и контроля знаний, умений, а также приобретения практических навыков по рассматриваемым теоретическим и практическим вопросам.

Книги серии логически связаны, характеризуются внутренним единством, понятийной и терминологической полнотой и непротиворечивостью, соблюдением единой нотации. В то же время тематика и содержание отдельных книг обладают относительной независимостью. Это позволяет использовать их для «модульного» освоения соответствующих разделов нечеткой математики и ее приложений.

*Все книги данной серии допущены Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебных пособий для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника».*

Книги серии будут полезны студентам различных специальностей и специалистам, занимающимся анализом и моделированием сложных технических, организационных, социально-экономических систем и процессов в условиях неопределенности, поддержкой принятия решений, созданием и использованием интеллектуальных информационных систем и технологий.

Серия состоит из следующих книг:

Книга 1 «Основы теории нечетких множеств».

Книга 2 «Основы нечеткой арифметики».

Книга 3 «Основы теории нечетких отношений».

Книга 4 «Основы нечеткой логики и нечеткого вывода».

Книга 5 «Основы нечеткого анализа».

Книга 6 «Основы теории нечеткой меры».

Книга 7 «Основы нечеткого моделирования».

Книга 8 «Основные понятия и определения нечеткой математики».

**Книга 1 «Основы теории нечетких множеств»** посвящена подробному изложению основных положений теории нечетких множеств. Аппарат теории нечетких множеств лежит в основе нечеткой арифметики, теории нечетких отношений, нечеткой логики и вывода, нечетких функций и целого ряда фундаментальных и прикладных направлений в области искусственного интеллекта, принятия решений, анализа сложных систем и процессов. Основные понятия, положения и методы теории нечетких множеств базируются на классической теории множеств, но при этом позволяют расширить сферу применения этой теории, с учетом различного типа неопределенности, присущей анализируемым объектам, процессам и системам.

В книге рассмотрены основные термины, понятия и определения классической теории множеств для более наглядного представления особенностей теории нечетких множеств. Рассмотрены основные понятия теории нечетких множеств, представлены способы задания и основные характеристики нечетких множеств. Предложен ряд расширений и уточнений понятия нечеткого множества как на основе повышения порядка (нечеткое множество  $n$ -го типа и  $k$ -й степени), так и на основе анализа структуры нечеткого множества (декомпозиция по множествам  $\alpha$ -уровня, выпуклое нечеткое множество). Представлены стандартные, расширенные и дополнительные операции над нечеткими множествами, включая операции  $t$ - и  $s$ -норм, определения сходства/различия между нечеткими множествами. Рассмотрены свойства этих операций. Представлен принцип обобщения Л. Заде: для одного нечеткого множества, для  $n$  нечетких множеств, для декартова произведения нечетких множеств. Рассмотрены разновидности расстояний (Хэмминга, Евклида, Минковского) между нечеткими множествами. Рассмотрены различные подходы к определению показателей размытости нечетких множеств: аксиоматический; метрический; основанный на понятии мощности множества  $\alpha$ -уровня нечеткого множества; основанный на понятии энтропии.