

УДК 519.7
ББК 22.18
Г13

DOI: 10.22227/978-5-7264-3167-3.2022.144

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Рецензенты:

доктор педагогических наук, доцент *М.М. Ниматулаев*,
профессор Департамента бизнес-информатики
факультета информационных технологий и анализа больших данных ФГБОУ ВО
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»;
кандидат физико-математических наук, доцент *С.В. Харитонова*, доцент кафедры
геометрии и компьютерных наук Оренбургского государственного университета

Монография рекомендована к публикации научно-техническим советом НИУ МГСУ

Гаджиев, Джаваншир Джебраилович.

Г13 Иерархические структуры методологии нечетких множеств логики и категории технологий мягких вычислительных процессов : монография / Д.Д. Гаджиев, А.Р. Рустанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра высшей математики. — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2022 (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ). — 144 с.
ISBN 978-5-7264-3167-3

В монографии рассмотрены основные положения методологии мягких вычислительных процессов во взаимодействии с теорией нечеткой логики и ее составляющими концепциями. Рассматриваются различные маршруты развития технологии мягких вычислительных процессов в сочетании агрегированных компьютерных парадигм, таких как нечеткая логика, нейронные сети, эволюционные вычисления, вероятностные вычисления. Сделана попытка объединения основных понятий мягких вычислений с нечеткой логикой и математикой нечетких множеств.

Для предпринимателей, ученых, исследователей и преподавателей в различных областях бизнеса и промышленности, связанных с проектами, использующими методологии мягких вычислений.

УДК 519.7
ББК 22.18

ISBN 978-5-7264-3167-3

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

Оглавление

Введение 5

Глава 1. ВВЕДЕНИЕ В ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ МЯГКИХ
 ВЫЧИСЛЕНИЙ..... 11

1.1. Концепции субъектов технологий мягких вычислений..... 11

1.2. Организация и структура технологий мягких вычислений..... 14

1.3. Нейронные сети (NN) 18

1.4. Консорциум компонентов технологий Soft Computing..... 20

Глава 2. ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ МЕТОДОЛОГИИ
 МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ..... 26

2.1. Логика нечетких наборов и операций с нечетким набором 26

2.2. Выпуклость нечетких наборов 30

2.3. Нечеткая концепция и функциональные графики для
 моделирования нечетких характерных функций..... 34

2.4. Логические комбинации нечеткого набора и операций
 с функциями принадлежности 46

Глава 3. ОПЕРАЦИИ АГРЕГИРОВАНИЯ С НЕЧЕТКИМИ
 МНОЖЕСТВАМИ..... 53

3.1. Треугольная t -норма и треугольная s -конорма как
 операторы агрегирования для пересечения и объединения
 нечетких множеств 53

3.2. Непараметрические и параметрические t -нормы и s -конормы..... 57

Компенсационные операторы связи AND и OR для
 подключения к агрегации нечетких множеств 60

3.3. Функция агрегации нечетких множеств 62

Глава 4. НЕЧЕТКАЯ ТОПОЛОГИЯ И НЕЧЕТКАЯ ГЕОМЕТРИЯ
 ТОПОЛОГИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ..... 64

4.1. Нечеткое топологическое образование нечетких множеств 64

4.2. Нечеткие отношения и нечеткий вывод..... 67

4.3. Методы дефаззификации 73

4.3.1. Нечеткое управление возведенным маятником 75

4.3.2. Режим работы раскачивания перевернутого
 маятника с заданным ускорением..... 78

Глава 5. КАТЕГОРИИ НЕЧЕТКОЙ ГЕОМЕТРИИ..... 89

5.1. Нечеткий случай для теории обычной геометрии 89

5.2. Нечеткое расстояние и нечеткое метрическое пространство..... 93

5.3. Метрика Хаусдорфа в нечетком расстоянии между
 нечеткими множествами..... 101

Глава 6. АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	104
6.1. Нейронные сети и их структура.....	104
6.2. Принцип контролируемого изучения нейронных сетей.....	108
6.3. Методы обратного распространения ошибки для вычисления градиента целевых функций	111
6.3.1. Стандартные методы обратного распространения ошибки для вычисления градиента целевой функции	111
6.3.2. Метод обратного распространения ошибки по системам, зависящим от времени	113
6.4. Момент как фактор улучшения сходимости процесса обучения обратного распространения ошибки	115
6.5. Нейронные сети Хопфилда.....	116
6.6. Неконтролируемое обучение и принципы алгоритма неконтролируемого обучения.....	118
Глава 7. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, БАЙЕСОВСКАЯ ТЕОРИЯ И ТЕОРИЯ ВЕРЫ	121
7.1. Принятие решений в неопределенной среде	121
7.2. Элементы байесовской теории.....	122
7.2.1. Вычисления с вероятностями.....	123
7.3. Уровень неопределенности неопределенного события	125
7.3.1. Индивидуальные вероятности и их функции плотности и распределения.....	126
7.3.2. Параметры распределения вероятностей.....	127
7.3.3. Специальные типы распределений, возникающие на практике.....	129
7.4. Теория веры Демпстера — Шафера	130
Библиографический список	135