

В. В. Белов, А. Е. Смирнов, В. И. Чистякова

Распознавание нечетко определяемых состояний технических систем



В. В. Белов, А. Е. Смирнов, В. И. Чистякова

Распознавание нечетко определяемых состояний технических систем

**Москва
Горячая линия – Телеком
2014**

УДК 681.3.06(075.8)

ББК 32.973я73

Б78

Рецензенты:

доктор техн. наук, профессор Е. В. Никульчев; проректор по информатизации Всероссийской государственной налоговой академии Министерства финансов РФ, доктор физ.-мат. наук, Ю. В. Рудяк; профессор кафедры прикладной математики и вычислительной техники ГОУ ВПО «Московский государственный университет печати» (г. Москва).

Белов В.В., Смирнов А.Е., Чистякова В.И.

Б78 Распознавание нечётко определяемых состояний технических систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 138 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0221-3.

Изложены материалы исследования, направленные на разработку методов, алгоритмов и программ решения задач, связанных с распознаванием (квалификацией) состояний работоспособных систем. Результаты квалификации могут использоваться для управления процессом эксплуатации систем в различных условиях, для определения рационального срока очередного распознавания состояния, для оценки стоимости систем, выставляемых на продажу. Представлена классификация систем по критерию нечёткости наблюдаемых признаков и разработаны алгоритмы распознавания состояния систем для каждого класса. Предложено понятие и формальное описание идентификационной таблицы, разработаны методы сокращения её размеров за счёт использования джокерного представления значений неидентифицирующих признаков.

Для специалистов, будет полезна студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

ББК 32.973я73

Научное издание

Белов Владимир Викторович, Смирнов Алексей Евгеньевич,

Чистякова Валентина Ивановна

Распознавание нечётко определяемых состояний технических систем

Монография

Компьютерная верстка *В. И. Чистяковой*

Обложка художника *В. Г. Ситникова*

Подписано в печать 25.01.2014. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 8,625. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-9912-0221-3

© В. В. Белов, А. Е. Смирнов,

В. И. Чистякова, 2012, 2014

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ СОСТОЯНИЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	9
1.1. Вводные замечания	9
1.2. Распознавание состояний систем как задача классификации	18
1.3. Использование искусственных нейронных сетей	21
1.4. Использование нечёткого логического вывода	22
1.5. Выводы	23
Глава 2. РАСПОЗНАВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ С ЧЁТКО НАБЛЮДАЕМЫМИ ПРИЗНАКАМИ И НЕЧЁТКИМИ СОСТОЯНИЯМИ.....	25
2.1. Постановка задачи.....	25
2.2. Специфика условий рассматриваемой задачи. Понятие CF-систем.....	27
2.3. Решение задачи распознавания состояния, основанное на обобщении методов диагностики неисправностей в сложных технических устройствах.....	29
2.4. Способы представления идентификационной информации.....	32
2.5. Проблема субъективизма в задаче классификации признаков и стратегия определения идентифицирующих наборов	41
2.6. Правила вывода при решении задач распознавания состояния	43
2.7. Алгоритм распознавания состояния CF-систем	45
2.8. Распознавание состояния CF-систем в условиях неопределенности.....	46
2.9. Выводы	48
Глава 3. РАСПОЗНАВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ С НЕЧЁТКО НАБЛЮДАЕМЫМИ ПРИЗНАКАМИ.....	51
3.1. Вводные замечания	51

3.2. Понятие FF-систем. Представление идентификационной информации в процессе распознавания состояния	53
3.3. Формирование идентификационной таблицы	56
3.4. Сокращение размеров идентификационной таблицы. Использование джокерных элементов.....	58
3.5. Особенности классификации с использованием идентификационной таблицы.....	61
3.6. Общий алгоритм распознавания состояния FF-систем .	64
3.7. Особенности вычисления частных степеней правдоподобия. Уменьшение влияния неопределенных оценок в процессе распознавания состояния системы..	65
3.8. Построение простейшей системы распознавания состояния колесных пар грузовых вагонов.....	70
3.9. Задача распознавания печатных символов как задача определения нечёткого состояния	76
3.10. Распознавание символов на примере номера вагона ...	82
3.11. Выводы	86

Глава 4. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР РАСПОЗНАВАНИЯ СОСТОЯНИЯ

СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	87
4.1. Предварительные замечания	87
4.2. Формулировка требований к разрабатываемой системе	88
4.3. Особенности строения тележек грузовых вагонов. Разработка архитектуры системы распознавания технического состояния	90
4.4. Краткое описание технологического процесса ремонта тележек грузовых вагонов в ремонтном депо ВЧДР «Магнитогорск»	94
4.5. Разработка идентификационных таблиц.....	97
4.5.1. Разработка идентификационной таблицы подсистемы оценки состояния пружинного комплекта.....	97
4.5.2. Разработка идентификационной таблицы подсистемы оценки состояния надрессорной балки	100
4.6. Проектные решения	109

4.6.1. Выбор средств разработки	109
4.6.2. Работа с программой «ИСТ». Интерфейс пользователя	113
4.6.3. Технические и программные требования для создания и функционирования системы	114
4.7. Основные результаты.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	123
Приложение. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ СОСТОЯНИЯ	133