

УДК 519.71  
ББК 22.18  
М84

Рецензенты: д-р техн. наук проф. А. Л. Фрадков (ИПМаш РАН), д-р физ.-мат. наук проф. Ю. К. Демьянович (С.-Петербург. ун-т),

*Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
математико-механического факультета  
С.-Петербургского государственного университета*

**Мосягина Е.Н., Чиркова М.К.**

М84      Оптимальное управление периодически-нестационарными автоматными моделями в нечетких условиях. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2014. — 144 с. ISBN 978-5-288-05598-0

В данной монографии, запланированной в серии «Теория автоматных моделей», рассматривается методика анализа и синтеза входных управляющих воздействий на конечно-нестационарные автоматные модели специального типа, обеспечивающих их оптимальное поведение, которое заключается в достижении моделями максимально возможного уровня заданных нечетких целей при функционировании в нечетко заданных условиях. Особое внимание удалено исследованию задач обеспечения оптимального поведения нестационарных автоматных моделей (детерминированных, недетерминированных, стохастических и нечетких) с периодически меняющейся структурой, являющихся важным специальным типом нестационарных автоматных моделей в различных по сложности нечетких условия. В заключение исследуется общая задача обеспечения оптимального поведения таких периодически нестационарных автоматных моделей, объединенных в систему конечного числа взаимосвязанных моделей одного типа. Приводятся примеры решения исследуемых задач.

Монография рассчитана на специалистов в области математического моделирования, теоретической кибернетики и информатики. Может быть полезна аспирантам и студентам старших курсов соответствующих специальностей.

**ББК 22.18**

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ  
(проект № 13-01-00538-а)

ISBN 978-5-288-05598-0

© Е. Н. Мосягина, М. К. Чирков, 2014  
© С.-Петербургский  
государственный университет, 2014

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Основные понятия и постановка общей задачи .....	6
§ 1.1. Элементы теории нечетких множеств .....	6
1.1.1. Нечеткие множества 1.1.2. Операции над нечеткими множествами 1.1.3. Нечеткие матрицы и операции над ними	
§ 1.2. Исследуемые нестационарные автоматные модели .....	8
1.2.1. Общие определения 1.2.2. Детерминированные периодически нестационарные автоматы 1.2.3. Недетерминированные периодически нестационарные автоматы 1.2.4. Стохастические периодически нестационарные автоматы 1.2.5. Нечеткие нестационарные автоматы	
§ 1.3. Нечеткие условия .....	16
1.3.1. Понятие о нечетких ограничениях 1.3.2. «Нечеткая» внешняя среда 1.3.3. Способы управления моделью 1.3.4. Случай наличия «тени»	
§ 1.4. Формулировка общей задачи .....	19
1.4.1. Нечеткие цели 1.4.2. Оптимальное поведение 1.4.3. Общая задача 1.4.4. Рассматриваемые варианты общей задачи	
Глава 2. Методика решения задач .....	22
§ 2.1. Методика решения задач матричным вариантом метода Беллмана–Заде .....	22
2.1.1. Начальный этап 2.1.2. Метод матричных итераций 2.1.3. Алгоритм реализации метода 2.1.4. Вариант стохастической модели	
§ 2.2. Методика решения задачи с использованием метода автоматных итераций .....	26
2.2.1. Метод автоматных итераций 2.2.2. Первый этап 2.2.3. Второй этап 2.2.4. Алгоритм реализации метода 2.2.5. О применимости методов	

Глава 3. Оптимальное управление детерминированными и недетерминированными периодически нестационарными автоматами .....	33
§ 3.1. Оптимальное управление детерминированным периодически нестационарным автоматом общего вида .....	33
3.1.1. Формулировка задачи 3.1.2. Решение задачи методом автоматных итераций 3.1.3. Пример	
§ 3.2. Оптимальное управление недетерминированным периодически нестационарным автоматом .....	43
3.2.1. Решение задачи методом автоматных итераций 3.2.2. Пример	
Глава 4. Оптимальное управление системой недетерминированных периодически нестационарных автоматов .....	53
§ 4.1. Постановка общей задачи .....	53
4.1.1. Исходные данные 4.1.2. Формулировка общей задачи	
§ 4.2. Метод автоматных итераций решения общей задачи .....	55
4.2.1. О модификации метода 4.2.2. Модифицированный алгоритм решения общей задачи	
§ 4.3. Пример решения общей задачи .....	59
4.3.1. Исходные данные 4.3.2. Решение задачи	
Глава 5. Оптимальное управление стохастическими периодически нестационарными автоматами .....	74
§ 5.1. Оптимальное управление стохастическим периодически нестационарным абстрактным автоматом .....	74
5.1.1. Формулировка задачи 5.1.2. Метод решения 5.1.3. Пример	
§ 5.2. Оптимальное управление стохастическим периодически нестационарным автоматом общего вида .....	84

5.2.1. Формулировка задачи 5.2.2. Метод решения  
 5.2.3. Алгоритм решения задачи 5.2.4. Пример

Глава 6. Оптимальное управление стохастическим периодически нестационарным автоматом при наличии «теней» .....	99
§ 6.1. Постановка задачи .....	99
6.1.1. Дополнительные определения 6.1.2. Формули- ровка задачи	
§ 6.2. Метод решения задачи .....	101
6.2.1. Предварительные замечания 6.2.2. Случай управления «наблюдателем» в «теневых» тактах 6.2.3. Случай использования управляющего автомата	
§ 6.3. Пример решения задачи .....	107
6.3.1. Исходные данные 6.3.2. Первый случай 6.3.3. Второй случай	
Глава 7. Оптимальное управление системой стохастических периодически нестационарных автоматов .....	117
§ 7.1. Постановка общей задачи .....	117
7.1.1. Некоторые исходные данные 7.1.2. Формулирова- ка общей задачи	
§ 7.2. Метод матричных итераций решения общей задачи .....	119
7.2.1. Исходные данные 7.2.2. Последовательность действий	
§ 7.3. Пример решения общей задачи для системы стохастических периодически нестационарных автоматов .....	123
7.3.1. Исходные данные 7.3.2. Решение общей задачи	
Заключение .....	134
Литература .....	136