

В.А. Бухалёв
А.А. Скрынников
В.А. Болдинов

ИГРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ СО СЛУЧАЙНОЙ СКАЧКООБРАЗНОЙ СТРУКТУРОЙ



**В.А. Бухалёв
А.А. Скрынников
В.А. Болдинов**

**ИГРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ
СИСТЕМАМИ
СО СЛУЧАЙНОЙ
СКАЧКООБРАЗНОЙ СТРУКТУРОЙ**



**МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2021**

УДК 519.83
ББК 22.17
И 27



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту 20-18-00024, не подлежит продаже

Бухалёв В. А., Скрынников А. А., Болдинов В. А. Игровое управление системами со случайной скачкообразной структурой. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-9221-1891-0.

Монография представляет собой первое систематизированное изложение разработанных авторами методов и алгоритмов игрового минимаксного управления системами со случайной скачкообразной структурой.

Методы основаны на фундаментальных концепциях теории марковских процессов, байесовского оценивания, динамического программирования, дифференциальных игр и двухмоментной параметрической аппроксимации вероятностных распределений. Предложены рекуррентные алгоритмы взаимосвязанного распознавания, оценивания и управления, основанные на комплексировании показаний измерителей фазовых координат и индикаторов структуры. Приводятся многочисленные примеры решения разнообразных прикладных задач.

Книга предназначена научным работникам, инженерам, преподавателям, аспирантам и учащимся вузов, которые специализируются в области информационно-управляющих систем.

ISBN 978-5-9221-1891-0

© ФИЗМАТЛИТ, 2021

© В. А. Бухалёв, А. А. Скрынников,
В. А. Болдинов, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список примеров	5
Введение	7

Часть I. Измерение, обработка информации и управление в системах со случайной скачкообразной структурой

Глава 1. Математические модели систем со случайной скачкообразной структурой	13
1.1. Объекты, процессы и явления с внезапными скрытыми изменениями характеристик	13
1.2. Математические модели управляемых объектов, индикаторов и измерителей в системах со случайной скачкообразной структурой . .	13
1.3. Классификация систем со случайной скачкообразной структурой . .	16
Глава 2. Задачи, принципы и методы построения игровых алгоритмов в системах со случайной скачкообразной структурой . . .	18
2.1. Задачи обработки информации и управления	18
2.2. Принципы и методы построения алгоритмов	21
Глава 3. Распознавание структуры и оценивание фазовых координат	25
3.1. Нелинейный объект с условно-марковской структурой	25
3.2. Алгоритмы типа «классификатор–идентификатор–фильтр–дисперсиометр», основанные на двухмоментной параметрической аппроксимации вероятностных распределений	31
3.3. Линейный объект с марковской структурой	40
3.4. Распознавание марковской структуры объекта по показаниям индикаторов	46
3.5. Адаптивные одноканальные алгоритмы	47

Глава 4. Управление структурой и фазовыми координатами по критерию минимума среднего риска	56
4.1. Постановка задачи	56
4.2. Нелинейный объект с условно-марковской структурой	57
4.3. Алгоритмы, основанные на двухмоментной параметрической аппроксимации распределений	71
4.4. Линейный объект с марковской структурой	74
4.5. Управление марковской структурой объекта по показаниям индикатора	80

Часть II. Игровое минимаксное управление

Глава 5. Антагонистические игры	87
5.1. Матричная игра с нулевой суммой в чистых стратегиях	87
5.2. Матричная игра с нулевой суммой в смешанных стратегиях	90
5.3. Игра двух участников при непрерывной функции потерь	94
Глава 6. Управление динамическими объектами с детерминированной структурой	96
6.1. Нелинейный объект	96
6.2. Линейный объект	97
6.3. Нелинейный объект со случайными параметрами	104
6.4. Линейный объект со случайными параметрами	110
Глава 7. Управление динамическими объектами со случайной скачкообразной структурой	126
7.1. Нелинейный объект с условно-марковской структурой	126
7.2. Алгоритмы с двухмоментной параметрической аппроксимацией вероятностных распределений	135
7.3. Линейный объект с марковской структурой	142
Глава 8. Управление марковской структурой объектов	147
8.1. Управление в чистых стратегиях по показаниям индикаторов	147
8.2. Управление в смешанных стратегиях	155
8.3. Управление в смешанных стратегиях по показаниям индикаторов	165
Список литературы	169

Список примеров

Пример 3.1. Распознавание и оценивание сигнала системы с нелинейной пеленгационной характеристикой	28
Пример 3.2. Алгоритм обработки информации с аппроксимацией распределением Пирсона первого типа	35
Пример 3.3. Маловысотный полет с облетом опасных препятствий	42
Пример 3.4. Обнаружение ложной тепловой цели	46
Пример 3.5.2. Наведение БПЛА в условиях перерывов информации	52
Пример 4.2. Оптимальное управление сигналом и случайной структурой объекта	61
Пример 4.3. Управление сигналом и случайной структурой с аппроксимацией равномерным распределением	72
Пример 4.4. Управление полосой пропускания автоматической системы	76
Пример 4.5. Управление случайной структурой с двумя состояниями	81
Примеры 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. Седловая точка и цена игры в чистых стратегиях	88
Примеры 5.2.1, 5.2.2. Седловая точка и цена игры в смешанных стратегиях	92
Пример 5.3. Седловая точка игры при непрерывной функции потерь	95
Пример 6.2.1. Минимаксное управление объектом с седловой точкой игры	98
Пример 6.2.2. Перехват ракетой воздушной цели	101
Пример 6.3. Минимаксный фильтр Калмана с управлением дисперсиями возмущения и помех	106
Пример 6.4.1а. Игра: помеха в радиоканальном канале против сигнала управления в телевизионно-командной системе наведения	112
Пример 6.4.1б. Игра: помеха в телевизионном канале против сигнала управления в телевизионно-командной системе наведения	117
Пример 6.4.1в. Наведение БПЛА на активно маневрирующий объект	120

Пример 7.1. Игровое управление состоянием объекта и структурой измерителя	128
Пример 7.2. Игровое управление вероятностным распределением случайного входного сигнала	137
Пример 7.3. Наведение ракеты на маневрирующий объект в условиях перерывов информации	144
Пример 8.1. Игровое управление структурой объекта с двумя состояниями в чистых стратегиях	148
Пример 8.2.1. Игровое управление сменой режимов наведения БПЛА: «слежение за объектом», «слежение за помехой»	156
Пример 8.2.2. Игровое скачкообразное управление дисперсией помехи в фильтре Калмана	159
Пример 8.2.3. Игровое скачкообразное управление дисперсией возмущения в фильтре Калмана	162
Пример 8.3. Игровое управление сменой режимов наведения БПЛА по показаниям индикаторов	167