

УДК 519.866:005.7(075.8)  
ББК 22.18 я73  
У76

*Печатается по решению кафедры прикладной математики и программирования  
Института математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича  
Южного федерального университета (протокол № 11 от 14 июня 2024 г.)*

**Рецензенты:**

заведующий кафедрой Анализа данных и искусственного интеллекта  
Кубанского государственного университета, доктор технических наук,  
доцент *А. В. Коваленко*;

заведующий кафедрой Методов оптимизации и машинного обучения Южного  
федерального университета, доктор физико-математических,  
доцент *Д. Б. Рохлин*

**Усов, А. Б.**  
У76 **Двухуровневые и трехуровневые организационные системы  
всерной и ромбовидной структур : учебное пособие / А. Б. Усов;  
Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог :  
Издательство Южного федерального университета, 2024. – 102 с.**

ISBN 978-5-9275-4742-5

Предназначено для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлениям 01.03.02 и 01.04.02 “Прикладная математика и информатика” Института математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета. Содержит изложение материала, входящего в учебную программу курсов магистерской программы “ ” и курса по выбору бакалавриата «Моделирование динамических систем». Состоит из трех глав: основы теории управления, двухуровневые системы управления, трехуровневые системы управления. Включает в себя 21 параграф, после каждого из которых имеются задания для закрепления материала. Содержит в доступной для студентов форме обзор основных понятий теории управления сложными организационными системами и способов моделирования и исследования таких систем при использовании различных информационных регламентов.

УДК 519.866:005.7(075.8)  
ББК 22.18 я73

ISBN 978-5-9275-4742-5

© Усов А. Б., 2024  
© Южный федеральный университет, 2024  
© Оформление. Макет. Издательство Южного  
федерального университета, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Введение. . . . .	5
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ . . . . .	7
1.1. Основные понятия теории управления. . . . .	7
Упражнения к параграфу 1.1 . . . . .	8
1.2. Механизмы управления . . . . .	9
Упражнения к параграфу 1.2 . . . . .	10
1.3. Системы управления и моделирование . . . . .	10
Упражнения к параграфу 1.3 . . . . .	11
1.4. Иерархически организованные системы управления . . . . .	12
Упражнения к параграфу 1.4 . . . . .	14
1.5. Методы иерархического управления. . . . .	15
Упражнения к параграфу 1.5 . . . . .	18
ГЛАВА 2. ДВУХУРОВНЕВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ . . . . .	19
2.1. Взаимодействия директора и сотрудников производственного предприятия в процессе выполнения заказов. . . . .	19
2.1.1 Математическая постановка задачи . . . . .	20
2.1.2. Алгоритмы построения равновесий . . . . .	22
2.1.3. Аналитическое исследование модели . . . . .	22
2.1.4. Имитационное моделирование. . . . .	28
Упражнения к параграфу 2.1 . . . . .	33
2.2. Моделирование системы управления работой смены в сети Макдональдс. . . . .	34
2.2.1. Двухуровневая модель системы управления работой смены . . . . .	35
2.2.2. Построение математической модели . . . . .	36
Упражнения к параграфу 2.2 . . . . .	43
2.3. Моделирование взаимодействия банков с клиентами при выполнении финансовых операций . . . . .	43
2.3.1. Устройство банковской системы. . . . .	45
2.3.2. Математическая постановка задачи . . . . .	46
2.3.3. Аналитическое исследование модели . . . . .	48
2.3.4. Примеры расчётов . . . . .	53
2.3.5. Имитационное моделирование. . . . .	54
2.3.6. Анализ результатов вычислений . . . . .	55
Упражнения к параграфу 2.3 . . . . .	57
2.4. Моделирование бизнес-процессов розничной торговли в книжном магазине . . . . .	57
2.4.1. Постановка задачи . . . . .	58
2.4.2. Алгоритм построения равновесия . . . . .	61
2.4.3. Аналитическое исследование модели . . . . .	61
Упражнения к параграфу 2.4 . . . . .	67

ГЛАВА 3. ТРЕХУРОВНЕВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ. . . . .	68
3.1. Моделирование взаимодействия строительных и грузоперевозочных компаний . . . . .	68
3.1.1. Математическая модель . . . . .	69
3.1.2. Аналитическое решение для частного вида входных функций . . . . .	74
3.1.3. Имитационное моделирование. . . . .	90
3.1.4. Информационно-аналитическая система управления грузоперевозочной компанией. . . . .	95
Упражнения к параграфу 3.1 . . . . .	100
Литература . . . . .	101