

ВВЕДЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

СЕДЬМОЕ ИЗДАНИЕ

OPERATIONS RESEARCH: AN INTRODUCTION

SEVENTH EDITION

Hamdy A. Taha

University of Arkansas, Fayetteville



Pearson Education, Inc.
Upper Saddle River, New Jersey 07458

ВВЕДЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

СЕДЬМОЕ ИЗДАНИЕ

Хемди А. Таха

Университет Арканзаса, Фейетвилл



Издательский дом "Вильямс"
Москва ♦ Санкт-Петербург ♦ Киев
2007

ББК 32.973.26-018.2.75

T24

УДК 681.3.07

Издательский дом “Вильямс”

Зав. редакцией *С. Н. Тригуб*

Перевод с английского и редакция канд. физ.-мат. наук *А. А. Минько*

По общим вопросам обращайтесь в Издательский дом “Вильямс” по адресу:

info@williamspublishing.com, <http://www.williamspublishing.com>

115419, Москва, а/я 783; 03150, Киев, а/я 152

Таха, Хэмди А.

T24 Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. — М. : Издательский дом “Вильямс”, 2007. — 912 с. : ил. — Парал. тит. англ.

ISBN 978-5-8459-0740-0 (рус.)

Исследование операций ориентировано на решение практических задач, которые можно описать с помощью математических моделей. В книге представлены основные разделы теории исследования операций: математическое программирование (линейное и нелинейное, детерминированное и стохастическое), теория принятия решений и теория игр, теория управления запасами, теория массового обслуживания, имитационное моделирование. Книга может служить учебным пособием по теории и практическому применению методов исследования операций. Каждая тема начинается с вводного материала, доступного студентам первых курсов, далее уровень изложения постепенно повышается и рассчитан уже на студентов старших курсов и аспирантов. В конце каждой главы приводится набор комплексных задач, связанных с излагаемой темой, которые значительно углубляют и расширяют ее.

Написанная без излишнего академизма (но достаточно строго) книга будет полезна широкому кругу читателей: студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений, экономистам, инженерам, разработчикам программного обеспечения и т.д.

ББК 32.973.26-018.2.75

Все названия программных продуктов являются зарегистрированными торговыми марками соответствующих фирм.

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения издательства Prentice Hall, Inc

Authorized translation from the English language edition published by Prentice Hall, Inc., Copyright © 2003

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Russian language edition published by Williams Publishing House according to the Agreement with R&I Enterprises International, Copyright © 2007

ISBN 978-5-8459-0740-0 (рус.)

ISBN 0-13-032374-8 (англ.)

© Издательский дом “Вильямс”, 2007

© Pearson Education, Inc., 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	16
Об авторе	19
Глава 1. Исследование операций: что это такое	21
Глава 2. Введение в линейное программирование	33
Глава 3. Симплекс-метод	95
Глава 4. Двойственность и анализ чувствительности	141
Глава 5. Транспортные модели	193
Глава 6. Сетевые модели	243
Глава 7. Теория линейного программирования	321
Глава 8. Целевое программирование	381
Глава 9. Целочисленное линейное программирование	397
Глава 10. Детерминированные модели динамического программирования	441
Глава 11. Детерминированные модели управления запасами	471
Глава 12. Основы теории вероятностей	507
Глава 13. Методы прогнозирования	537
Глава 14. Теория игр и принятия решений	549
Глава 15. Вероятностное динамическое программирование	595
Глава 16. Вероятностные модели управления запасами	607
Глава 17. Системы массового обслуживания	629
Глава 18. Имитационное моделирование	697
Глава 19. Марковские процессы принятия решений	737
Глава 20. Классическая теория оптимизации	765
Глава 21. Алгоритмы нелинейного программирования	797
Приложение А. Краткий обзор теории матриц	837
Приложение Б. TORA. Краткое описание	849
Приложение В. Статистические таблицы	855
Приложение Г. Частичные ответы к некоторым упражнениям	859
Предметный указатель	893

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	16
Об авторе	19
Глава 1. Исследование операций: что это такое	21
1.1. Математические модели исследования операций	21
1.2. Решение моделей исследования операций	24
1.3. Имитационное моделирование	24
1.4. Искусство моделирования	25
1.5. Больше, чем просто математика	26
1.6. Методология исследования операций	28
1.7. Об этой книге	30
Литература	30
Литература, добавленная при переводе	31
Глава 2. Введение в линейное программирование	33
2.1. Модели ЛП с двумя переменными	33
2.2. Графическое решение задачи линейного программирования	36
2.2.1. Нахождение максимума целевой функции	37
2.2.2. Нахождение минимума целевой функции	40
2.2.3. Графическое решение с помощью TORA	43
2.3. Графический анализ чувствительности	46
2.3.1. Изменение коэффициентов целевой функции	46
2.3.2. Доступность ресурсов	51
2.3.3. Стоимость ресурсов	52
2.4. Компьютерное решение задач ЛП	57
2.4.1. Решение задач ЛП с помощью TORA	57
2.4.2. Решение задач ЛП с помощью Excel	60
2.4.3. Решение задач ЛП с помощью LINGO и AMPL	62
2.5. Примеры моделей ЛП	69
Литература	91
Литература, добавленная при переводе	91
Комплексные задачи	91
Глава 3. Симплекс-метод	95
3.1. Стандартная форма задачи ЛП	95
3.1.1. Преобразование неравенств в равенства	95
3.1.2. Свободная переменная	97

3.2. Переход от графического решения к алгебраическому	99
3.3. Алгоритм симплекс-метода	104
3.3.1. Итерационная природа симплекс-метода	104
3.3.2. Вычислительный алгоритм симплекс-метода	107
3.3.3. Реализация симплекс-метода в системе TORA	116
3.4. Искусственное начальное решение	118
3.4.1. <i>M</i> -метод	118
3.4.2. Двухэтапный метод	123
3.5. Особые случаи применения симплекс-метода	127
3.5.1. Вырожденность	128
3.5.2. Альтернативные оптимальные решения	131
3.5.3. Неограниченные решения	133
3.5.4. Отсутствие допустимых решений	135
Литература	137
Литература, добавленная при переводе	138
Комплексные задачи	138
Глава 4. Двойственность и анализ чувствительности	141
4.1. Определение двойственной задачи	141
4.2. Соотношения между прямой и двойственной задачами	146
4.2.1. Обзор простых матричных операций	146
4.2.2. Структура симплекс-таблицы	147
4.2.3. Оптимальное решение двойственной задачи	148
4.2.4. Вычисление симплекс-таблиц	152
4.2.5. Значения целевых функций прямой и обратной задач	157
4.3. Экономическая интерпретация двойственности	158
4.3.1. Экономическая интерпретация переменных двойственной задачи	158
4.3.2. Экономическая интерпретация ограничений двойственной задачи	161
4.4. Разновидности симплекс-метода	163
4.4.1. Двойственный симплекс-метод	164
4.4.2. Обобщенный симплекс-метод	170
4.5. Анализ чувствительности оптимального решения	171
4.5.1. Изменения, влияющие на допустимость решения	172
4.5.2. Изменения, влияющие на оптимальность решения	183
Литература	190
Литература, добавленная при переводе	190
Комплексные задачи	190
Глава 5. Транспортные модели	193
5.1. Определение транспортной модели	193
5.2. Нетрадиционные транспортные модели	201

5.3. Решение транспортной задачи	206
5.3.1. Определение начального решения	207
5.3.2. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи	212
5.3.3. Решение транспортной задачи с помощью TORA	217
5.3.4. Интерпретация метода потенциалов как симплекс-метода	225
5.4. Задача о назначениях	226
5.4.1. Венгерский метод	227
5.4.2. Интерпретация венгерского метода как симплекс-метода	232
5.5. Транспортная модель с промежуточными пунктами	233
Литература	238
Литература, добавленная при переводе	238
Комплексные задачи	238
Глава 6. Сетевые модели	243
6.1. Основные определения	244
6.2. Алгоритм построения минимального остовного дерева	245
6.3. Задача поиска кратчайшего пути	250
6.3.1. Практические примеры задачи поиска кратчайшего пути	251
6.3.2. Алгоритм определения кратчайшего пути	255
6.3.3. Формализация задачи поиска кратчайшего пути как задачи ЛП	265
6.3.4. Решение задачи поиска кратчайшего пути в Excel	268
6.4. Задача о максимальном потоке	269
6.4.1. Перебор разрезов	270
6.4.2. Алгоритм нахождения максимального потока	271
6.4.3. Формализация задачи поиска максимального потока как задачи ЛП	280
6.4.4. Решение задачи определения максимального потока в Excel	281
6.5. Задача нахождения потока наименьшей стоимости	283
6.5.1. Сетевая модель	283
6.5.2. Сетевая модель как задача линейного программирования	285
6.5.3. Симплексный алгоритм для сетей с ограниченной пропускной способностью	291
6.5.4. Решение задачи вычисления потока наименьшей стоимости в Excel	297
6.6. Методы сетевого планирования	299
6.6.1. Построение сети проекта	299
6.6.2. Метод критического пути	305
6.6.3. Построение временного графика	308
6.6.4. Формализация задачи поиска критического пути как задачи ЛП	314
6.6.5. Сети PERT	316
Литература	319
Литература, добавленная при переводе	319
Комплексные задачи	319

Глава 7. Теория линейного программирования	321
7.1. Основы симплекс-метода	321
7.1.1. Базисные решения	323
7.1.2. Матричное представление симплекс-таблиц	327
7.2. Модифицированный симплекс-метод	329
7.2.1. Условия оптимальности и допустимости	330
7.2.2. Вычислительная процедура модифицированного симплекс-метода	333
7.3. Алгоритм решения задач с ограниченными переменными	338
7.4. Метод декомпозиции	346
7.5. Двойственность	355
7.5.1. Матричное представление двойственной задачи	355
7.5.2. Оптимальное решение двойственной задачи	356
7.6. Параметрическое линейное программирование	360
7.6.1. Параметрическое изменение коэффициентов целевой функции	360
7.6.2. Параметрическое изменение правых частей ограничений	363
7.7. Метод Кармаркара	366
7.7.1. Основная идея метода Кармаркара	367
7.7.2. Алгоритм Кармаркара	368
Литература	378
Литература, добавленная при переводе	378
Комплексные задачи	378
Глава 8. Целевое программирование	381
8.1. Формулировка задачи целевого программирования	381
8.2. Алгоритмы целевого программирования	386
8.2.1. Метод весовых коэффициентов	387
8.2.2. Метод приоритетов	390
Литература	395
Литература, добавленная при переводе	395
Комплексные задачи	395
Глава 9. Целочисленное линейное программирование	397
9.1. Примеры задач целочисленного программирования	397
9.2. Методы решения задач целочисленного программирования	410
9.2.1. Метод ветвей и границ	411
9.2.2. Метод ветвей и границ в системе TORA	418
9.2.3. Метод отсекающих плоскостей	422
9.2.4. Вычислительный взгляд на задачи ЦЛП	428

9.3. Задача коммивояжера	428
9.3.1. Применение метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера	432
9.3.2. Применение метода отсекающих плоскостей для решения задачи коммивояжера	435
Литература	437
Литература, добавленная при переводе	437
Комплексные задачи	437
Глава 10. Детерминированные модели динамического программирования	441
10.1. Рекуррентная природа вычислений ДП	441
10.2. Рекуррентные алгоритмы прямой и обратной прогонки	444
10.3. Приложения динамического программирования	446
10.3.1. Задача о загрузке	447
10.3.2. Задача планирования рабочей силы	455
10.3.3. Задача замены оборудования	458
10.3.4. Задача инвестирования	462
10.3.5. Модели управления запасами	465
10.4. Проблема размерности	465
Литература	468
Литература, добавленная при переводе	468
Комплексная задача	468
Глава 11. Детерминированные модели управления запасами	471
11.1. Общая модель управления запасами	471
11.2. Статические модели управления запасами	472
11.2.1. Классическая задача экономичного размера заказа	472
11.2.2. Задача экономичного размера заказа с разрывами цен	478
11.2.3. Многопродуктовая статическая модель с ограниченной вместимостью склада	482
11.3. Динамические задачи экономичного размера заказа	486
11.3.1. Модель при отсутствии затрат на оформление заказа	487
11.3.2. Модель с затратами на оформление заказа	492
Литература	504
Литература, добавленная при переводе	504
Комплексные задачи	504
Глава 12. Основы теории вероятностей	507
12.1. Законы теории вероятностей	507
12.1.1. Закон сложения вероятностей	508
12.1.2. Условные вероятности	510

Содержание	11
12.2. Случайные величины и распределения вероятностей	511
12.3. Математическое ожидание и моменты случайной величины	514
12.3.1. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины	515
12.3.2. Совместные распределения вероятностей	517
12.4. Некоторые распределения вероятностей	520
12.4.1. Биномиальное распределение	520
12.4.2. Распределение пуассона	522
12.4.3. Отрицательное экспоненциальное распределение	523
12.4.4. Нормальное распределение	524
12.5. Эмпирические распределения	527
Литература	536
Литература, добавленная при переводе	536
Глава 13. Методы прогнозирования	537
13.1. Прогнозирование с использованием скользящего среднего	537
13.2. Экспоненциальное сглаживание	541
13.3. Регрессионный анализ	544
Литература	548
Литература, добавленная при переводе	548
Глава 14. Теория игр и принятия решений	549
14.1. Принятие решений в условиях определенности — Метод анализа иерархий	549
14.2. Принятие решений в условиях риска	560
14.2.1. Критерий ожидаемого значения	560
14.2.2. Другие критерии ожидаемого значения	566
14.3. Принятие решений в условиях неопределенности	575
14.4. Теория игр	580
14.4.1. Оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой	581
14.4.2. Решение матричных игр в смешанных стратегиях	584
Литература	591
Литература, добавленная при переводе	592
Комплексные задачи	592
Глава 15. Вероятностное динамическое программирование	595
15.1. Азартная игра	595
15.2. Задача инвестирования	598
15.3. Максимизация вероятности достижения цели	602
Литература	605
Литература, добавленная при переводе	605
Комплексная задача	606

Глава 16. Вероятностные модели управления запасами	607
16.1. Модель с непрерывным контролем уровня запаса	607
16.1.1. “Рандомизированная” модель экономичного размера заказа	607
16.1.2. Стохастический вариант модели экономичного размера заказа	610
16.2. Одноэтапные модели	615
16.2.1. Модель при отсутствии затрат на оформление заказа	616
16.2.2. Модель при наличии затрат на оформление заказа	619
16.3. Многоэтапные модели	622
Литература	624
Литература, добавленная при переводе	624
Комплексные задачи	624
Глава 17. Системы массового обслуживания	629
17.1. Что такое очередь	629
17.2. Основные компоненты моделей массового обслуживания	631
17.3. Экспоненциальное распределение в системах массового обслуживания	633
17.4. Модели рождения и гибели (связь между экспоненциальным и пуассоновским распределениями)	637
17.4.1. Модель чистого рождения	637
17.4.2. Модель чистой гибели	641
17.5. Общая модель системы массового обслуживания	644
17.6. Специализированные системы обслуживания с пуассоновским распределением	650
17.6.1. Функциональные характеристики стационарных систем обслуживания	651
17.6.2. Модели с одним сервисом	655
17.6.3. Модели с параллельными сервисами	666
17.6.4. Модель $(M/M/R) : (Gd/K/K)$ при $R < K$	676
17.7. Модель $(M/G/1) : (GD/\infty/\infty)$. Формула Поллачека–Хинчина	680
17.8. Другие модели массового обслуживания	683
17.9. Модели принятия решений в теории массового обслуживания	683
17.9.1. Модель со стоимостными характеристиками	683
17.9.2. Модель предпочтительного уровня обслуживания	689
Литература	692
Литература, добавленная при переводе	692
Комплексные задачи	692
Глава 18. Имитационное моделирование	697
18.1. Метод Монте-Карло	698
18.2. Типы имитационных моделей	703

Содержание	13
18.3. Элементы дискретного моделирования	704
18.3.1. Общее определение событий	704
18.3.2. Генерирование выборочных значений	706
18.4. Генерирование случайных чисел	716
18.5. Механика дискретной имитации	718
18.5.1. Ручная имитация модели очереди с одним сервисом	718
18.5.2. Имитация модели очереди с одним сервисом в электронной таблице	723
18.6. Методы сбора статистических данных	726
18.6.1. Метод подынтервалов	727
18.6.2. Метод повторения	729
18.6.3. Метод циклов	730
18.7. Языки имитационного моделирования	732
Литература	735
Литература, добавленная при переводе	735
Глава 19. Марковские процессы принятия решений	737
19.1. Марковская задача принятия решений	737
19.2. Модель динамического программирования с конечным числом этапов	739
19.3. Модель с бесконечным числом этапов	743
19.3.1. Метод полного перебора	743
19.3.2. Метод итераций по стратегиям без дисконтирования	746
19.3.3. Метод итераций по стратегиям с дисконтированием	750
19.4. Применение методов линейного программирования	752
19.5. Приложение: обзор теории цепей Маркова	756
19.5.1. Марковские процессы	756
19.5.2. Цепи Маркова	757
Литература	764
Литература, добавленная при переводе	764
Глава 20. Классическая теория оптимизации	765
20.1. Экстремальные задачи без ограничений	765
20.1.1. Необходимые и достаточные условия существования экстремума	766
20.1.2. Метод Ньютона–Рафсона	770
20.2. Задачи на экстремум при наличии ограничений	773
20.2.1. Ограничения в виде равенств	773
20.2.2. Ограничения в виде неравенств	789
Литература	796
Литература, добавленная при переводе	796
Глава 21. Алгоритмы нелинейного программирования	797
21.1. Алгоритмы решения задач без ограничений	797
21.1.1. Методы прямого поиска	797
21.1.2. Градиентный метод	801

21.2. Алгоритмы решения задач с ограничениями	805
21.2.1. Сепарабельное программирование	805
21.2.2. Квадратичное программирование	815
21.2.3. Геометрическое программирование	820
21.2.4. Стохастическое программирование	825
21.2.5. Метод линейных комбинаций	829
21.2.6. Алгоритм последовательной безусловной максимизации	832
Литература	833
Литература, добавленная при переводе	833
Приложение А. Краткий обзор теории матриц	837
А.1. Векторы	837
А.1.1. Определение вектора	837
А.1.2. Сложение и вычитание векторов	837
А.1.3. Умножение вектора на скаляр	837
А.1.4. Линейная независимость векторов	838
А.2. Матрицы	838
А.2.1. Определение матриц	838
А.2.2. Типы матриц	838
А.2.3. Арифметические операции над матрицами	839
А.2.4. Определитель квадратной матрицы	840
А.2.5. Невырожденная матрица	841
А.2.6. Обратная матрица	842
А.2.7. Методы вычисления обратных матриц	843
А.3. Квадратичные формы	847
А.4. Выпуклые и вогнутые функции	848
Литература	849
Литература, добавленная при переводе	849
Задачи	849
Приложение Б. TORA. Краткое описание	849
Б.1. Главное меню	849
Б.2. Режим ввода данных и форматы чисел	850
Б.3. Окно ввода данных	850
Б.4. Меню Solve/Modify	851
Б.5. Формат результата	852
Б.6. Выходные результаты	852
Приложение В. Статистические таблицы	855
Приложение Г. Частичные ответы к некоторым упражнениям	859
Предметный указатель	893

ПРЕДИСЛОВИЕ

Замечательно, что за 30 лет сотни тысяч студентов во всем мире познакомились с исследованием операций благодаря различным изданиям данной книги. Этот успех побуждает должным образом подготовить новое, седьмое, издание книги, чтобы оно отвечало потребностям будущих поколений студентов.

Основное внимание в седьмом издании уделяется интенсивному использованию соответствующего программного обеспечения. Прежде всего это программа TORA, шаблоны электронной таблицы Excel и программные пакеты LINGO и AMPL.

Программа TORA предлагает средства для обращения матриц, решения систем линейных уравнений, задач линейного целочисленного программирования, транспортных и сетевых задач, задач теории массового обслуживания и теории игр. TORA может использоваться в автоматическом режиме или в режиме пошагового выполнения, который можно считать режимом обучения. В автоматическом режиме выводится конечное решение задачи, обычно в стандартном формате, присутствующем “серьезным” научным программам. Режим пошагового выполнения — это уникальная возможность проверить понимание читателем вычислительных деталей каждого алгоритма. Как и ее DOS-предшественница, современная программа TORA имеет четкий и логичный интерфейс и проста в применении, что полностью исключает потребность в руководстве пользователя.

Шаблоны электронной таблицы Excel дополняют возможности программы TORA. Это, в частности, шаблоны для решения задач линейного и динамического программирования, реализации аналитического иерархического процесса, теории принятия решений, исследования моделей инвестиций, предварительной обработки данных, теории массового обслуживания, имитационного моделирования и нелинейной оптимизации. Некоторые из этих шаблонов являются “простыми” рабочими листами Excel. Другие используют надстройку Excel Поиск решения или макросы, написанные на языке VBA. Но независимо от того, что собой представляют эти шаблоны, все они обладают особыми средствами или специальными областями для ввода данных, что позволяет решать широкий круг задач без необходимости изменения формул или структуры рабочего листа. Формулы и структура рабочих листов организованы таким образом, чтобы минимизировать возможность их случайного изменения.

Книга включает примеры использования коммерческих пакетов LINGO и AMPL, предназначенных для решения сложных и больших задач математического программирования.

Программа TORA и электронная таблица Excel, описанные в книге, призваны облегчить изучение и понимание излагаемого материала там, где сделать это другим способом затруднительно. Исходя из своего личного опыта, могу утверждать, что пошаговый режим программы TORA и рабочие книги Excel очень эффективно помогают при аудиторном изучении материала, когда какие-либо концепции можно показать, просто изменив исходные данные задачи. Например, с помощью TORA

можно продемонстрировать причудливое поведение алгоритма ветвей и границ, примененного для решения небольшой задачи целочисленного программирования, когда решение найдено за девять итераций, а для проверки его оптимальности потребовалось более 25 тысяч итераций. Без такой программы, как TORA, с ее понятным интерфейсом, было бы сложно показать подобную ситуацию. Другой пример — это специальные шаблоны рабочих книг Excel для решения задач динамического программирования и реализации аналитического иерархического процесса, где пользователь в интерактивном режиме может эффективно изучить все подробности этих двух методов. Третий пример касается генерирования псевдослучайных чисел, равномерно распределенных на интервале от 0 до 1, на основе мультипликативного метода сравнений. С помощью соответствующей рабочей книги можно непосредственно продемонстрировать эффект влияния на “качество” генератора псевдослучайных чисел выбора начального числа и других параметров, в частности, на длину последовательности случайных чисел, и тем самым предостеречь студентов от опасности использования этого метода в своих имитационных моделях.

Все главы настоящего издания значительно переработаны (многие переписаны) для того, чтобы изложить материал в более лаконичной форме. В книгу включен новый материал: новая вводная глава 1, обобщенный симплекс-метод (глава 4), представление всех сетевых моделей в виде линейных моделей (глава 6), решение задачи коммивояжера (глава 9) и метод золотого сечения (глава 21).

Так же, как и в шестом издании, книга разбита на три части, посвященные описанию детерминированных, вероятностных и нелинейных моделей. Приложения содержат обзор теории матриц, введение в TORA (хотя сама программа своей простотой и наглядностью исключает необходимость в руководстве пользователя), основные статистические таблицы и ответы к некоторым задачам.

Благодарности

Я благодарен многим моим коллегам и сотням студентов за их советы и критические замечания о содержании книги. Особо хочу поблагодарить профессоров Майкла Харнетта (R. Michael Harnett) из университета шт. Канзас, Яссера Хосни (Yasser Hosni) из Флоридского университета, Гая Карри (Guy Curry) из Техасского сельскохозяйственного университета, Рафаэля Гутierrez (Rafael Gutierrez) из университета Техаса в Эль-Пасо, Роберта Льюиса (Robert Lewis) из Инженерного колледжа менеджмента армии Соединенных Штатов, Аллена С. Шермана (Allen C. Schuermann) из университета шт. Оклахома и Стивена Ван-Дрю (Steven L. VanDrew) из университета Мерке.

Мои коллеги по университету Арканзаса — профессора Ричард Кесседи (Richard Cassady), Майк Кул (Mike Cole), Эрхан Кутан-оглы (Erhan Kutanoglu), Скотт Мэйсон (Scott Mason), Хетер Нектманн (Heather Nachtmann) и Мануэль Россетти (Manuel Rossetti) — помогли мне при подготовке книги, и я очень благодарен им за их дружескую поддержку.

Отдельное спасибо хочу сказать профессорам Джоузу Вентуре (Jose Ventura) из университета шт. Пенсильвания, Джорджу Валенсуэле (Jorge Valenzuela) из Обенского университета, Бураку Экси-оглы (Burak Eksioglu) из Флоридского университета, Майклу Харнетту (Michael Harnett) из университета шт. Канзас и Стивену Ван-Дрю (Steven VanDrew) из университета Мерке за внимательное прочтение шестого издания книги и полезные замечания.

Хочу также выразить признательность моим редакторам Энн Имхоф (Ann Imhof), Дороти Марреро (Dorothy Marrero) и Линде Кастилло (Lynda Castillo) за их профессиональную работу по подготовке книги.

Я благодарен своему новому издателю Prentice Hall за мягкий и гладкий переход под его покровительство. Выражаю особую благодарность моим редакторам Бейни М. де Леон (Bayani M. de Leon), Алисе Дворкин (Alice Dworkin) и Редоре Пифиаренда (Rhodora Pefiaranda). Их опыт и компетентность чрезвычайно помогли мне.

Хэмди А. Таха
hat@engr.uark.edu

ОБ АВТОРЕ

Хэмди А. Таха (Hamdy A. Taha) — профессор технической инженерии университета Арканзаса, где он преподает и ведет научную работу в области исследования операций и имитационного моделирования. Таха автор трех книг (помимо данной) по целочисленному программированию и имитационному моделированию. Его книги переведены в Китае, Корее, Испании, Японии, России, Турции и Индонезии. Таха также написал несколько книг в соавторстве. Его статьи напечатаны в журналах *Management Science*, *Operations Research*, *Interfaces*, *Naval Research Logistics*, *European Journal of Operations Research* и *AIIE Transactions*.

Профессор Таха назван Senior Fulbright Scholar (ведущим Фулбрайтским ученым) университета Карлоса III (Мадрид, Испания). Он удостоен премии Alumni Award за достижения в научных исследованиях и премии Nadine Baum Faculty Teaching Award за плодотворную преподавательскую деятельность (обе премии присуждены университетом Арканзаса). Он также награжден многочисленными премиями за научную и преподавательскую деятельность в инженерном колледже университета Арканзас. Хэмди Таха свободно владеет тремя языками и хорошо известен в Мексике и на Среднем Востоке.

