

**В.А. КАШТАНОВ
О.Б. ЗАЙЦЕВА**

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

**(ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ
И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ)**

УЧЕБНИК

*Рекомендовано
в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки
01.03.04 Прикладная математика,
01.03.02 Прикладная математика и информатика,
09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
38.03.05 Бизнес-информатика
(квалификация «Бакалавр»)*

Москва
КУРС
ИНФРА-М
2016

УДК 519.8(075.8)
ББК 22.18я73

К31

ФЗ
№ 436-ФЗ

Издание не подлежит маркировке
в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Р е ц е н з е н т ы:

В.Ф. Воскобоев — доктор технических наук, профессор кафедры «Устойчивости экономики и систем жизнеобеспечения» ФГБВОУ ВО «Академии гражданской защиты» МЧС России.

Б.В. Гладков — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Теории вероятностей» МГУ им. М.В. Ломоносова.

Каштанов В.А., Зайцева О.Б.

К31 Исследование операций (линейное программирование и стохастические модели): Учебник / В.А. Каштанов, О.Б. Зайцева. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. — 256 с.

ISBN 978-5-906818-78-2 (КУРС)

ISBN 978-5-16-012261-8 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-105144-3 (ИНФРА-М, online)

Книга делится на две части – детерминированные и стохастические модели исследования операций.

Первая часть «Детерминированные модели исследования операций» – это базовый раздел, в котором акцент сделан на линейное программирование. Он наглядно иллюстрирует применение математического аппарата для построения оптимальных стратегий управления в экономических моделях. Алгоритмы построения оптимальных решений изложены в виде математических утверждений с их доказательствами.

Вторая часть – «Стохастические модели исследования операций» – включает модели надежности и модели массового обслуживания. Это оригинальный материал, он содержит анализ оптимизационных моделей технического обслуживания и задачи поиска оптимальных стратегий управления структурой систем массового обслуживания, входным потоком, длительностью обслуживания для достижения оптимального значения экономического или технического показателя (критерия), характеризующего качество функционирования системы или качество управления.

Для лучшего понимания теоретических положений в учебник включены необходимые математические приложения.

Учебник может быть полезен студентам бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки «Прикладная математика и информатика», «Прикладная математика», «Информатика и вычислительная техника», «бизнес-информатика», а также аспирантам и научно-педагогическим работникам, интересующимся проблемами оптимизации в стохастических моделях.

УДК 519.8(075.8)

ББК 22.18я73



ISBN 978-5-906818-78-2 (КУРС)

ISBN 978-5-16-012261-8 (ИНФРА-М, print)

ISBN 978-5-16-105144-3 (ИНФРА-М, online)

© Каштанов В.А., Зайцева О.Б., 2016

© КУРС, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель настоящего учебного пособия состоит в изложении теоретических основ научного направления, которое имеет название «Исследование Операций» (далее — ИО), для бакалавров экономических и технических направлений подготовки.

Характерной особенностью моделей и научного направления ИО являются управление и оптимизация, а главная проблема состоит в математической формализации реальной ситуации, определении критерииов оптимизации, выборе математического аппарата, обеспечивающего адекватность полученных результатов.

Как научное направление ИО формировалось в середине 20-го века, когда новые подходы к решению сложных практических задач начали использовать военные специалисты при анализе, планировании и исследовании военных операций, экономисты в сфере промышленного и финансового управления, планирования и оценки рисков принимаемых решений, инженерно-технические специалисты при создании высоко надежной и высоко эффективной техники, на которую возлагались ответственные задачи и некачественная работа которой могла бы привести к серьезным последствиям.

Запросы практики дали толчок развитию математических методов исследования моделей ИО, и одно перечисление практических и теоретических направлений, которые различные авторы причисляют к моделям и методам ИО, заняло бы много места [4, 22, 26, 32].

Широкий круг практических проблем, многочисленные математические методы решения задач управления и оптимизации и ограниченность объема пособия поставили перед авторами сложную задачу отбора материала.

Содержание книги делится на 2 части: детерминированные и стохастические модели ИО.

В первой части «Детерминированные модели исследования операций (линейное программирование)» акцент сделан на линейном программировании. Это базовый раздел, который наглядно иллюстрирует применение математического аппарата для построения оптимизационной модели.

Основные математические понятия излагаются по возможности кратко и, надеемся, понятно. По мере необходимости приведены теоретические выводы, однако там, где это возможно, даны ссылки на существующие учебники, где материал изложен с подробными

Учебное издание

**Виктор Алексеевич Каштанов
Ольга Борисовна Зайцева**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ
(ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ
И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ)**

Учебник

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве «КУРС»

Подписано в печать 25.07.2016.

Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Newton.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,0.

Тираж 500 (I – 150) экз. Заказ № 5008

TK 639817-603126-250716

ООО Издательство «КУРС»
127273, Москва, ул. Олонецкая, д. 17А, офис 104.
Тел.: (499) 709-16-28.
E-mail: kursizdat@gmail.com

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru http://www.infra-m.ru