

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. В. Кобзев А. Е. Радаев А. С. Кривченко

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
СИСТЕМ**

 **ИЗДАТЕЛЬСТВО**
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Санкт-Петербург
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. В. Кобзев А. Е. Радаев А. С. Кривченко

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
СИСТЕМ



Санкт-Петербург
2014

УДК 656.02: 658.5: 004.94

К55

Рецензенты:

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Управление трудовыми и социальными процессами» СПбГЭУ,
заслуженный деятель науки РФ *Б. М. Генкин*

Доктор экономических наук, профессор СПбПУ *А. С. Соколицын*

Кобзев В. В. Математическое моделирование производственных систем /
В. В. Кобзев, А. Е. Радаев, А. С. Кривченко ; под ред. проф. В. В. Кобзева. —
СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. — 239 с.

Монография посвящена применению математического моделирования в управлении предприятиями и сетями поставок в промышленности. Обобщается известный и предлагается новый инструментарий управления производственными системами с использованием математического моделирования, приводятся примеры практической реализации в конкретных проектах. Предлагаются классификация средств математического моделирования по областям эффективного применения при решении задач управления производственными системами; проектно-ориентированный сетевой подход и комплекс графо-аналитических методов, моделей и инструментальных средств для управления сетью поставок на основе мультиагентных систем, нейросетевых и эвристических методов, fuzzy-технологии; комплекс методов и моделей одно- и многокритериальной оптимизации применительно к задачам управления производством, снабжением и сбытом предприятий; комплекс имитационных моделей, разработанных на основе дискретно-событийного подхода с использованием программной среды AnyLogic для решения задач управления функционированием высокотехнологичных производств и их инфраструктуры.

Предметная область исследования соответствует паспорту специальностей ВАК 08.00.13, 08.00.05, 05.02.22, 05.05.04 (экономические и технические науки).

Монография предназначена для магистрантов и аспирантов, слушателей системы повышения квалификации, научных работников, специалистов и руководителей предприятий (организаций).

Табл. 35. Ил. 122. Библиогр.: 102 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Кобзев В. В., Радаев А. Е., Кривченко А. С., 2014

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2014

ISBN 978-5-7422-4702-9

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Применение средств математического моделирования при решении задач управления производственными системами	7
1.1. Производственная система как объект управления	7
1.2. Постановка задачи управления производственной системой уровня сети поставок ..	28
1.2. Классификация инструментальных средств, применяемых для решения задач управления производственными системами	37
2. Графо-аналитические методы и модели управления производственными системами	40
2.1. Методы представления и обработки нечеткой информации (fuzzy-технологии)	40
2.2. Метод выделения «критического подмножества»	44
2.3. Нейросетевые методы и модели	47
2.4. Сетевая модель бизнес-процессов сети поставок	74
2.5. Сетевая модель продвижения материального потока	87
3. Оптимизационные методы и модели управления производственными системами	92
3.1. Методы одно- и многокритериальной оптимизации	92
3.2. Метод оптимизации муравьиной колонии	97
3.3. Оптимизационная модель адаптивного функционирования сети поставок предприятия	101
3.4. Модель оптимизации пропускной способности объектов промышленной инфраструктуры предприятия	106
3.5. Модель оптимизации пропускной способности производственного участка комплексной обработки предметов производства	111
3.6. Модель оптимизации количества оборудования по технологическим зонам распределительного склада	116
3.7. Организация структуры сети поставок промышленных предприятий «Провайдер – координационный центр» (на примере ОАО «ПСКЦ»)	120
3.8. Постановка и решение задачи управления сетью поставок промышленных предприятий «Провайдер – управляющий центр» (на примере концерна ОАО «Силовые машины»)	143
4. Имитационное моделирование производственных систем	154
4.1. Современные парадигмы имитационного моделирования	154
4.2. Имитационная модель адаптивного функционирования сети поставок предприятия	160
4.3. Имитационная модель функционирования объектов промышленной инфраструктуры предприятия	172
4.4. Имитационная модель производственного участка с регулируемой технологией производства	188

4.5. Имитационная модель производственного участка с фиксированной технологией производства	201
4.6. Имитационная модель складского комплекса для распределения продукции, изготавливаемой в рамках предприятия	213
Заключение	228
Литература	231