

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

Г. А. Доррер

# **МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Учебное пособие

Красноярск  
СФУ  
2016

УДК 519.816(07)+004.8(07)  
ББК 22.183.1я73  
Д696

**Р е ц е н з е н т ы:**

*М. Н. Фаворская*, доктор технических наук, профессор Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М. Ф. Решетнева;

*Л. Ф. Ноженкова*, доктор технических наук, профессор Института вычислительного моделирования СО РАН

**Доррер, Г. А.**  
Д696      Методы и системы принятия решений : учеб. пособие /  
Г. А. Доррер. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 210 с.  
ISBN 978-5-7638-3489-5

В учебном пособии приведены основные понятия и термины системного анализа и теории принятия решений. Отмечена роль математического моделирования как способа формирования множества альтернатив решения, дана классификация применяемых математических моделей и рассмотрены примеры их использования при принятии решений. Описаны методы выбора альтернатив решений, базирующиеся на знаниях, когнитивные модели знаний, экспертные оценки, онтологии, продукционные модели, а также методы поддержки принятия решений на основе теории оптимизации, цепей Маркова, сетей Петри, GERT-сетей, имитационного моделирования. В качестве примеров действующих систем поддержки принятия решений описаны две системы: экспертная система по ликвидации аварий ЭСПЛА и система космического мониторинга состояния лесов ИСДМ-Рослесхоз.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Кроме того, может быть полезно студентам и аспирантам других направлений и специальностей при ознакомлении с основами системного анализа и теории принятия решений.

**Электронный вариант издания см.:**  
<http://catalog.sfu-kras.ru>

**УДК 519.816(07)+004.8(07)**  
**ББК 22.183.1я73**

ISBN 978-5-7638-3489-5

© Сибирский федеральный  
университет, 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>6</b>
<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Общие сведения о теории принятия решений .....</b>	<b>12</b>
1.1. Понятия, связанные с принятием решений .....	12
1.2. Определенность результатов принимаемых решений .....	14
1.3. Критерии оценки решения .....	16
1.4. Системы поддержки принятия решения.....	19
1.5. Математическое моделирование при принятии решений .....	21
1.5.1. Статические и динамические модели.....	22
1.5.2. Структурированные модели .....	23
1.5.3. Слабоструктурированные модели .....	24
1.5.4. Формальные модели.....	25
1.5.5. Неструктурированные модели .....	25
1.5.6. Модели данных.....	26
1.6. Классификация математических моделей структурированных систем.....	27
1.7. Задачи моделирования на различных уровнях принятия решений ....	29
Контрольные вопросы и задания .....	32
<b>Глава 2. Системы поддержки принятия решений,     основанные на знаниях.....</b>	<b>33</b>
2.1. Способы описания знаний .....	33
2.2. Когнитивные модели .....	35
2.3. Онтологические модели процесса принятия решений .....	41
2.4. Экспертный подход к принятию решений .....	45
2.4.1. Методы экспертных оценок .....	45
2.4.2. Методы средних баллов при оценке альтернатив.....	48
2.5. Продукционные модели знаний .....	52
2.5.1. Основные определения .....	52
2.5.2. Байесовский подход к построению продукционных моделей знаний .....	54
2.5.3. Структура базы знаний и алгоритм логического вывода.....	56
Контрольные вопросы и задания .....	60
<b>Глава 3. Методы оптимизации в задачах принятия решений.....</b>	<b>62</b>
3.1. Принятие решений на основе методов линейного программирования .....	63
3.2. Математическая модель планирования производства .....	64

3.3. Задачи оптимального планирования производства.....	67
3.4. Транспортная задача.....	72
3.5. Задачи об упаковке .....	75
3.5.1. Задача о рюкзаке.....	75
3.5.2. Задачи упаковки в контейнеры .....	77
3.6. Задачи о замене оборудования .....	78
3.6.1. Простейшая задача о замене оборудования .....	78
3.6.2. Задача об оптимальных сроках замены дискового оборудования.....	79
3.7. Многокритериальные задачи принятия решений .....	83
Контрольные вопросы и задания.....	89
<b>Глава 4. Вероятностные модели формирования и выбора альтернатив решений.....</b>	<b>90</b>
4.1. Моделирование систем на основе формализма цепей Маркова .....	90
4.1.1. Определение и динамика цепи Маркова.....	90
4.1.2. Оценка длительности пребывания процесса во множестве невозвратных состояний .....	93
4.1.3. Оценка поведения цепей Маркова при большом числе шагов.....	96
4.2. Модель процесса обучения как цепь Маркова .....	99
4.3. Система обслуживания заявок с очередью и отказами.....	102
4.4. Модель динамики информационных ресурсов.....	104
4.5. Принятие решений об оптимизации инвестиционного портфеля .....	110
4.6. Имитационное моделирование при принятии решений. Система AnyLogic .....	114
4.6.1. Активные объекты, классы и экземпляры активных объектов.....	115
4.6.2. Объектно ориентированный подход .....	116
4.6.3. Средства описания поведения объектов .....	116
4.6.4. Анимация поведения и интерактивный анализ модели .....	118
4.6.5. Примеры имитационного моделирования .....	119
Контрольные вопросы и задания.....	122
<b>Глава 5. Сетевые модели поддержки принятия решений .....</b>	<b>124</b>
5.1. Обыкновенные сети Петри .....	125
5.1.1. Формальное определение .....	125
5.1.2. Графы сетей Петри.....	127
5.1.3. Пространство состояний сети Петри.....	128
5.1.4. Основные свойства сетей Петри .....	130
5.1.5. Некоторые обобщения сетей Петри .....	131
5.1.6. Инварианты сетей Петри .....	135

5.2. Раскрашенные сети Петри .....	139
5.2.1. Мультимножества .....	139
5.2.2. Формальное определение CPN .....	140
5.2.3. Функционирование CPN .....	144
5.2.4. Расширения CPN .....	147
5.2.5. О моделирующих возможностях сетей Петри .....	150
5.3. Моделирование дискретных систем .....	150
5.3.1. Моделирование вычислительных систем .....	151
5.3.2. Моделирование программ .....	160
5.3.3. Моделирование протоколов передачи данных .....	163
5.3.4. Об исследовании сетей Петри с помощью ЭВМ .....	167
5.4. ГЕРТ-сети .....	169
5.4.1. Описание ГЕРТ-сети .....	170
5.4.2. Производящие функции ГЕРТ-сетей .....	171
5.4.3. Вычисление $W$ -функций для типовых соединений дуг .....	174
5.4.4. Модель процесса обучения как ГЕРТ-сеть .....	176
Контрольные вопросы и задания .....	181
<b>Глава 6. Примеры систем поддержки принятия решений .....</b>	<b>183</b>
6.1. Система ЭСПЛА .....	183
6.1.1. Режимы функционирования системы .....	184
6.1.2. Принятие решений при техногенных авариях .....	187
6.1.3. Использование информационных ресурсов .....	189
6.2. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ .....	190
6.2.1. Общая характеристика системы .....	190
6.2.2. Использование спутниковых данных .....	193
6.2.3. Центры приема и обработки спутниковых данных .....	195
6.2.4. Информационные продукты, формируемые системой .....	197
6.2.5. Прогнозирование параметров лесных пожаров по данным ИСДМ-Рослесхоз .....	201
Контрольные вопросы и задания .....	204
<b>Заключение .....</b>	<b>206</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>207</b>