

Г.А. Доррер

# ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Учебное пособие

Красноярск 2013

**ФГБОУ ВПО  
«Сибирский государственный технологический университет»**

**Г.А. Доррер**

# **ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 230100.62 «Информатика и вычислительная техника»

**Красноярск 2013**

УДК 681.3.06

Доррер Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие для студентов направления 230100.62 – Информатика и вычислительная техника, Красноярск: ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», 2013. – 180 с.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 230100.62. Кроме того, оно может быть полезным студентам других направлений и специальностей при ознакомлении с основами системного анализа и теории принятия решений.

Приводятся основные понятия и термины системного анализа и теории принятия решений: лицо, принимающее решения, порядок подготовки решения (регламент), цели, ресурсы, риски и неопределенности, критерии оценки решения. Отмечается роль математического моделирования как способа формирования множества альтернатив решения, дается классификация используемых при этом математических моделей.

Показана роль так называемых «мягких» моделей и экспертных оценок при принятии решений в слабоструктурированных системах.

Приводятся примеры выбора оптимальных решений на основе формализмов линейного программирования, многокритериальной оптимизации, задач раскроя-упаковки и задач о замене оборудования.

В классе вероятностных моделей рассмотрены цепи Маркова с дискретным временем, приведены примеры их использования при решении различных задач. Приведена задача Г. Марковица выбора эффективного инвестиционного портфеля.

Описаны возможности системы имитационного моделирования AnyLogic и приведены примеры ее использования.

Рассмотрена теория обыкновенных и раскрашенных сетей Петри, приведены примеры их применение для моделирования систем.

Приводятся краткие сведения о методологии решения задач моделирования и принятия решений на основе формализма GERT-сетей.

В качестве примеров действующих систем поддержки принятия решений описаны две системы, актуальные для Сибирского региона: экспертная система по ликвидации аварий ЭСПЛА и система космического мониторинга состояния лесов ИСДМ-Рослесхоз.

Рецензенты: д.т.н. проф. М.Н. Фаворская (СибГАУ им.М.Ф. Решетнева),  
д.ф.-м.н., проф. А.В. Филиновский (МГТУ им. Н.Э.Баумана)

© Доррер Г.А. 2013

© ГБОУ ВПО «СибГТУ», 2013

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Предисловие.....   | 6  |
| Введение.....  | 7  |
| Глава 1 Общие сведения о теории принятия решений.....                                    | 12 |
| 1.1 Понятия, связанные с принятием решений.....  | 12 |
| 1.2 Определенность результатов принимаемых решений.....                                  | 14 |
| 1.3 Критерии оценки решения.....   | 15 |
| 1.4 Системы поддержки принятия решения.....  | 17 |
| 1.5 Математическое моделирование при принятии решений.....                               | 19 |
| 1.6 Классификация математических моделей структурированных систем.....                   | 25 |
| 1.7 Задачи моделирования на различных уровнях принятия решений.....                      | 27 |
| Глава 2 Детерминированные модели формирования и выбора альтернатив<br>решений.....       | 30 |
| 2.1 О методологии «мягкого» моделирования.....   | 30 |
| 2.1.1 Когнитивные карты.....   | 32 |
| 2.1.2 Онтологические модели процесса принятия решений.....                               | 35 |
| 2.2 Методы экспертных оценок.....  | 39 |
| 2.2.1 Экспертный подход к принятию решений.....  | 39 |
| 2.2.2 Методы средних баллов.....   | 42 |
| 2.3 Методы оптимизации в задачах принятия решений.....                                   | 45 |
| 2.3.1 Принятие решений на основе методов линейного программирования.....                 | 45 |
| 2.3.2 Математическая модель планирования производства.....                               | 47 |
| 2.3.3 Задачи оптимального планирования производства.....                                 | 49 |
| 2.3.4 Транспортная задача.....   | 54 |
| 2.4 Задачи об упаковке.....  | 56 |
| 2.4.1 Задача о рюкзаке.....  | 56 |
| 2.4.2 Задачи упаковки в контейнеры.....  | 58 |
| 2.5 Задачи о замене оборудования.....  | 59 |
| 2.5.1 Простейшая задача о замене оборудования.....                                       | 59 |
| 2.5.2 Задача об оптимальных сроках замены дискового оборудования.....                    | 60 |
| 2.6 Многокритериальные задачи принятия решений.....                                      | 63 |
| Глава 3 Вероятностные модели формирования и выбора альтернатив решений.....              | 70 |
| 3.1 Моделирование систем на основе формализма цепей Маркова.....                         | 70 |
| 3.1.1 Определение и динамика цепи Маркова.....   | 70 |
| 3.1.2 Оценка длительности пребывания процесса в множестве<br>невозвратных состояний..... | 73 |
| 3.1.3 Оценка поведения цепей Маркова при большом числе шагов.....                        | 75 |
| 3.2 Модель процесса обучения как цепь Маркова.....                                       | 78 |
| 3.3 Система обслуживания заявок с очередью и отказами.....                               | 81 |
| 3.4 Модель динамики информационных ресурсов.....   | 83 |
| 3.5 Принятие решений об оптимизации инвестиционного портфеля.....                        | 88 |
| 3.6 Имитационное моделирование при принятии решений.....                                 | 92 |
| 3.6.1 Система AnyLogic: активные объекты, классы и экземпляры<br>активных объектов.....  | 93 |
| 3.6.2 Объектно-ориентированный подход.....   | 93 |
| 3.6.3 Средства описания поведения объектов.....  | 94 |
| 3.6.4 Анимация поведения и интерактивный анализ модели.....                              | 95 |
| 3.6.5 Примеры имитационного моделирования.....   | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| Глава 4 Сетевые модели поддержки принятия решений .....   | 101 |
| 4.1 Обыкновенные сети Петри .....   | 101 |
| 4.1.1 Формальное определение .....  | 101 |
| 4.1.2 Графы сетей Петри .....   | 104 |
| 4.1.3 Пространство состояний сети Петри .....   | 105 |
| 4.1.4 Основные свойства сетей Петри .....   | 107 |
| 4.1.5 Некоторые обобщения сетей Петри .....   | 108 |
| 4.2 Раскрашенные (цветные) сети Петри (CPN) .....   | 115 |
| 4.2.1 Мультимножества .....   | 115 |
| 4.2.2 Формальное определение CPN .....  | 116 |
| 4.2.3 Функционирование CPN .....  | 119 |
| 4.2.4 Расширения CPN .....  | 122 |
| 4.2.5 Сравнение формализмов обыкновенных и раскрашенных сетей<br>Петри .....  | 124 |
| 4.2.6 О моделирующих возможностях сетей Петри .....   | 124 |
| 4.3 Моделирование дискретных систем .....   | 125 |
| 4.3.1 Моделирование вычислительных систем .....   | 126 |
| 4.3.2 Моделирование программ .....  | 134 |
| 4.3.3 Моделирование протоколов передачи данных .....  | 137 |
| 4.3.4. Об исследовании сетей Петри с помощью ЭВМ .....  | 141 |
| 4.4 ГЕРТ-сети .....   | 143 |
| 4.4.1 Описание ГЕРТ-сети .....  | 143 |
| 4.4.2 Производящие функции ГЕРТ-сетей .....   | 145 |
| 4.4.3 Вычисление $W$ -функций для типовых соединений дуг .....  | 147 |
| 4.4.4 Модель процесса интерактивного обучения как ГЕРТ- сеть .....  | 149 |
| Глава 5 Примеры систем поддержки принятия решений .....   | 155 |
| 5.1 Система ЭСПЛА .....   | 155 |
| 5.1.1 Режимы функционирования системы .....   | 156 |
| 5.1.2 Принятие решений при техногенных авариях .....  | 158 |
| 5.1.3 Использование информационных ресурсов .....   | 160 |
| 5.2 Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров<br>Федерального агентства лесного хозяйства РФ ..... | 161 |
| 5.2.1 Общая характеристика системы .....  | 161 |
| 5.2.2 Использование спутниковых данных .....  | 164 |
| 5.2.3 Центры приема и обработки спутниковых данных .....  | 166 |
| 5.2.4 Информационные продукты, формируемые системой .....   | 168 |
| 5.2.5 Прогнозирование параметров лесных пожаров по данным ИСДМ-<br>Рослесхоз .....  | 172 |
| Заключение .....  | 176 |
| Библиографический список .....  | 177 |

## Предисловие

Настоящее пособие написано на основе лекций, которые автор читал в Сибирском государственном технологическом университете и Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

В настоящее время теория принятия решений – актуальное направление научных исследований и прикладных разработок, специфика которых зависит от предметной области. Автор в рамках односеместрового курса основное внимание уделил методам принятия решений в областях, связанных с профилем подготовки бакалавров. Пособие ставит целью приобретение студентами компетенций, предусмотренных ГОС ВПО 3-го поколения для направления 230100.62, в частности, следующих.

**ОК-10** Использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

**ПК-6** Обоснование принимаемых проектных решений, постановка и проведение экспериментов по проверке их корректности и эффективности.

Кроме того, в работе учтены требования профессиональных стандартов в области информационных технологий, разработанных в рамках Национальной системы компетенций и квалификаций.

В работе помимо общих понятий теории принятия решений и традиционных методов оптимизации более подробно рассмотрены два класса моделей: модели, базирующиеся на формализме сетей Петри, и вероятностные модели, основанные на теории конечных цепей Маркова. Приводится также краткое изложение теории GERT-сетей, позволяющих определять вероятностные характеристики сложных процессов.

Ограниченный объем книги не позволил рассмотреть ряд других методов, используемых в задачах принятия решений, в частности, методы искусственного интеллекта, нечеткой логики, нейронных сетей.

Изложение ведется по возможности неформально, на «инженерном» уровне строгости и сопровождается численными примерами. В конце каждой главы содержится набор вопросов, задач и упражнений для самостоятельной работы. Кроме того, по материалам пособия предусмотрен цикл лабораторных работ, который издается отдельно.

Автор благодарен коллегам по работе И.М. Горбаченко, А.А. Попову и В.С. Коморовскому, чьи результаты частично использованы при написании пособия, а также рецензентам:

д.т.н. проф. М.Н. Фаворской (СибГАУ им. М.Ф. Решетнева),  
д.ф.-м.н. А.В. Филиновскому (МГТУ им. Н.Э. Баумана)