

УДК 519.2:338 (075.8)  
ББК 60.6я73  
О-66

Рецензенты:

заместитель директора Института проблем управления РАН  
чл.-корр. РАН *Д.А. Новиков*;  
заведующий кафедрой «Системы управления экономическими  
объектами» Московского авиационного института  
(Государственного технического университета)  
д-р экон. наук, проф. *В.Д. Калачанов*

**Орлов А. И.**

О-66 Организационно-экономическое моделирование : учеб-  
ник : в 3 ч. / А. И. Орлов. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Бау-  
мана, 2011.

ISBN 978-5-7038-3276-9

Ч. 2 : Экспертные оценки. — 486, [2] с.: ил.

ISBN 978-5-7038-3424-4

Систематизированы ключевые процедуры теории и прак-  
тики экспертных оценок, в том числе связанные с типовыми  
стадиями экспертного опроса, методами подбора экспертов,  
разработкой регламентов проведения сбора и анализа экс-  
пертных мнений.

Рассмотрены основные идеи современной теории измере-  
ний, согласования кластеризованных ранжировок, парных  
сравнений и люсианов, аксиоматического введения расстоя-  
ний, оптимизационного определения итогового мнения ко-  
миссии экспертов, теории нечеткости и других математиче-  
ских и статистических методов анализа экспертных оценок.

Содержание учебника соответствует курсам лекций, кото-  
рые автор читает в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для студентов, преподавателей и исследователей в области  
прикладной и математической статистики, сбора и анализа экс-  
пертных данных, методов оптимизации, математического и  
организационно-экономического моделирования, а также спе-  
циалистов в области разработки и применения современных  
методов экспертных оценок и соответствующего программного  
обеспечения.

УДК 519.2:338 (075.8)  
ББК 60.6я73

ISBN 978-5-7038-3424-4 (ч. 2)  
ISBN 978-5-7038-3276-9

© Орлов А. И., 2011  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011

## Оглавление

---

<b>Предисловие</b> .....	6
<b>Глава 1. Примеры процедур экспертных оценок</b> .....	11
1.1. Индивидуальные и коллективные экспертные оценки.....	11
1.2. Оценка и выбор вариантов решений с помощью экспертов.....	18
1.3. Экспертное прогнозирование .....	24
1.4. Экспертные оценки на современном этапе .....	30
Контрольные вопросы .....	45
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	46
Литература .....	46
<b>Глава 2. Организация работы экспертной комиссии</b> .....	48
2.1. Основные стадии экспертного опроса .....	48
2.2. Подбор экспертов .....	52
2.3. Выбор цели экспертизы .....	57
2.4. Основания для классификации экспертных методов .....	64
2.5. Роль интуиции эксперта при принятии решений.....	69
Контрольные вопросы.....	76
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	77
Литература .....	77
<b>Глава 3. Теория измерений и экспертные оценки</b> .....	79
3.1. Основные шкалы измерения.....	79
3.2. Инвариантные алгоритмы и средние величины .....	92
3.3. Средние величины в порядковой шкале.....	98
3.4. Средние по Колмогорову.....	101
Контрольные вопросы и задачи.....	103
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	104
Литература .....	105
<b>Глава 4. Методы средних рангов</b> .....	106
4.1. Экспертные ранжировки .....	106
4.2. Методы средних арифметических рангов и медиан рангов .....	109
4.3. Метод согласования кластеризованных ранжировок.....	112
Контрольные вопросы и задачи.....	121
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	122
Литература .....	123
<b>Глава 5. Принятие решений и голосование</b> .....	125
5.1. Пример задачи принятия решения комиссией экспертов.....	125

5.2. Голосование как один из методов экспертных оценок.....	131
5.3. Парадокс Кондорсе.....	136
5.4. Основные понятия теории принятия решений и экспертные оценки.....	139
Контрольные вопросы и задачи.....	150
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	152
Литература .....	152
<b>Глава 6. Математические методы анализа экспертных оценок .....</b>	<b>153</b>
6.1. Основные математические задачи анализа экспертных оценок.....	153
6.2. Экспертные мнения и расстояния .....	163
6.3. Свойства медианы Кемени .....	178
6.4. Коэффициенты корреляции и конкордации .....	181
Контрольные вопросы и задачи.....	191
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	193
Литература .....	194
<b>Глава 7. Бинарные данные и парные сравнения .....</b>	<b>196</b>
7.1. Теоретическое обоснование «турнирного» метода ранжирования вариантов.....	197
7.2. Графы и бинарные данные.....	201
7.3. Толерантности и люсианы в экспертных оценках.....	211
7.4. Моделирование ответов экспертов при парных сравнениях .....	240
Контрольные вопросы и задачи.....	248
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	249
Литература .....	249
<b>Глава 8. Теория нечеткости и экспертные оценки .....</b>	<b>251</b>
8.1. Понятие нечеткости.....	251
8.2. Нечеткие множества .....	258
8.3. Методы анализа нечетких экспертных данных .....	273
8.4. Теория нечеткости как часть теории вероятностей .....	281
8.5. Нечеткий экспертный выбор в контроллинге инноваций .....	290
Контрольные вопросы и задачи.....	296
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	297
Литература .....	297
<b>Глава 9. Экспертные оценки в экологии .....</b>	<b>299</b>
9.1. Экспертные оценки в задачах экологического страхования и обеспечения экологической безопасности.....	299
9.2. Технология экологических экспертиз.....	303
9.3. Общественная экологическая экспертиза.....	310

9.4. Проведение экологических экспертиз с правовой точки зрения .....	314
Контрольные вопросы .....	326
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	327
Литература .....	327
<b>Глава 10. Экспертные технологии оценки рисков .....</b>	<b>329</b>
10.1. Бизнес-процессы инновационных проектов .....	329
10.2. Инновационные проекты в вузах .....	346
10.3. Модель инновационного проекта.....	349
10.4. Прогнозирование рисков.....	358
10.5. Различные виды рисков.....	368
10.6. Управление рисками.....	374
Контрольные вопросы.....	387
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	388
Литература .....	388
<b>Глава 11. Основы теории рейтингов .....</b>	<b>390</b>
11.1. Оперативные методы принятия решений на основе экспертных оценок.....	390
11.2. Веса факторов .....	404
11.3. Бинарные рейтинги.....	418
11.4. Сравнение рейтингов и линейные рейтинги .....	428
Контрольные вопросы и задачи.....	438
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	439
Литература .....	440
<b>Глава 12. Экспертные оценки — интеллектуальные инструменты организационно-экономических исследований .....</b>	<b>441</b>
12.1. Экспертные оценки в маркетинговом исследовании .....	441
12.2. Экспертные технологии в системе «Шесть сигм» .....	448
12.3. Оценка технического уровня и качества продукции на основе иерархической системы показателей .....	453
12.4. Применение экспертных оценок при упорядочении системы государственных стандартов .....	461
12.5. Экспертные оценки в оценочной деятельности и инвестиционном менеджменте .....	468
12.6. Прогнозирование и метод сценариев .....	477
Контрольные вопросы.....	485
Темы докладов, рефератов, исследовательских работ .....	485
Литература .....	486

## Предисловие

---

Как изменится экономика через десять лет? Будут ли экологически безопасны города и промышленные предприятия или же вокруг нас возникнет рукотворная пустыня? Достаточно вдуматься в эти вопросы, проанализировать, как десять лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть. Вместо утверждений с конкретными числами можно ожидать лишь качественных оценок. Тем не менее мы должны принимать решения, например, об экологических, инвестиционных и других проектах, последствия которых станут известны через десять, двадцать и более лет.

Бесспорно, что для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После Второй мировой войны на основе кибернетики, теории управления, менеджмента и исследования операций стала быстро развиваться самостоятельная дисциплина — теория и практика экспертных оценок.

*Методы экспертных оценок — это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов.* Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений. Для проведения работы по методу экспертных оценок формируют рабочую группу, которая организует деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию. Лицо, принимающее решение, — это тоже эксперт, поэтому можно констатировать, что любое решение — это решение эксперта!

Содержание учебника посвящено методам и технологиям сбора и анализа мнений экспертов, применению экспертных оценок. Учебник состоит из 12 глав.

В главах 1–5 приведены введение в теорию и практику экспертных оценок, типовые процедуры экспертных оце-

нок, основные стадии экспертного опроса и примеры применения теории измерений для выбора способа усреднения мнений экспертов. Рассмотрены методы средних арифметических рангов и медиан рангов, согласования кластеризованных ранжировок, голосование как один из методов принятия решений.

В главах 6–8 обсуждены математические методы анализа экспертных оценок. Рассмотрены подходы к аксиоматическому введению расстояний между ответами экспертов, оптимизационный подход к определению итогового мнения комиссии экспертов, свойства расстояния Кемени и медианы Кемени, использование коэффициентов корреляции и конкордации. Для анализа бинарных данных и результатов парных сравнений рекомендовано использовать теорию случайных толерантностей и люсианов. Рассмотрены основы методологии нечеткости, сведение теории нечеткости к теории вероятностей и ее использование в экспертных технологиях.

В главах 9–12 рассмотрены примеры применения экспертных оценок. Глава 9 посвящена задачам экологического страхования и обеспечения экологической безопасности, технологиям экологических экспертиз. В главе 10 обсуждены экспертные технологии оценки рисков и управления ими, в том числе при выполнении инновационных проектов. В главе 11 приведена теория рейтингов (основное внимание уделено бинарным и линейным рейтингам), разработанная автором. В главе 12 экспертные оценки рассмотрены как интеллектуальные инструменты конкретных организационно-экономических исследований. Обсуждено их применение в маркетинговых исследованиях, в системе «Шесть сигм», при использовании иерархической системы показателей технического уровня и качества продукции и упорядочении совокупности государственных стандартов по статистическим методам управления качеством, в оценочной деятельности и инвестиционном менеджменте, при прогнозировании, в том числе методом сценариев.

В конце каждой главы приведены контрольные вопросы и задачи, темы докладов, рефератов, исследовательских работ. Для понимания материала достаточно знания стандартных учебных курсов по высшей математике.

Автор более 35 лет постоянно занимается экспертной деятельностью и как практик, и как теоретик. В учебник включены теоретические и практические результаты исследований автора начиная с 1970-х годов и по настоящее время.

Теория экспертных оценок связана с прикладной статистикой, эконометрикой, теорией принятия решений. Запросы теории экспертных оценок стимулировали развитие наиболее современной области прикладной статистики — нечисловой статистики.

Математические результаты нечисловой статистики, а также различные вопросы теории принятия решений включены в часть 1 «Нечисловая статистика» учебника «Организационно-экономическое моделирование» и частично в учебники «Прикладная статистика», «Эконометрика» и «Теория принятия решений», выпущенные издательством «Экзамен» в 2004–2006 гг.

В учебнике рассмотрены современные методы анализа статистических данных, полученных от экспертов. При этом субъективные экспертные данные не противопоставляются объективным результатам измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов), поскольку для их описания и анализа используются одни и те же вероятностно-статистические методы и модели.

Автор стремился сделать доступным широкому кругу читателей более чем 35-летний опыт работы междисциплинарного исследовательского коллектива научного семинара «Экспертные оценки и анализ данных». Семинар, организованный в 1973 г., работал сначала в МГУ им. М.В. Ломоносова, а затем в Институте проблем управления РАН. В рамках этого междисциплинарного коллектива создана отечественная научная школа в области экспертных оценок.

Учебник может быть рекомендован различным категориям читателей. Студенты дневных отделений управленческих и экономических специальностей, прежде всего специальности «Менеджмент высоких технологий», найдут в нем необходимый материал для изучения соответствующих разделов учебных курсов: «Организационно-экономическое моделирование», «Эконометрика», «Прикладная статистика», «Управленческие решения», «Теория принятия решений», «Экономико-математическое моделирование», «Математические методы в экономике», «Маркетинговые исследования», «Математические методы оценки» и др.

Слушатели вечерних отделений вузов, в том числе получающие второе образование по экономике и менеджменту, смогут изучить основы теории экспертных оценок и вопросы ее практического использования. Менеджеры, экономисты и инженеры, изучающие экспертные оценки и теорию принятия решений самостоятельно или в институтах повышения квалификации, по программам переподготовки или получения академической степени «Мастер (магистр) делового администрирования» (Master of Business Administration — MBA), смогут ознакомиться с ключевыми идеями.

Учебник предназначен для широкого круга специалистов, заинтересованных в применении современных методов экспертных оценок в любой предметной области, разработчиков таких методов и соответствующего программного обеспечения. Современный взгляд на экспертные технологии, основные подходы и результаты в этой области открывает большие перспективы для дальнейших математических исследований в теории вероятностей и математической статистике. Книга представляет несомненный интерес для исследователей — специалистов по вопросам управления, в том числе по принятию решений, методам оптимизации и математическому моделированию, а также для преподавателей, включающих в курсы лекций разделы по экспертным оценкам.



Материалы книги использовались при преподавании в МГТУ им. Н.Э. Баумана и во многих других отечественных и зарубежных образовательных структурах.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность своим многочисленным студентам и слушателям, прежде всего различных образовательных структур Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, участникам научных конференций и семинаров, коллегам по работе в научно-учебном комплексе «Инженерный бизнес и менеджмент», на кафедре «Экономика и организация производства» и в Институте высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российской ассоциации статистических методов и Российской академии статистических методов.

Учебник написан в традициях отечественной вероятно-статистической школы. Автор выражает благодарность своим учителям — акад. АН УССР Б.Г. Гнеденко, чл.-кор. АН СССР Л.Н. Большеву, проф. В.В. Налимову.

Автор признателен всем сотрудникам Издательства МГТУ им. Н.Э. Баумана за большую работу по подготовке рукописи к изданию.

С текущей научной информацией по теории и практике экспертных оценок можно ознакомиться на сайте «Высокие статистические технологии» (<http://orlovs.pp.ru>) и его форуме (<http://forum.orlovs.pp.ru/>), а также на странице Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге (<http://www.ibm.bmstu.ru/nil/lab.html>) на сайте научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Достаточно большой объем информации содержит еженедельник «Эконометрика», выпускаемый с июля 2000 г. (<http://subscribe.ru/catalog/science.humanity.econometrika>). Автор искренне благодарен разработчику сайтов и редактору электронного еженедельника А.А. Орлову за многолетний энтузиазм.

Автор просит читателей присылать свои вопросы и замечания по адресу Издательства или непосредственно по электронной почте: [prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru).

## Глава 1. Примеры процедур экспертных оценок

---

Согласно англо-русскому словарю, expert — это специалист. Однако в русском языке термин «эксперт» приобрел дополнительные смысловые оттенки. Под экспертом понимают не просто специалиста (например, выпускника вуза), а только обладающего высокой квалификацией и умеющего использовать свою интуицию для решения поставленных перед ним задач, например, для диагностики, прогнозирования, выбора варианта технического или управленческого решения.

Ударение в слове «эксперт», как и в словах «маркетинг» и «творог», можно ставить как на первом слоге, так и на втором. Оба варианта — норма. Ударение на первый слог соответствует английскому языку, на второй — больше подходит для русского языка.

Рассмотрим ряд примеров процедур экспертных оценок, одновременно вводя необходимые для дальнейшего обсуждения термины.

### ***1.1. Индивидуальные и коллективные экспертные оценки***

Экспертные оценки подразделяют на *индивидуальные* и *коллективные*. *Индивидуальные экспертные оценки* — это оценки одного специалиста. Например, преподаватель единолично ставит на экзамене оценку студенту, врач ставит диагноз больному и назначает лечение, инспектор ГИБДД оценивает соблюдение правил дорожного движения водителем и выписывает штраф за нарушение правил.

кованный в 2000 г. и «турнирный» метод ранжирования вариантов (см. разд. 7.1), разработанный в 2005 г.

Состояние и перспективы экспертных оценок неоднократно подвергались анализу [6, 7]. Отмечалась актуальность разработки методов анализа интервальных экспертных оценок, в которых мнения экспертов выражены интервалами. Основой для разработки подобных методов может служить статистика интервальных данных [10]. Однако теория интервальных экспертных оценок лишь начала развиваться, хотя ее перспективность очевидна.

### ***Контрольные вопросы***

1. Приведите примеры индивидуальных экспертных оценок.
2. Почему необходима формализованная «Карта оценки объекта экспертизы»?
3. Приведите примеры коллективных экспертных оценок.
4. Расскажите о задачах выбора вариантов решений с помощью экспертов.
5. Почему большое внимание уделяют регламенту проведения экспертных исследований?
6. Опишите метод Дельфи экспертного прогнозирования.
7. Расскажите о методе сценариев.
7. Что такое «мозговой штурм»?
8. В каких конкретных областях используют методы экспертных оценок?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Индивидуальное экспертное оценивание (на примере работы преподавателя).
2. Варианты коллективного экспертного оценивания в медицине.
3. Робастное оценивание в экспертизе.
4. Экспертные технологии распределения финансирования.
5. Технологии экспертного прогнозирования.
6. Метод сценариев и экспертная оценка рисков в инвестиционном менеджменте.
7. Экспертные технологии в технико-экономическом анализе.
8. Статистика нечисловых данных (объектов нечисловой природы) в оценочных экспертизах.
9. Управленческие экспертизы в контроллинге.

### ***Литература***

1. *Орлов А.И.* Эконометрика: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 572 с.
2. *Сидельников Ю.В.* Технология экспертного прогнозирования: учеб. пособие. 2-е изд., исправл. М.: Доброе слово, 2004. 284 с.
3. *Винер Н.* Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Советское радио, 1968. 326 с.
4. *Винер Н.* Кибернетика и общество. М.: Иностранная литература, 1958. 200 с.
5. *Моисеев Н.Н.* Люди и кибернетика. М.: Молодая гвардия, 1984. 224с.
6. *Литвак Б.Г.* Экспертиза в России // Заводская лаборатория. 2000. Т. 66; № 7. С. 61–66.

7. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т. 62; № 1. С. 54–66.

8. Анализ нечисловой информации / Ю.Н. Тюрин, Б.Г. Литвак, А.И. Орлов и др. М.: Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1981. 80 с.

9. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.

10. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник : в 3 ч. Ч. 1: Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. 541 с.

## Глава 2. Организация работы экспертной комиссии

---

Ознакомившись с примерами процедур экспертных оценок, обсудим общие вопросы организации экспертного исследования.

### *2.1. Основные стадии экспертного опроса*

Рассмотрим отдельные составляющие типового экспертного исследования. Как показывает практический опыт, с точки зрения менеджера — организатора такого исследования, целесообразно выделять следующие стадии проведения экспертного опроса.

1. *Принятие решения о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка его цели ЛПР.* Таким образом, инициатива должна исходить от руководства, что в дальнейшем обеспечит успешное решение организационных и финансовых проблем. Очевидно, что побудительным стимулом может быть докладная записка одного из сотрудников или дискуссия на совещании, но реальное начало работы — решение ЛПР. Цель экспертного исследования ЛПР может сформулировать по-разному, и от этой формулировки зависит выбор процедуры экспертизы.

2. *Подбор и назначение ЛПР основного состава рабочей группы.* Обычно назначают научного руководителя и ответственного секретаря. Научный руководитель отвечает за организацию и проведение экспертного исследования в целом, за анализ собранных материалов и подготовку заключения ЭК; участвует в формировании коллектива экспертов

По всем предыдущим этапам формируются отчеты, из которых в результате получается общий отчет о проведении экспертизы. В соответствии с задачами ТЗ формируется заключение для ЛПР.

В соответствии с КП осуществляется контроль за сроками проведения экспертизы.

Ведется протокол экспертизы, т. е. при выходе из системы фиксируется текущее состояние этапа проведения экспертизы, и при открытии данной экспертизы происходит возврат именно на тот этап экспертизы, на котором произошел выход из системы (на этапе подготовки экспертизы протокол не ведется).

Разграничены права доступа к БДЭ, ЭМ и результатам обработки ЭМ.

Конкретные методы сбора и анализа экспертной информации рассмотрены в гл. 3–8 с привлечением современного математического аппарата.

### ***Контрольные вопросы***

1. Расскажите об основных стадиях экспертного опроса.
2. Почему сценарий проведения сбора и анализа экспертных мнений необходимо разрабатывать до подбора экспертов?
3. Что такое метод «снежного кома»?
4. Как выбор цели экспертизы влияет на экспертные технологии?
5. Какова роль «диссидентов» в комиссии экспертов в зависимости от регламента сбора и анализа экспертных мнений?
6. По каким основаниям классифицируют экспертные методы?
7. Чем различаются экспертные оценки и экспертные системы?
8. Какова роль компьютеров в экспертных технологиях?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Роль ЛПР в организации экспертного исследования.
2. Внутренняя структура рабочей группы экспертного исследования.
3. Типовые сценарии проведения сбора и анализа экспертных мнений.
4. Требования к экспертам, зафиксированные в действующем законодательстве.
5. Уголовная, административная, материальная и гражданско-правовая ответственность экспертов.
6. Сравнительный анализ методов самооценки и взаимной оценки.
7. Догма согласованности.
8. Догма одномерности.
9. Подходы к выбору способа организации общения экспертов.
10. Роль интуиции в экспертизе.
11. Проектирование автоматизированных рабочих мест экспертов и членов рабочей группы (группы сопровождения).

### ***Литература***

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
2. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник для вузов. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
3. Селезнев В.Д., Денисов К.С. Исследование свойств критериев согласия функции распределения данных с гауссовой методом Монте-Карло для малых выборок // Заводская лаборатория. 2005. Т. 71; № 1. С. 68–73.



4. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей. 2-е изд., доп. М.: УРСС, 2004. 320 с.
5. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М.: УРСС, 2001. 128 с.
6. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т. 62; № 1. С. 54–60.

## Глава 3. Теория измерений и экспертные оценки

---

*Теория измерений* (ТИ) необходима для разработки технологий экспертного оценивания. За последние десятилетия она развилась из малоизвестного раздела математической психологии в общенаучную концепцию, изучение которой обязательно для исследователей и студентов разных специальностей. Теория измерения — одна из составных частей наук, посвященных анализу данных, — статистики и эконометрики, в частности, она входит в состав *статистики объектов нечисловой природы* [1].

В данной главе рассмотрены основные идеи ТИ. Введены шкалы наименований, порядка, интервалов, отношений и др. Обосновано требование инвариантности статистических выводов относительно группы допустимых преобразований шкалы измерения. Установлены правила выбора вида средних величин в соответствии с типом шкалы измерения (для данных, измеренных в шкалах порядка, интервалов и отношений).

### 3.1. Основные шкалы измерения

**Необходимость ТИ.** Эта теория исходит из того, что арифметические действия с используемыми в практической работе числами не всегда имеют смысл. Действительно, использование чисел в жизни и хозяйственной деятельности людей отнюдь не всегда предполагает, что числа можно складывать и умножать, производить другие арифметические действия. Что бы вы сказали о человеке, который занимается сложением или умножением телефонных номе-

ки данных. В данной главе показано, что требование инвариантности выделяет из многих алгоритмов усреднения лишь некоторые, соответствующие используемым шкалам измерения. Инвариантные алгоритмы в общем случае рассматриваются в математической теории измерений [9]. Прикладные исследования теории измерений приведены в работах [1, 3–6, 10].

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. Всегда ли имеет смысл складывать числа, используемые в различных областях человеческой деятельности?

2. Приведите примеры величин, измеренных в шкале наименований.

3. Приведите примеры величин, измеренных в порядковой шкале.

4. Приведите примеры величин, измеренных в шкале интервалов.

5. Приведите примеры величин, измеренных в шкале отношений.

6. Приведите пример, иллюстрирующий некорректность использования среднего арифметического  $f(X_1, X_2) = (X_1 + X_2) / 2$  в порядковой шкале, используя допустимое преобразование  $g(x) = x^2$  (при положительных усредняемых величинах  $x$ ).

7. Приведите пример, иллюстрирующий некорректность использования среднего геометрического в порядковой шкале с помощью подбора чисел  $x_1, x_2, y_1, y_2$  и строго возрастающего преобразования  $f: R^1 \rightarrow R^1$ , таких, что

$$(x_1 x_2)^{1/2} < (y_1 y_2)^{1/2}; \quad [f(x_1) f(x_2)]^{1/2} > [f(y_1) f(y_2)]^{1/2}.$$

8. Приведите пример, иллюстрирующий некорректность использования среднего квадратического в порядко-

вой шкале с помощью подбора чисел  $x_1, x_2, y_1, y_2$  и строго возрастающего преобразования  $f: R^1 \rightarrow R^1$ , таких, что

$$[(x_1)^2 + (x_2)^2]^{1/2} < [(y_1)^2 + (y_2)^2]^{1/2};$$
$$[(f(x_1))^2 + (f(x_2))^2]^{1/2} > [(f(y_1))^2 + (f(y_2))^2]^{1/2}.$$

9. Приведите пример некорректности использования среднего гармонического в порядковой шкале.

10. Приведите пример некорректности использования среднего геометрического в шкале интервалов.

11. Какие средние величины целесообразно использовать при расчете средней заработной платы (или среднего дохода)?

12. Как соотносятся средние по Коши и средние по Колмогорову?

13. Теорема В.В. Подиновского: любое изменение коэффициентов весомости единичных показателей качества продукции приводит к изменению упорядочения изделий по средневзвешенному показателю (доказательство и прикладное значение).

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Теория измерений как научная дисциплина, посвященная гомоморфизмам эмпирических систем с отношениями в числовые системы с отношениями.

2. Показатели разброса, связи, показатели различия (в том числе метрики) в порядковой шкале.

3. Ранговые методы математической статистики как инвариантные методы анализа порядковых данных.

4. Показатели разброса, связи, показатели различия (в том числе метрики) в шкале интервалов.

5. Показатели разброса, связи, показатели различия (в том числе метрики) в шкале отношений.

## *Литература*

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
2. Сунпес П., Зинес Дж. Основы теории измерений. В сб.: Психологические измерения. М.: Мир, 1967. С. 9–110.
3. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
4. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 572 с.
5. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник для вузов. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
6. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебник для вузов. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
7. Колмогоров А.Н. Об определении среднего // Избранные труды: Математика и механика. М.: Наука, 1985. С. 136–138.
8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 416 с.
9. Пфанцагель И. Теория измерений. М.: Мир, 1976. 165 с.
10. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в технике : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.

## Глава 4. Методы средних рангов

---

Часто используемыми процедурами анализа экспертных оценок являются методы средних рангов: метод средних арифметических рангов, метод медианных рангов и метод согласования ранжировок (упорядочений), полученных с помощью нескольких экспертных процедур.

### 4.1. Экспертные ранжировки

**Современная теория измерений и экспертные оценки.** Для более углубленного рассмотрения проблем экспертных оценок используют некоторые понятия *теории измерений* (см. гл. 3), являющейся основой теории экспертных оценок, прежде всего той ее части, которая связана с анализом заключений экспертов, выраженных в качественном (а не в количественном) виде. Теория измерений интересует нас, в частности, в связи с агрегированием мнений экспертов, построением обобщенных показателей (называемых также рейтингами).

Получаемые от экспертов мнения часто выражены в *порядковой шкале*, т. е. эксперт может сказать (и обосновать): что определенный тип продукции будет более привлекателен для потребителей, чем другие; что один показатель качества продукции важнее, чем другой; первый технологический объект опаснее, чем второй и т. д. Но он не в состоянии сказать, *во сколько раз* или *на сколько* объект экспертизы более важен и соответственно более опасен. Поэтому экспертов часто просят дать ранжировку объектов экспертизы, т. е. расположить их в порядке возрастания (или, точнее, неубывания) интенсивности интересующей организаторов экспертизы характеристики.

обработки данных, инвариантный относительно метода обработки, соответствует реальности, а результат расчетов, зависящий от метода обработки, отражает субъективизм исследователя, а не объективные соотношения.

### *Контрольные вопросы и задачи*

1. Чем метод средних арифметических рангов отличается от метода медиан рангов?
2. Почему метод средних арифметических рангов неприемлем с точки зрения теории измерений?
3. Дайте определение понятию «кластеризованная ранжировка».
4. Почему необходимо согласование кластеризованных ранжировок и как оно проводится?
5. В таблице приведены упорядочения семи инвестиционных проектов, представленные семью экспертами.

Номер эксперта	Упорядочение
1	$1 < \{2, 3\} < 4 < 5 < \{6, 7\}$
2	$\{1, 3\} < 4 < 2 < 5 < 7 < 6$
3	$1 < 4 < 2 < 3 < 6 < 5 < 7$
4	$1 < \{2, 4\} < 3 < 5 < 7 < 6$
5	$2 < 3 < 4 < 5 < 1 < 6 < 7$
6	$1 < 3 < 2 < 5 < 6 < 7 < 4$
7	$1 < 5 < 3 < 4 < 2 < 6 < 7$

- Постройте таблицу рангов. Рассчитайте:
- а) итоговое упорядочение по средним арифметическим рангам;
  - б) итоговое упорядочение по медианам рангов;
  - в) кластеризованную ранжировку, согласующую эти два упорядочения.

6. В таблице приведены упорядочения семи инвестиционных проектов, представленные семью экспертами.

Номер эксперта	Упорядочение
1	$4 < 6 < 1 < 2 < \{3, 5\} < 7$
2	$1 < \{4, 6\} < 2 < 3 < \{5, 7\}$
3	$\{4, 6\} < \{1, 2\} < 5 < 3 < 7$
4	$4 < \{1, 6\} < 3 < 5 < 7 < 2$
5	$6 < \{1, 2\} < 4 < 5 < 1 < 7 < 3$
6	$2 < 1 < 3 < 4 < 5 < 6 < 7$
7	$6 < 1 < 4 < 3 < 2 < 5 < 7$

Постройте таблицу рангов. Рассчитайте:

- итоговое упорядочение по средним арифметическим рангам;
- итоговое упорядочение по медианам рангов;
- кластеризованную ранжировку, согласующую эти два упорядочения.

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Сравните с помощью экспертного опроса субъективное ощущение тяжести (сложности, трудности) дней недели. Для этого получите от экспертов упорядочения (кластеризованные ранжировки) дней недели по этому показателю. Обработайте экспертные мнения с помощью метода средних арифметических рангов и метода медиан рангов. При необходимости проведите согласование двух полученных кластеризованных ранжировок. Можно ли утверждать, что опрошенные Вами эксперты имеют единое мнение по поводу субъективной тяжести дней недели? Или же мнения экспертов настолько различны, что никаких общих для всей группы экспертов выводов сделать нельзя?



*Примечание.* Желательно опросить 5–15 экспертов.

2. Перекодируйте полученные ответы экспертов, исключив сведения о выходных днях (субботе и воскресенье). Проведите предусмотренную обработку данных.

Что изменилось в расчетах и выводах и что сохранилось по сравнению с заданием 1?

3. Проведите обработку мнений экспертов, собранных в процессе выполнения задания 1, предварительно сделав допустимое преобразование в порядковой шкале и перейдя от рангов к баллам, а именно используя вместо рангов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (по числу дней недели) неравномерную шкалу баллов, например, (–10), (–3), (–1), 0, 1, 3, 10, т. е. (–10) — балл самого плохого дня, (–3) — второго по тяжести, ..., 10 — балл самого хорошего дня недели. В случае связанных рангов используйте среднее арифметическое соответствующих соседних значений баллов.

Что изменилось в расчетах и выводах и что сохранилось по сравнению с заданием 1?

4. Подробное математическое обоснование корректности алгоритма согласования кластеризованных ранжировок (на основе работы [9]).

5. Метод сбора и анализа мнений экспертов с использованием средних по Колмогорову (в соответствующем варианте метода средних рангов).

6. Сравнительный анализ различных методов усреднения мнений экспертов с целью выявления итогового мнения комиссии экспертов. В частности, сравнение методов средних рангов с расчетом медианы Кемени (на основе расстояния Кемени между кластеризованными ранжировками).

### *Литература*

1. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.

2. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. 572 с.
3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
4. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.
5. Холлендер М., Вулф Д. Непараметрические методы статистики. М.: Финансы и статистика, 1983. 518 с.
6. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения. М.: Советское радио, 1972. 192 с.
7. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974. 256 с.
8. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. М.: Наука, 1971. 256 с.
9. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. № 3. С. 159–167.
10. Менеджмент: учеб. пособие / под ред. Ж.В. Прокофьевой. М.: Знание, 2000. 288 с.

## Глава 5. Принятие решений и голосование

---

Может сложиться представление, что метод экспертных оценок применим лишь как вспомогательное средство для решения проблем, уступая по доказательности экономико-математическому моделированию. Для опровержения данного представления разберем несколько упрощенный пример задачи принятия решений при управлении организацией. Затем обсудим проблемы практического применения процедур голосования — одного из методов экспертных оценок.

### *5.1. Пример задачи принятия решения комиссией экспертов*

Совет директоров фирмы «Русские автомобили» должен принять важное решение: какой образец нового автомобиля запускать в серию — маленького верткого «Алешу» или представительного «Добрыню»? Эти типы автомобилей отличаются расходом бензина на 100 км пробега: «Добрыня» длиннее, шире, выше, тяжелее, поэтому и бензина ему надо больше, чем «Алеше». Зато «Добрыня» солиднее и вместительнее. Как показывают маркетинговые исследования, при дешевом бензине потребители предпочитают «Добрыню», при дорогом — «Алешу». Будущая цена бензина не известна — это фактор риска для фирмы «Русские автомобили».

Итак, каждый из двух вариантов решения имеет плюсы и минусы. Для принятия решения явно не хватает следующей количественной информации:

В последние годы все большую популярность получает *контроллинг* — современная концепция системного управления организацией, в основе которой лежит стремление обеспечить ее долгосрочное эффективное существование [8]. В конкретных прикладных работах успех достигается при комбинированном применении различных методов. В контроллинге активно используются эконометрические методы [3], прежде всего технологии экспертных исследований. Для подготовки решений создаются аналитические центры и «ситуационные комнаты», позволяющие соединить человеческую интуицию и компьютерные расчеты. Все шире используются в контроллинге информационные технологии поддержки принятия решений.

Теория и практика экспертных оценок — развитая научная и практическая дисциплина с большим числом подходов, идей, алгоритмов, теорем и способов их практического использования. Однако необходимо подчеркнуть — *менеджер отвечает за принятие решений и не имеет права переложить ответственность на специалистов (экспертов)*.

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. Какой из критериев принятия решения, предложенных на заседании совета директоров фирмы «Русские автомобили» Воробьевым, Лебедевым, Чибисовым и Куликовым, представляется Вам наиболее целесообразным? Как бы Вы сами поступили на месте совета директоров фирмы «Русские автомобили»?

2. Какой образец мотоцикла запустить в серию? Исходные данные для принятия решения приведены в таблице. Разберите четыре критерия принятия решения: пессимистичный, оптимистичный, средней прибыли, минимальной упущенной выгоды.

**Прибыль фирмы при различном выборе образца мотоцикла  
для запуска в серийное производство, млн руб.**

Цена бензина	Мотоцикл «Витязь»	Мотоцикл «Комар»
Низкая (20 %)	900	700
Средняя (60 %)	700	600
Высокая (20 %)	100	400

3. Чем отличаются правила голосования «Кто за?» и «Кто против?» Какова роль воздержавшихся в каждом из этих случаев?

4. В чем состоит парадокс Кондорсе? Какие формы (версии) парадокса Вам известны?

5. Целесообразно ли, на Ваш взгляд, купить 1000 билетов лотереи с целью разбогатеть?

6. Расскажите о системном подходе к принятию решений на основе технологий экспертных оценок.

7. Проанализируйте утверждение «максимум прибыли при минимуме затрат». Как можно избавиться от его противоречивости? Предложите как можно больше способов.

8. Имеет ли точный смысл утверждение «цель работы фирмы — максимизация прибыли»?

9. Проведите системный анализ конкретной хорошо знакомой Вам производственной ситуации и примените изученные Вами методы принятия решений для подготовки организационных или других мероприятий в своей организации. Оформите работу в виде доклада вышестоящему руководителю или органу (например, совету директоров, правлению или собранию акционеров). Рекомендуемый объем — 10–20 с.

## ***Темы докладов и рефератов***

1. Теория конечных антагонистических игр и ее применение в экономике.
2. Теория статистических решений применительно к дискуссии на заседании совета директоров фирмы «Русские автомобили».
3. Различные методы организации голосования в малых группах.

## ***Литература***

1. Виленский П.Л., Смоляк С.А., Лившиц В.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2008. 1104 с.
2. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
3. Орлов А.И. Эконометрика: учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 572 с.
4. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебник. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
5. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996. 271 с.
6. Науман Э. Принять решение, но как?: пер. с нем. М.: Мир, 1987. 198 с.
7. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
8. *Контроллинг* в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / А.М. Карминский, Н.И. Оленев, А.Г. Примак, С.Г. Фалько. М.: Финансы и статистика, 1998. 256 с.

## Глава 6. Математические методы анализа экспертных оценок

---

Перейдем к обсуждению математических оснований теории экспертных оценок.

### *6.1. Основные математические задачи анализа экспертных оценок*

Из всего многообразия статистических методов, применяемых при анализе мнений экспертов, можно выделить основные методы математической обработки экспертных оценок: проверку согласованности мнений экспертов (или классификацию экспертов, т. е. разбиение их на группы сходных по мнению, если нет согласованности) и усреднение мнений экспертов внутри согласованной группы.

Поскольку ответы экспертов во многих процедурах экспертного опроса не числа, а такие объекты нечисловой природы, как градации качественных признаков, ранжировки, разбиения, результаты парных сравнений, нечеткие предпочтения и др., то для их анализа эффективны методы статистики объектов нечисловой природы.

**Почему ответы экспертов часто носят нечисловой характер?** Наиболее общий ответ на этот вопрос заключается в том, что люди не мыслят числами. В мышлении человека используются образы, слова, но не числа. Поэтому требовать от эксперта ответ в форме чисел, значит насиловать его разум. Даже в экономике предприниматели, принимая решения, лишь частично опираются на численные расчеты. Это видно из условного (т. е. определяемого произвольно принятыми соглашениями, обычно оформленны-

При этом никакая линейная функция коэффициента ранговой корреляции Спирмена  $\rho(A, B)$  не задает расстояние между ранжировками.

Приведенные результаты [2] позволяют установить связь между двумя, казалось бы, совсем различными подходами к анализу экспертных мнений, выраженных ранжировками.

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. В чем состоит проблема согласованности ответов экспертов?
2. Как бинарные отношения используются в экспертизах?
3. Как бинарные отношения описываются матрицами из 0 и 1?
4. Что такое расстояние Кемени и медиана Кемени?
5. Чем закон больших чисел для медианы Кемени отличается от «классического» закона больших чисел, известного в статистике?
6. Выпишите матрицу из 0 и 1, соответствующую бинарному отношению (кластеризованной ранжировке)  $5 < \{1, 3\} < 4 < 2 < \{6, 7\}$ .
7. Найдите расстояние Кемени между бинарными отношениями — упорядочениями  $A = [3 < 2 < 1 < \{4, 5\}]$  и  $B = [1 < \{2, 3\} < 4 < 5]$ .
8. Дана квадратная матрица (порядка 9) попарных расстояний (мер различия) для множества бинарных отношений из девяти элементов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  (см. таблицу). Найдите в этом множестве медиану для множества из пяти элементов  $\{A_2, A_3, A_5, A_6, A_9\}$ .



**Попарные расстояния между бинарными отношениями**

Элемент	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$
$A_1$	0	5	3	6	7	4	10	3	11
$A_2$	5	0	5	6	10	3	2	5	7
$A_3$	3	5	0	8	2	7	6	5	7
$A_4$	6	6	8	0	5	4	3	8	8
$A_5$	7	10	2	5	0	10	8	3	7
$A_6$	4	3	7	4	10	0	2	3	5
$A_7$	10	2	6	3	8	2	0	6	3
$A_8$	3	5	5	8	3	3	6	0	9
$A_9$	11	7	7	8	7	5	3	9	0

9. Докажите, что для блочного расстояния (см. пример 6.4) справедливо неравенство треугольника.

10. Расскажите о многообразии расстояний в различных пространствах статистических данных.

11. Докажите, что если  $d(x, y)$  — расстояние в некотором пространстве, то  $\sqrt{d(x, y)}$  — также расстояние в этом пространстве.

12. Имеются данные за несколько лет о торговом обороте  $Y$  западногерманского предприятия и его расходах на рекламу  $X$  (см. таблицу). Вычислите коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла между случайными величинами  $X$  и  $Y$ .

**Расходы на рекламу и торговый оборот предприятия**

Показатель	Год							
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Расходы на рекламу $x(t)$ , тыс. марок	4	4	5	6	8	8	10	11
Торговый оборот $y(t)$ , млн марок	4	5	6	6	8	10	12	13

13. Семь школьников выполняют несколько заданий по математике и физике, которые оцениваются баллами 1...5,

затем вычисляется средний балл для каждого школьника по каждому предмету: по математике —  $x_i$ , по физике —  $y_j$  (см. таблицу). Определите, существует ли корреляция (т. е. связь) между этими оценками, вычислив коэффициенты корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла.

**Средние баллы по математике и физике**

Школьник	Средний балл	
	по математике $x_i$	по физике $y_i$
<i>A</i>	1,8	3,2
<i>B</i>	3,0	2,8
<i>C</i>	3,5	4,0
<i>D</i>	4,0	5,0
<i>E</i>	5,0	3,6
<i>F</i>	3,8	2,4
<i>G</i>	2,0	1,2

14. Докажите, что аксиоматически введенный в разд. 6.3 показатель различия между множествами  $d(A, B) = \mu(A \Delta B)$  удовлетворяет неравенству треугольника.

15. Покажите, что среднее арифметическое коэффициентов ранговой корреляции Спирмена  $\rho$  для  $m(m - 1) / 2$  пар признаков, рассчитанное по матрице (6.15), равно  $(mW - 1) / (m - 1)$ , где  $W$  — коэффициент конкордации  $m$  признаков.

***Темы докладов, рефератов,  
исследовательских работ***

1. Классификация мнений экспертов и проверка согласованности.
2. Формирование итогового мнения комиссии экспертов.

3. Расстояние по Кемени и медиана Кемени в экспертных оценках.
4. Законы больших чисел в пространствах нечисловой природы.
5. Рассчитайте модифицированную медиану Кемени для упорядочений семи инвестиционных проектов, приведенных в таблице к задаче 6 (гл. 4).
6. Методы теории люсианов в теории и практике экспертных оценок.
7. Центральная роль статистики объектов произвольной природы в математической теории анализа экспертных оценок.
8. Расстояния в пространствах функций.

### *Литература*

1. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебник. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
2. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
3. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
4. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
5. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения. М.: Советское радио, 1972. 192 с.
6. Раушенбах Г.В. Меры близости и сходства // Сб.: Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. М.: Наука, 1985. С. 169–203.
7. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975. 648 с.

8. *Кендэл М.* Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 216 с.

9. *Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 416 с.

## Глава 7. Бинарные данные и парные сравнения

---

Парное сравнение — это сравнение двух объектов экспертизы, когда эксперт выбирает из них лучший. В табл. 7.1 приведены результаты попарных сравнений шести объектов одним экспертом. Результат сравнения  $i$ -го и  $j$ -го объектов кодируется символом «1», если  $i$ -й объект лучше  $j$ -го, и символом «0» в противном случае.

На основе парных сравнений можно решить многие задачи анализа экспертных данных. Например, можно упорядочить объекты по рассматриваемому признаку. Для этого достаточно подсчитать, сколько раз определенный объект доминирует над другими, т. е. рассмотреть число единиц в строке. Эти величины приведены в последнем столбце табл. 7.1. Затем упорядочиваем объекты по указанным значениям. Получаем ранжировку

$$4 < 5 < 6 < 2 < 1 < 3,$$

отражающую мнение эксперта. Итак, самым хорошим является объект 3, а самым плохим — объект 4.

Таблица 7.1

### Ранжирование шести объектов путем попарного сравнения

Номер объекта	1	2	3	4	5	6	Итог
1	x	1	0	1	1	1	4
2	0	x	0	1	1	1	3
3	1	1	x	1	1	1	5
4	0	0	0	x	0	0	0
5	0	0	0	1	x	0	1
6	0	0	0	1	1	x	2

Решение этой системы не представляет трудностей.

Следует отметить, что не всегда сравниваемые объекты можно представить точками на прямой, т. е. не всегда их можно линейно упорядочить. Возможно, более соответствует данным опроса экспертов представление объектов точками на плоскости или в пространстве большей размерности. В статистике парных сравнений [11] разработаны методы проверки адекватности модели Терстоуна — Мостеллера и других параметрических моделей. Для этого обычно используются критерии типа хи-квадрат.

Разработано много интересных и полезных методов анализа результатов парных сравнений. Следует подчеркнуть, что непараметрические модели парных сравнений, основанные на теории люсианов, более адекватны действительности, чем параметрические, поскольку выбор конкретного вида функции  $H$  в соотношениях (7.30) и (7.32) обычно не удается обосновать.

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. В чем состоит «турнирный» метод ранжирования вариантов?
2. Как связаны случайные толерантности и нечеткие толерантности?
3. Какие задачи проверки статистических гипотез рассматривают в теории случайных толерантностей?
4. Проверка гипотез согласованности, однородности и независимости в теории люсианов.
5. Вероятностно-статистические методы классификации люсианов.
6. По данным примера 7.1 найдите методом наименьших квадратов взаимное положение четырех компаний по производству мороженого на оси «качество мороженого», т. е. найдите их «ценности»  $V_1, V_2, V_3, V_4$ .

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Расчет мощности статистик  $W$  и  $N$ , рассматриваемых в теории равномерно распределенных случайных толерантностей.
2. Распределение при альтернативах статистики  $T$ , используемой для проверки однородности двух групп люсианов (при безграничном росте объемов групп).
3. Несмещенные оценки в прикладной статистике.
4. Применение метода проверки гипотез по совокупности малых выборок в задачах обнаружения эффекта и проверки однородности.
5. Классификация и проверка согласованности мнений экспертов, выраженных люсианами.
6. Использование люсианов в теории и практике экспертных оценок.

### ***Литература***

1. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.
2. Файн В.Б., Дель М.В. «Турнирный» метод ранжирования вариантов // Заводская лаборатория. 2005. Т. 71; № 7. С. 58–60.
3. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
4. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
5. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения. М.: Советское радио, 1972. 192 с.

6. *Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 416 с.
7. *Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И.* Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. М.: Экзамен, 2008. 621 с.
8. *Уилкс С.* Математическая статистика. М.: Наука, 1967. 632 с.
9. *Тюрин Ю.Н., Василевич А.П.* К проблеме обработки рядов ранжировок // Сб.: Статистические методы анализа экспертных оценок. Ученые записки по статистике. Т. 29. М.: Наука, 1977. С. 96–111.
10. *Орлов А.И.* Некоторые вероятностные вопросы теории классификации // Сб.: Прикладная статистика. Ученые записки по статистике. Т. 45. М.: Наука, 1983. С. 166–179.
11. *Дэвид Г.* Метод парных сравнений. М.: Статистика, 1978. 144 с.



## Глава 8. Теория нечеткости и экспертные оценки

---

В 1965 г. в журнале «Информация и управление» появилась статья Л.А. Заде, профессора информатики Калифорнийского Университета в Беркли, специалиста по теории управления сложными системами. Она называлась странно: Fuzzy Sets. Второе слово этого названия переводится с английского языка привычным математическим термином «множества», а вот первое никогда до тех пор в научной литературе по математической кибернетике не использовалось. Согласно словарю, fuzz — пух, пушинка, fuzzy — пушистый. На русский язык термин fuzzy переводят по-разному: нечеткий, размытый, расплывчатый, реже — туманный, пушистый и т. п.

За прошедшие десятилетия «пушистой» тематике посвящены тысячи статей и книг. Появилось новое направление в математической кибернетике — теория нечеткости. Выходят международные научные журналы, проводятся конференции, в том числе и в нашей стране.

В данной главе показано, почему необходимо учитывать нечеткость при описании мышления и восприятия человека и как это можно делать при разработке и применении экспертных технологий.

### 8.1. Понятие нечеткости

**Софизм «Куча».** Этот знаменитый софизм обсуждали еще древнегреческие философы. Вот как можно его изложить: «Одно зерно не составляет кучу. Если к тому, что не составляет кучи, добавить одно зерно, то куча не получит».

Таким образом, теория нечеткости — новая перспективная область математики — эффективно используется при проведении экспертных исследований.

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. В каких случаях целесообразно применение нечетких множеств?

2. Как с точки зрения нечетких множеств можно интерпретировать вероятность накрытия определенной точки случайным множеством?

3. Справедливы ли для нечетких множеств равенства  $(A + B)C = AC + BC$ ,  $(AB)C = (AC)(BC)$ ?

4. На множестве  $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$  задано нечеткое множество  $B$  с функцией принадлежности  $\mu_B(y)$ , причем  $\mu_B(y_1) = 0,1$ ,  $\mu_B(y_2) = 0,2$ ,  $\mu_B(y_3) = 0,3$ . Постройте случайное множество  $A$  так, чтобы  $\text{Proj } A = B$ .

5. На множестве  $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$  задано нечеткое множество  $B$  с функцией принадлежности  $\mu_B(y)$ , причем  $\mu_B(y_1) = 0,2$ ,  $\mu_B(y_2) = 0,1$ ,  $\mu_B(y_3) = 0,5$ . Постройте случайное множество  $A$  так, чтобы  $\text{Proj } A = B$ .

6. На множестве  $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$  задано нечеткое множество  $B$  с функцией принадлежности  $\mu_B(y)$ , причем  $\mu_B(y_1) = 0,5$ ,  $\mu_B(y_2) = 0,4$ ,  $\mu_B(y_3) = 0,7$ . Постройте случайное множество  $A$  так, чтобы  $\text{Proj } A = B$ .

7. На множестве  $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$  задано нечеткое множество  $B$  с функцией принадлежности  $\mu_B(y)$ , причем  $\mu_B(y_1) = 0,3$ ,  $\mu_B(y_2) = 0,2$ ,  $\mu_B(y_3) = 0,1$ . Постройте случайное множество  $A$  так, чтобы  $\text{Proj } A = B$ .

8. Опишите с помощью нечеткого подмножества временной шкалы понятие «молодой человек».

9. Опишите с помощью теории нечеткости понятие «куча зерен».

10. Как можно проводить кластерный анализ совокупности нечетких множеств?

11. Обоснуйте суждение «мы мыслим нечетко». Почему нечеткость мышления помогает взаимопониманию?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Взаимосвязь теории нечеткости и теории вероятностей.

2. Методы оценивания функции принадлежности нечеткого множества.

3. Теория нечеткости и интервальная математика.

4. Описание данных для выборок, элементами которых являются нечеткие множества.

5. Регрессионный анализ нечетких переменных.

6. Непараметрические оценки плотности распределения вероятностей в пространстве нечетких множеств.

### ***Литература***

1. *Орлов А.И.* Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.

2. *Орлов А.И.* Задачи оптимизации и нечеткие переменные. М.: Знание, 1980. 64 с.

3. *Птускин А.С.* Нечеткие модели и методы в менеджменте: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 216 с.

4. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 166 с.
5. *Орлов А.И.* Теория принятия решений: учебник. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
6. *Орлов А.И.* Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
7. *Орлов А.И.* Сходимость эталонных алгоритмов // Сб.: Прикладной многомерный статистический анализ. Ученые записки по статистике. Т. 33. М.: Наука, 1978. С. 361–364.
8. *Орлов А.И.* Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
9. *Законова Н.С., Орлов А.И.* Эконометрическая поддержка контроллинга инноваций. Нечеткий выбор // Российское предпринимательство. 2004. № 4. С. 54–57.
10. *Контроллинг* в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / А.М. Карминский, Н.И. Оленев, А.Г. Примак, С.Г. Фалько. М.: Финансы и статистика, 1998. 256 с.

## Глава 9. Экспертные оценки в экологии

---

Ниже приведены примеры практического применения технологий экспертных оценок. Проведем анализ различных постановок задач экологического менеджмента, требующих для своего решения применения экспертных оценок, а затем рассмотрим Закон РФ «Об экологической экспертизе».

### *9.1. Экспертные оценки в задачах экологического страхования и обеспечения экологической безопасности*

В настоящее время экспертные исследования широко применяются для решения различных сложных задач, связанных с экологическим страхованием, в частности, с оценкой, ранжированием и классификацией видов экологических опасностей и подверженных им объектов, оценкой и выбором технологий и проектов. Экспертные методы применяются в следующих случаях:

- для отбора возможных исполнителей различных работ (в частности, специалистов, проводящих экологическую экспертизу объектов, подлежащих страхованию);
- для оценивания совокупности объектов и выбора из них лучшего (или наиболее опасного);
- для выяснения возможностей снижения уровня опасности объектов экологического страхования в соответствии с временными, финансовыми и другими ограничениями.

При этом высококвалифицированные специалисты-эксперты в соответствии со специально разработанной процедурой (технологией) формулируют свои мнения по рас-

области — экологических экспертизах. В других крупных областях применения экспертных оценок (например, при оценке качества, при проведении врачебно-трудовой экспертизы) действуют соответствующие нормативные акты. Так, применение экспертных оценок в области менеджмента в техносфере, включая управление персоналом и действия в чрезвычайных ситуациях, рассмотрено в работе [5], а в области промышленной и экологической безопасности — в работе [6].

В данной главе на примере экологических экспертиз показано, с каким большим количеством управленческих, правовых и экономических проблем сталкивается организатор экспертной деятельности в конкретной области, в данном случае — в экологии. Поскольку технологии экспертных исследований достаточно универсальны, их можно применять в различных областях, и в законах РФ, относящихся к конкретной области человеческой деятельности, экспертные технологии не раскрываются и не нормируются.

### ***Контрольные вопросы***

1. Для решения каких задач применяются экспертные оценки в задачах экологического страхования и обеспечения экологической безопасности?
2. Каковы задачи и принципы экологической экспертизы?
3. Какова роль общественности в экологической экспертизе?
4. Чем гарантируются права граждан на участие в экологической экспертизе?
5. За какие правонарушения предусмотрена ответственность в области экологической экспертизы?
6. Каковы обязанности участников экологической экспертизы?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Экологические проблемы в современном мире.
2. Применение метода проверки гипотез по совокупности малых выборок (см. разд. 7.3) при проведении статистического контроля и мониторинга согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды».
3. Экологическое страхование в России и за рубежом.
4. Экологическая безопасность и роль экспертных технологий в ее обеспечении.
5. Анализ экологического состояния известной Вам организации, оценка ее воздействия на окружающую среду.
6. Государственная экологическая экспертиза: назначение, цели, требования к проведению.
7. Организация и проведение экологической экспертизы.
8. Правовые основы экологической экспертизы.
9. Проблемы взаимодействия экологических органов и промышленных предприятий.
10. Общественность и экологические проблемы «точечной» застройки.
11. Деятельность отечественных и международных экологических организаций.

### ***Литература***

1. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
2. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях / под редакцией В.Г. Андреевкова, А.И. Орлова, Ю.Н. Толстой. М.: Наука, 1985. 222 с.
3. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т. 62; № 1. С. 54–60.

4. *Экология* / С.А. Боголюбов, А.Ф. Завальнюк, А.И. Орлов и др. М.: Знание, 1999. 288 с.

5. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.

6. *Управление* промышленной и экологической безопасностью: учеб. пособие / В.Н. Федосеев, А.И. Орлов, В.Г. Ларионов, А.Ф. Козьяков. 2-е изд. М.: Изд-во УРАО, 2003. 220 с.



## Глава 10. Экспертные технологии оценки рисков

---

При разработке вероятностно-статистических методов оценки риска в конкретных прикладных задачах используют экспертные оценки. Рассмотрим разработанный в Институте высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана метод оценки рисков для малых предприятий на примере выполнения инновационных проектов в вузах.

### *10.1. Бизнес-процессы инновационных проектов*

Научно-исследовательский коллектив, выполняющий инновационный проект, — это, по сути, самостоятельное малое предприятие (не юридически). Однако такому предприятию целесообразно передать часть своих вспомогательных функций, включая оформление финансовых взаимоотношений, предприятию-носителю, в рассматриваемой схеме — вузу. Другими словами, осуществить глубокий аутсорсинг, настолько глубокий, что научно-исследовательский коллектив не стремится иметь юридическое лицо. В современном мире все чаще используется модель аутсорсинга. На русский язык с английского *outsourcing* переводится как «заимствование ресурсов извне». Аутсорсинг — это выполнение сторонней организацией определенных задач или некоторых бизнес-процессов, обычно не являющихся профильными для бизнеса компании, но необходимых для полноценного функционирования бизнеса.

Известна роль технопарков в развитии малого венчурного бизнеса. Аналогично в технопарках часть функций

Необходимо обратить внимание на существенное изменение ситуации в области вычислительной оптимизации за последние 60 лет. Если в 1950-е гг. вследствие маломощности компьютеров большое значение имела разработка быстрых методов счета, то в настоящее время внимание переносится на постановки задач и интерпретацию результатов. Это обусловлено не только наличием различных программных продуктов по оптимизации, но и тем, что почти любую практическую задачу оптимизации можно решить простыми методами типа переборных (т. е. перебирая возможные значения управляющих параметров с маленьким шагом), либо методом случайного поиска, поскольку быстродействие современных компьютеров позволяет это сделать.

В риск-менеджменте (т. е. в управлении рисками) компании целесообразно выделить оперативное управление и стратегическое управление рисками. Первый вид деятельности — постоянно проводимая работа, связанная с обеспечением качества продукции, плановым снижением экологических рисков, работой с покупателями, поставщиками, персоналом, связанная с повышением лояльности и т. д.

Стратегический риск-менеджмент — составная часть стратегического планирования и управления. При этом оценивают риски высокого уровня, например, прогнозируют наличие в продаже и цену различных товаров через 10...20 лет, например, нефти и «больших» компьютеров. Большое значение на этом уровне имеют теория прогнозирования и экспертные оценки.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какова роль экспертных технологий в задачах оценки, анализа и управления риском?
2. От каких групп факторов зависит риск выполнения научно-исследовательской работы в срок?

3. Какие методы прогнозирования Вы знаете?
4. Как соотносятся риск и неопределенность?
5. Рассмотрите различные виды рисков, которые следует учитывать при работе предприятия.
6. Чем объясняется многообразие характеристик риска?
7. Как обычно решают многокритериальные задачи управления риском?

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Прогнозирование, планирование и теория риска.
2. Оптимальность по Парето и методы решения многокритериальных задач управления рисками.
3. Использование в теории риска интервального описания неопределенности.
4. Использование в теории риска нечеткого описания неопределенности.
5. Формирование оптимального пакета ценных бумаг с учетом финансовых рисков.
6. Сочетание аддитивных и мультипликативных моделей при оценке риска.
7. Анализ рисков, сопутствующих деятельности известного Вам предприятия (организации).

### ***Литература***

1. *Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление* / С.Н. Анисимов, А.А. Колобов, И.Н. Омельченко и др. / под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 728 с.

2. Орлов А.И. Теория принятия решений. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
3. Орлов А.И. Статистические методы прогнозирования // Малая российская энциклопедия прогностики. М.: Институт экономических стратегий РАН, 2007. С.148–153.
4. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
5. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009. 541 с.
6. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. М.: Знание, 1980. 64 с.
7. Сидельников Ю.В. Технология экспертного прогнозирования: учеб. пособие. 2-е изд., испр. М.: Доброе слово, 2004. 284 с.
8. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России до 2007 г. // Журнал «Обозреватель — Observer». 1999. № 10 (117). С. 47–50.
9. Орлов А.И. Грядущая смута 2012 года // Вестник Академии прогнозирования (исследований будущего). 2004. № 12. С. 42–45.
10. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и ее применений // Вестник статистики. 1990. № 1. С. 65–71.
11. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов. 4-е изд., доп. и перераб. Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. 572 с.
12. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика. В 2 т.: пер. с 11-го изд. на англ. М.: Республика, 1992.
13. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.

## Глава 11. Основы теории рейтингов

---

Слово «рейтинг» происходит от англ. «to rate» (оценивать) и «rating» (оценка, оценивание). Рейтинги строят обычно на основе анализа многих показателей, как объективных, так и оцениваемых экспертами. Технологии объединения оценок единичных показателей в групповые и обобщенные также обычно бывают экспертными. Примером достаточно сложного рейтинга является оценка вероятности успешного выполнения инновационного проекта (см. разд. 10.3). Рейтинги используют в различных методах принятия решений для оценивания, выбора, планирования. В данной главе рассмотрены основные задачи построения рейтингов.

### *11.1. Оперативные методы принятия решений на основе экспертных оценок*

Простые (оперативные) методы экспертных оценок не требуют применения развитого математического аппарата. Тем не менее во многих практически важных случаях они достаточно эффективны.

**Некоторые методы принятия решений в стратегическом менеджменте.** Рассмотрим несколько широко используемых практических инструментов принятия решений в стратегическом менеджменте [1].

Исходные пункты стратегического планирования: структура конкурентов; структура рынков сбыта; тенденции технического развития и эволюции моды; структура рынков снабжения; правовая, социальная, экономическая, экологическая и политическая окружающие среды; собственные сильные и слабые стороны.

Сравнительный анализ пяти традиционных и четырех относительно новых методов определения коэффициентов важности бинарных факторов выполнен в работе [12]. При этом исходной информацией служат экспертные оценки, имеющие качественный характер.

Очевидна связь теории рейтингов с современной весьма математизированной теорией полезности, поскольку рейтинговая оценка — частный случай функции полезности, используемой для упорядочения объектов экспертизы.

### ***Контрольные вопросы и задачи***

1. Расскажите о содержании и об использовании матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы.
2. Чем различаются методы проверочного списка и суммарной оценки?
3. Проведите первичную формализацию описания ситуации при гипотетическом переходе на новую работу.
4. Как бы Вы расставили баллы на месте Пети Иванова при принятии решения о выборе места работы?
5. Проведите декомпозицию задачи принятия решения при гипотетическом переходе на новую работу.
6. Почему метод декомпозиции является эффективным при решении многих задач принятия решений?
7. Пусть рейтинговая оценка имеет четыре возможных значения. Как ее выразить через бинарные рейтинги?
8. Как соотносятся задачи группировки и задачи кластер-анализа?
9. Почему долю правильной диагностики нецелесообразно использовать как показатель качества алгоритма диагностики?
10. Расскажите об эмпирической прогностической силе как показателе качества алгоритма диагностики.
11. Как проверить возможность использования линейного рейтинга?

12. Введите веса факторов (исходя из своей индивидуальной экспертной оценки) и на основе данных табл.11.4 решите задачу Пети Иванова об упорядочении по привлекательности возможных мест работы.

***Темы докладов, рефератов,  
исследовательских работ***

1. Роль матрицы портфеля Бостонской консалтинговой группы при разработке и принятии управленческих решений.

2. Инструменты стратегического менеджмента.

3. Проблема устойчивости выводов (по отношению к малым отклонениям исходных данных и субъективному приписыванию числовых значений качественным оценкам) при решении проблем стратегического менеджмента.

4. Методы построения суммарной оценки проекта по оценкам отдельных факторов.

5. Способы выбора весовых коэффициентов в задачах стратегического менеджмента.

6. Классификация постановок задач декомпозиции в теории и практике принятия решений.

7. Использование весовых коэффициентов в задачах принятия решений.

8. Проблема агрегирования значений единичных показателей при принятии решений.

9. Алгоритм, с помощью которого любую рейтинговую оценку, принимающую конечное число значений, можно выразить через бинарные рейтинги.

10. Современная теория рейтингов.

11. Подходы к выбору коэффициентов важности (на основе работы [11]).

## *Литература*

1. Орлов А.И. Теория принятия решений. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
2. Науман Э. Принять решение — но как?: пер. с нем. М.: Мир, 1987. 198 с.
3. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения: учебник. 2-е изд. М.: Дело, 2001. 392 с.
4. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996. 271 с.
5. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 671 с.
6. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 736 с.
7. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 541 с.
8. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
9. Орлов А.И. Некоторые вероятностные вопросы классификации // Сб.: Прикладная статистика. Ученые записки по статистике. Т. 45. М.: Наука, 1983. С.166–179.
10. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей. – 2-е изд., доп. М.: УРСС, 2004. 320 с.
11. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Физматлит, 2007. 64 с.
12. Шахнов И.Ф. Некоторые модели квалиметрического анализа многофакторных объектов с бинарными факторами // Заводская лаборатория. 2005. Т. 71; № 5. С. 59–65.



## **Глава 12. Экспертные оценки — интеллектуальные инструменты организационно-экономических исследований**

---

Ниже рассмотрены примеры применения экспертных оценок в менеджменте и экономике при проведении конкретных исследований.

### ***12.1. Экспертные оценки в маркетинговом исследовании***

На различных этапах маркетинговых исследований активно применяют экспертные оценки. Рассмотрим конкретное маркетинговое исследование в процессе разработки проекта развития инновационных технологий космического приборостроения на примере системы ГЛОНАСС, проведенное Институтом высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана (2005 г.).

*Цель исследования:* выявление направлений развития навигационных приборов в области автомобильного транспорта с целью улучшить технические характеристики (изменить характеристики прибора).

*Объект исследования:* прогнозирование предпочтений потребителей в области технико-функциональных характеристик навигационного прибора.

В предложенной экспертам анкете представлены 15 важнейших факторов, определяющих технико-функциональные характеристики навигационного прибора.

Технологии экспертного прогнозирования, как и другие экспертные методы, необходимы широким кругам современных экономистов, менеджеров, инженеров, специалистов практически всех отраслей народного хозяйства, самых разных направлений деятельности. Недаром они постоянно используются при рассмотрении вопросов организации и экономики производства, как это подробно показано в работе [14].

### ***Контрольные вопросы***

1. Как с помощью экспертных оценок выявляют предпочтения потребителей в области технико-функциональных характеристик изделия (на примере навигационного прибора)?
2. Какие экспертные технологии используются в системе «Шесть сигм»?
3. Расскажите об иерархических системах эстетических и эргономических показателей качества.
4. Расскажите о роли экспертных оценок в оценочной деятельности.
5. Почему необходимо опираться на мнения экспертов в инвестиционном менеджменте?
6. Как соотносятся статистические и экспертные методы прогнозирования?
7. Приведите примеры использования метода сценариев.

### ***Темы докладов, рефератов, исследовательских работ***

1. Экспертные технологии оценки эффективности рекламы.
2. Метод фокус-групп.

3. Использование экспертных технологий при разработке управленческих решений.
4. Перспективы применения системы «Шесть сигм» в России.
5. Система «Шесть сигм» как образец для организации внедрения контроллинга и современных математических методов исследования.
6. Применение экспертных технологий для управления качеством.
7. Иерархическая система показателей надежности.
8. Технический уровень и конкурентоспособность продукции.
9. Методы построения обобщенных показателей технического уровня и качества (проблема агрегирования).
10. Научно-организационное развитие в области статистических методов (1985–1990 гг.) — от «Рабочей группы по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам» до Всесоюзной статистической ассоциации.
11. Оценочная деятельность в России (с использованием портала «Вестник оценщика» <http://www.appraiser.ru>).
12. Соотношение экспертных и расчетных методов в инвестиционном менеджменте.
13. Сценарии социально-экономического развития России.
14. Разработки Международной академии исследований будущего (с использованием портала <http://www.maib.ru>).

### *Литература*

1. Панде П., Холл Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством: пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. 158 с.

2. *Маркова Е.В., Никитина Е.П.* Математическая теория эксперимента: история, развитие, будущее // Заводская лаборатория. 2002. Т. 68; № 1. С. 112–118.
3. *Орлов А.И.* О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов // Заводская лаборатория. 1992. Т. 58; № 1. С. 67–74.
4. *Кочетов В.В., Колобов А.А., Омельченко И.Н.* Инженерная экономика: учебник / под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 668 с.
5. *Орлов А.И.* Устойчивость в социально-экономических моделях. М.: Наука, 1979. 296 с.
6. *Кудлаев Э.М., Орлов А.И.* Вероятностно-статистические методы исследования в работах А.Н. Колмогорова // Заводская лаборатория. 2003. Т. 69; № 5. С. 55–61.
7. *Орлов А.И.* Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. 1997. Т. 63; № 3. С. 55–62.
8. *Орлов А.И.* Распространенная ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат // Заводская лаборатория. 1985. Т. 51; № 1. С. 60–62.
9. *Орлов А.И.* Теория принятия решений: учебник. М.: Экзамен, 2006. 576 с.
10. *Орлов А.И.* Прикладная статистика: учебник. М.: Экзамен, 2006. 672 с.
11. *Орлов А.И.* Эконометрика: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 572 с.
12. *Орлов А.И.* Задачи оптимизации и нечеткие переменные. М.: Знание, 1980. 64 с.
13. *Сидельников Ю.В.* Технология экспертного прогнозирования: учеб. пособие. 2-е изд., исправл. М.: Доброе слово, 2004. 284 с.
14. *Орлов А.И., Орлова Л.А.* Эконометрика в обучении контроллеров // Контроллинг. 2004. № 3 (11). С. 68–73.

*Учебное издание*

**Орлов Александр Иванович**

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Часть 2  
ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ**

Редактор *Л.Т. Мартыненко*  
Технический редактор *Э.А. Кулакова*  
Корректор *Е.В. Авалова*  
Художник *Н.Г. Столярова*  
Компьютерная графика *В.А. Филатовой*  
Компьютерная верстка *И.А. Марковой*

Оригинал-макет подготовлен  
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.60.953.Д.003961.04.08 от 22.04.2008 г.

Подписано в печать 22.11.2010. Формат 84×108 1/32  
Усл. печ. л. 25,62. Тираж 500 экз. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5  
E-mail: [press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)  
<http://www.baumanpress.ru>

Отпечатано в ГУП ППП «Типография «Наука».  
121099, Москва, Шубинский пер., 6.

ISBN 978-5-7038-3424-4



9 785703 834244