



И. Л. Туккель, С. Н. Яшин, С. А. Макаров, Е. В. Кошелев

Разработка и принятие решения в управлении инновациями



**И. Л. Туккель
С. Н. Яшин
С. А. Макаров
Е. В. Кошелев**

Разработка и принятие решения в управлении инновациями

Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Инноватика»
и специальности «Управление инновациями»

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»

2011

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
Т81

Туккель, И. Л.

Т81 Разработка и принятие решения в управлении инновациями: учеб. пособие / И. Л. Туккель, С. Н. Яшин, С. А. Макаров, Е. В. Кошелев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 352 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)

ISBN 978-5-9775-0765-3

Рассматриваются концептуальные основы теории разработки и принятия решений, подробно анализируются методы, применяемые на отдельных этапах процесса разработки и принятия решения в управлении инновациями. Приводятся практические примеры применения методов принятия решений в рамках инновационного процесса.

Предназначено для студентов, проходящих обучение по направлению подготовки «Инноватика» и специальности «Управление инновациями». Может быть использовано для специальностей «Менеджмент» и «Экономика и управление на предприятии», а также студентами, аспирантами, преподавателями, бизнесменами и широким кругом читателей.

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Рецензенты:

Ф. Ф. Юрлов, д-р техн. наук, проф., завкафедрой экономики и предпринимательства Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева

В. Н. Белых, д-р физ.-мат. наук, проф., завкафедрой математики Волжской государственной академии водного транспорта

ISBN 978-5-9775-0765-3

© Туккель И. Л., Яшин С. Н., Макаров С. А., Кошелев Е. В., 2011
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2011

Оглавление

Введение	7
Глава 1. Решение как продукт управленческого труда ...	12
1.1. Сущность разделения труда	12
1.2. Решение — функция организации	13
1.3. Решения в инновационном менеджменте	14
Глава 2. Термины и определения теории принятия решений	18
2.1. Определение управленческого решения	18
2.2. Классификация решений	23
2.3. Основные виды моделей инновационного решения	24
2.4. Особенности задач принятия инновационных решений....	28
2.5. Уровни принятия инновационных решений	31
2.6. Критерии и решающие правила	34
2.7. Алгоритмы разработки, принятия и реализации управленческих решений в инновационной сфере	40
Глава 3. Сбор информации о состоянии объекта и анализ системы целей	55
3.1. Определение системы целей	55
3.2. Методы анализа системы целей	62
3.2.1. Дерево целей	62
3.2.2. Метод ПАТТЕРН.....	65
3.2.3. Метод морфологического анализа Цвикки	67

3.3. Отбор целей	72
3.3.1. Соответствие требованиям	73
3.3.2. Тест на “важность”	74
3.3.3. Замещение целей	74
3.3.4. Агрегирование целей	75
Глава 4. Анализ системы ценностей	77
4.1. Определение системы ценностей	77
4.2. Методы получения количественных оценок	86
4.2.1. Непосредственное количественное оценивание	86
4.2.2. Метод средней точки	87
4.2.3. Метод SMART	89
4.2.4. Метод Черчмена–Акофа	92
4.2.5. Метод Неймана–Моргенштерна	95
4.2.6. Метод аналитической иерархии	99
4.2.7. Мультипликативный метод аналитической иерархии	107
Глава 5. Прогнозирование	109
5.1. Концептуальные основы прогнозирования	109
5.1.1. Определение прогнозирования	109
5.1.2. Основные задачи, принципы и этапы прогнозирования	111
5.1.3. Классификация методов прогнозирования в инновационной деятельности	113
5.2. Интуитивные методы прогнозирования	117
5.2.1. Метод “мозгового штурма”	118
5.2.2. Метод написания сценариев	123

5.2.3. Метод “Дельфи”	125
5.3. Изыскательское прогнозирование	128
5.3.1. Экстраполяционные методы. Аналоговые модели.....	129
5.3.2. Экстраполяционные методы. Феноменологические модели.....	144
5.3.3. Методы декомпозиционного анализа динамических рядов.....	151
5.3.4. Параметрические модели.....	152
5.3.5. Метод Байеса.....	158
5.4. Нормативные методы прогнозирования	165
5.4.1. Использование дерева целей для прогнозирования направлений инноваций	166
5.4.2. Методы морфологического анализа.....	169
5.4.3. Блок-схемы последовательного выполнения задач	173
5.4.4. Метод программного прогнозирования (метод прогнозного графа).....	182
5.5. Форсайт-технологии прогнозирования.....	212
Глава 6. Особенности многокритериального выбора в управлении инновациями	218
6.1. Сущность задач многокритериального выбора.....	218
6.1.1. Определение многокритериального выбора	218
6.1.2. Виды задач многокритериального выбора	220
6.1.3. Принцип доминирования	220
6.2. Методы поиска терминального инновационного решения в ситуации многокритериального выбора	221
6.2.1. Исследование эффективной границы.....	221

6.2.2. Лексикографическое упорядочение.....	228
6.2.3. Ранговое упорядочение.....	234
6.2.4. Метод ЗАПРОС.....	239
6.2.5. Методы “стоимость — эффективность”, “затраты— прибыль”	253

Глава 7. Методы принятия стратегических решений в инновационном менеджменте..... 263

7.1. Основные принципы выбора стратегического решения в инновационном менеджменте.....	263
7.1.1. Понятие стратегии и стратегического решения ...	263
7.1.2. Классификация стратегических инновационных решений	265
7.1.3. Определение качественных состояний организа- ции	266
7.1.4. Традиционные модели выбора стратегических инновационных решений	270
7.2. Стратегии адаптации к условиям среды.....	276
7.3. Стратегии противодействия условиям среды.....	295
7.4. Стратегии невмешательства, поиска общих целей и со- трудничества	315

Заключение 341

Библиографический список..... 344

Введение

В современных условиях экономическое развитие и экономический рост предприятия, отрасли, региона и мирового сообщества в целом не возможен без инноваций. Стремительный рост производственных факторов во второй половине прошлого века привел к появлению большого количества технологий, освоение которых осуществлялось теми же темпами, что и в предыдущие годы. Причиной тому стала несогласованность технологических решений и неспособность менеджмента переработать столь большой объем информации. Традиционные процедуры принятия решений уже не могли обеспечить решение задач, стоящих перед предпринимательскими структурами, что привело экономику к стагнации.

В начале 40-х годов во время Второй мировой войны появилась необходимость в разработке и реализации новых идей, прежде всего, в сфере военно-промышленного производства. Именно в это время появляются направления в менеджменте, связанные с исследованием эффективных методов разработки решений, направленных на поиск и реализацию инновационных идей.

В конце XX — начале XXI века чрезмерный рост информации привел к тому, что разработка инновационных идей стала неотъемлемой частью деятельности организаций независимо от масштаба производства и формы собственности. В связи с этим актуальной стала проблема разработки, принятия и реализации управленческих решений в инновационном менеджменте.

Нынешнее состояние экономики России в условиях экономического кризиса требует кардинальных перемен именно в понимании

процесса экономического роста. Прежде всего в понимании того, что долговременный устойчивый экономический рост не возможен без инноваций как основного импульса экономического процесса. Другими словами, необходимо понимание того, что решение об инновациях — это стремление к поддержанию жизнеспособности экономической системы в целом, а на уровне предприятия — это стремление к поддержанию высокого конкурентного уровня.

Учебное пособие представляет собой системное изложение основ теории разработки и принятия решений в инновационной сфере.

В первой главе рассматривается природа управленческих решений в целом и инновационных решений в частности.

Вторая глава содержит толкования основных терминов и определений теории принятия решений. Приводится подробная классификация решений, прежде всего тех, которые имеют место в сфере управления инновациями. Объясняется необходимость использования математических и логических моделей при разработке и принятии решений. Объясняется смысл критериев и решающих правил при разработке математических и логических моделей управленческих решений. Также приводится алгоритм разработки инновационных решений.

В третьей главе рассматриваются вопросы целевого анализа ситуации и определения системы целей лица, принимающего решение (ЛПР). Подробно рассматриваются методы анализа и отбора целей. Особое внимание уделяется методам, которые исторически закрепились за инновационной сферой менеджмента (метод морфологического анализа Цвикки, метод ПАТТЕРН).

В четвертой главе рассматриваются методы анализа системы ценностей ЛПР и ее влияния на принимаемое решение. Особое внимание уделяется методам количественной оценки системы ценностей, среди которых метод средней точки, Черчмена–Акофа, метод SMART, метод аналитической иерархии Саати.

В пятой главе рассматриваются вопросы прогнозирования ситуаций, которые могут сложиться в результате принятых решений. Акцент делается на ведущую роль данного этапа разработки решения в поиске эффективных управленческих решений в инновационной сфере. На примерах рассматриваются положительные и отри-

цательные стороны интуитивных методов прогнозирования (метод мозгового штурма, метод Дельфи, сценарный метод). Подчеркиваются положительные стороны изыскательских и нормативных методов прогнозирования, в том числе методов, определяющих темпы развития инноваций (модель Айзенсона, модель Хартмана), методов декомпозиционного и параметрического анализа, байесовских методов. Отдельное внимание уделяется нормативным методам прогнозирования, которые нашли успешное применение в сфере инновационного менеджмента в течение последних нескольких десятилетий (метод морфологического анализа, метод программного прогнозирования, использование блок-схем). Также рассматриваются проблемы, связанные с реализацией получивших широкое распространение Форсайт-технологий прогнозирования.

В шестой главе представлены основные принципы принятия инновационных управленческих решений в слабоструктурированных и неструктурированных задачах, которые определяются множеством целевых функций и множеством критериев. Подчеркивается, что инновационные задачи относятся к числу неструктурированных задач. Особое внимание уделяется методам поиска инновационных решений на множествах эффективных альтернатив. С этой целью в пособие были включены именно те методы, которые прошли апробацию при разработке и реализации инновационных проектов.

В седьмой главе рассматриваются основные принципы принятия инновационных решений на стратегическом уровне. Подробно рассматриваются теоретические аспекты стратегического управления: понятие стратегии и стратегического решения. Доказывается, что инновационные решения являются стратегическими по своему содержанию. В примерах приводятся случаи, в которых фирма, принимающая инновационное решение, выбирает различные стратегии поведения: адаптации к условиям конкурентной среды, конкурентной борьбы за рынок, сотрудничества с другими участниками рынка в целях совместного продвижения инноваций.

В целом книга представляет собой первую подробную систематизацию достижений в сфере разработки и принятия решений именно в инновационной сфере. Каждая глава содержит достаточно большое количество примеров, в которых детально рассматриваются

ситуации, возникающие в практике инновационного менеджмента. К каждому примеру приводится подробное решение со всеми математическими и логическими расчетами. Это должно создать у читателя системное представление об инновационном процессе и методологии разработки инновационных решений.

Тем, кто мало знаком с системой менеджмента, в том числе инновационного менеджмента, рекомендуется начать изучение материала с первой главы, для того, чтобы создать хотя бы первичное представление о предмете исследования. Краткость изложения материала, касающегося управления инновациями, может оказаться недостаточной для создания полной картины ситуации. В этом случае студентам предлагается предварительно ознакомиться с литературой, касающейся управления инновациями. Некоторые из наиболее значимых источников по этой теме представлены в библиографическом списке в конце книги.

Многообразие математических методов, используемых при решении прикладных задач, требует от студента базовых знаний высшей математики. Поэтому рекомендуется начинать изучение методов и моделей принятия решения после того как изучены базовые курсы математических дисциплин (линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики). Это необходимо не столько с точки зрения сложности вычислений, сколько с точки зрения понимания смысла математических действий, применяемых в различных ситуациях.

Для полноты восприятия информации, представленной в практических ситуациях, студенту необходимо достаточно хорошо владеть предметом исследования. Знать, каким является инновационный продукт, технология его производства, какие ресурсы используются в производственном процессе.

Студентам, которые уже знакомы с содержанием инновационной деятельности, основами менеджмента и владеют практическими навыками математических вычислений, изучение дисциплины можно начинать с любого подготовительного этапа процесса разработки и принятия решения. Дело в том, что четкого разграничения между этапами внутри подготовительного процесса нет, из-за чего формирование целей и системы оценки ситуации, а также прогнозирование

будущих состояний могут многократно повторяться в зависимости от того, насколько изменяется представление об этой ситуации ЛПР.

При изучении глав книги, относящихся к выбору решений, следует соблюдать последовательность, определенную порядком глав.

Для того, чтобы закрепить теоретические знания в практических навыках, рекомендуется разбирать приведенные в книге примеры письменно, а вычисления стараться выполнять самостоятельно, после чего сравнивать результаты решения.

Глава 1

Решение как продукт управленческого труда

1.1. Сущность разделения труда

С момента разделения труда на производственный и управленческий, результаты этого труда стали делиться на продукты и решения. Продукты — вполне осязаемые товары и услуги, которыми ежедневно каждый человек пользуется в процессе своей жизнедеятельности. Продукты бывают конечного потребления и производственного назначения. Продукты обладают стоимостью, причем овеществленной. В целом продукты (товары и услуги) — те результаты труда, которые можно увидеть, услышать, почувствовать.

В противоположность продуктам решения, как основной продукт управленческого труда, ощутить нельзя. Еще труднее решения оценить, поскольку стоимость решений проявляется через продукты, которые становятся результатами производственного труда, осуществленного в соответствии с принятыми решениями.

Продолжая сравнивать результаты производственного и управленческого труда, необходимо сказать также и о качестве этих результатов. Качество продукта проявляется в процессе его использования. Качество же управленческого решения определить сложнее,

поскольку неизвестно, насколько точно оно было исполнено. А если результат решения и нашел свое проявление в качественном товаре, то неизвестно, было ли исходное решение действительно таким, которое привело в итоге к созданию качественного продукта, или это качество стало благоприятным стечением обстоятельств, которые не мог предусмотреть тот, кто принимал решение.

1.2. Решение — функция организации

Как бы то ни было, любое решение предполагает некую целесообразную деятельность источника этого решения, т. е. деятельность, направленную на достижение некоторой поставленной цели. Цель, в свою очередь, это то состояние, которое является желаемым для источника решения и чаще всего не достигнутым на момент принятия решения. Часто множество желаемых состояний являются недостижимыми в силу отсутствия у лица, принимающего эти решения, ресурсов, необходимых для достижения такого состояния. Для преодоления подобного вида трудностей лица (прежде всего мы говорим о людях) объединяются в организации, т. е. сложные, открытые искусственные системы, созданные для решения задач социума (другими словами, для достижения целей общества).

Как правило, в каждой организации также существует разделение труда на производственный и управленческий. Членов организации, занятых управленческим трудом, называют менеджерами.

Помимо тех решений, которые принимаются в организации для достижения целей ее участников, есть решения, которые касаются самой организации, ее выживаемости и возможности способствовать достижению новых целей, которые могут быть поставлены ее участниками.

Каждая организация выполняет три основные функции:

1. Получение ресурсов из внешней среды.
2. Переработка ресурсов с целью производства продукта или услуги.
3. Передача продукта или услуги во внешнюю среду.

Менеджмент поддерживает баланс между этими тремя процессами. В каждом из них присутствует управленческое решение. Определение видов ресурсов, необходимых для деятельности организации, их количества, распределение ресурсов между отдельными технологическими процессами и отдельными исполнителями, определение основных направлений реализации произведенного продукта — все это разновидности управленческих решений.

Нарушения, возникающие при реализации каждой из перечисленных функций организации, приводит к неэффективности работы организации и, далее, к ее гибели. В качестве примеров таких нарушений, демотивирующих работу менеджеров, можно привести неумение прогнозировать ситуации, рассогласование целей, отказ от делегирования полномочий и, что наиболее важно, незавершенность инновационных процессов. Именно инновационная незавершенность и отказ организации от нововведений являются основными источниками стагнации организации и, как следствие, потери ее конкурентоспособности. Отсюда следует вывод о том, что эффективность принятых решений в основном и определяет эффективность работы организации.

1.3. Решения в инновационном менеджменте

Поскольку речь уже зашла об инновациях, как об одном из сложных элементов организации как системы, стоит сказать несколько слов о месте управленческих решений в управлении инновационными процессами.

Один из классиков экономической теории Йозеф Шумпетер выделяет пять основных форм проявления инноваций:

1. Использование новой техники в производственном процессе.
2. Выпуск продукции с новыми свойствами и предложение ее на рынке.
3. Использование нового сырья в производственном процессе.

4. Изменение в организации производства и его материально-технического обеспечения.
5. Выявление новых рынков сбыта для уже существующей продукции.

Каждая из перечисленных форм представляет собой фактически следствие принятия решения об инновациях в организации, которые должны способствовать экономическому росту не только организации, но и общества в целом, для достижения целей которого существует организация.

Выбором формы проявления инновации управленческие решения не ограничиваются. Сам инновационный процесс представляет собой последовательность согласованных управленческих решений. Действительно, если представить инновационный процесс в виде следующей последовательности:

- фундаментальные исследования;
- прикладные исследования;
- разработка;
- проектирование;
- строительство;
- освоение;
- промышленное производство;
- маркетинг;
- сбыт,

то каждый из этапов этой последовательности предполагает принятие определенных решений и каждый из этих этапов в настоящее время тяжело представить вне организации.

Организация фундаментальных исследований, как правило, осуществляется государственными научно-исследовательскими учреждениями.

Решение о прикладных исследованиях принимается в организациях так называемого венчурного бизнеса, которые часто создаются за счет средств крупных фирм в качестве дочерних предприятий или совместных предприятий с другими фирмами. Прикладные исследования, то есть поиск способов превращения теоретических результатов фундаментальных исследований в практические процессы, требует значительных финансовых вливаний в течение продолжительного времени. Нужно отметить, что принятие решения о проведении прикладных исследований основывается на риске никогда не получить полезного эффекта от вложенных средств. Однако в случае если положительный эффект все же будет получен, то в руках той организации, которая занималась финансированием прикладных исследований, окажется то, что в ближайшем будущем обеспечит ей конкурентное преимущество перед другими организациями.

На этапах разработки и проектирования нового продукта работают фирмы-эксперты, результаты деятельности которых хотя и являются неопределенными, но все же составляют меньший риск для тех, кто принимает решение о финансировании.

Решения о промышленном производстве инновационных продуктов в массовом масштабе принимаются, как правило, в организациях, которые обладают финансовыми возможностями, достаточными для вывода на рынок инновационного продукта.

Как видим, на каждом этапе инновационного процесса организации, разработка решения играет ключевую роль, от которой зависит результат.

И все же, почему решение необходимо разрабатывать и почему именно в инновационной сфере менеджмента организации. Ведь огромное количество решений в организациях принимается без какой-либо разработки лишь на основании опыта менеджера. И многие из этих решений являются эффективными. Да, действительно, опыт, накопленный за годы работы, может играть определяющую роль и позволяет предугадывать результаты принимаемых решений. Однако в случае с инновациями такого опыта может и не оказаться, иначе инновации не назывались бы инновациями. Именно с точки зрения того, что достаточного опыта нет, и возникает необходимость разработки принимаемого решения. Помимо инновационных процес-

сов, разработка управленческого решения необходима также в случаях делегирования управленческих полномочий, смены поколений менеджеров, согласования действий менеджеров различных подразделений организации, для выявления и прогнозирования изменений, происходящих в той части внешней среды, которая взаимодействует непосредственно с организацией и т. д.

Теперь, после того, как мы выяснили необходимость разработки управленческого решения в управлении организацией, и в частности в управлении инновациями, перейдем к более подробному рассмотрению некоторых теоретических моментов теории принятия решений в инновационном менеджменте.

Глава 2

Термины и определения теории принятия решений

2.1. Определение управленческого решения

Как известно, под менеджментом, в широком понимании этого слова, понимается комплекс формальных и неформальных правил, принципов, норм, установок и ценностных ориентаций, регулирующих деятельность организации. В узком смысле — это группа лиц, функции которых в рамках организации в соответствии с результатом разделения труда на производственный и управленческий относятся к управленческому труду.

Внутри самой организации в зависимости от направления деятельности, различают финансовый менеджмент, персонал-менеджмент, менеджмент в сфере маркетинга и т. д. В этой связи *инновационный менеджмент* также может рассматриваться как одно из направлений общего менеджмента организации. Специфика различных направлений менеджмента заключается в том, что каждое из них представляет собой лишь проявление общего менеджмента в одной из сфер деятельности организации (см. рис. 2.1). Таким

образом, невозможно разделить общий менеджмент на непересекающиеся множества по принципу направления деятельности и, уж тем более, невозможно говорить о том, что менеджмент организации в целом представляет собой сумму этих множеств.

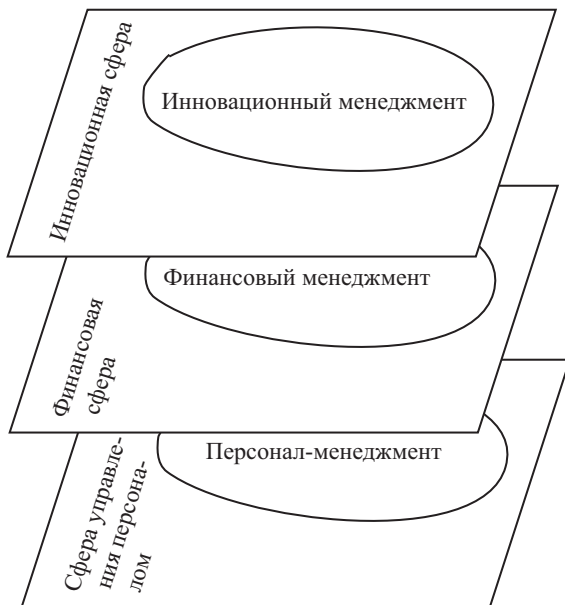


Рис. 2.1. Сферы проявления менеджмента

Итак, поскольку инновационный менеджмент представляет собой лишь сферу проявления общего менеджмента организации в инновационной деятельности, то и определение инновационному менеджменту можно дать как комплексу формальных и неформальных правил, принципов, норм, установок и ценностных ориентаций, регулирующих различные сферы инновационной деятельности.

В свою очередь, *инновационная деятельность* — это деятельность по доведению научно-технических идей, изобретений, разработок до уровня, пригодного в практическом использовании. Под практическим применением понимается использование результата

инновационной деятельности в конечном потреблении. Таким образом, инновационная деятельность включает в себя все виды работ от возникновения новой идеи до реализации продукта, в котором воплощена эта идея, конечному потребителю. Ну, а поскольку все виды инновационной деятельности могут не ограничиваться отдельной организацией, то и сам инновационный менеджмент может выходить за рамки отдельной организации. В этом случае, чтобы остаться в пределах того определения инновационного менеджмента, которое было дано ранее, введем понятие уровня организации в зависимости от уровня, на котором осуществляется инновационная деятельность.

Инновационная деятельность может осуществляться на мировом уровне — в этом случае будем говорить об инновациях как научно-технических революциях, которые способствуют изменению научно-технического уклада жизнедеятельности человечества. Инновационная деятельность может осуществляться на региональном уровне (уровне одного государства или группы государств), на отраслевом уровне, на уровне группы предприятий, на уровне одного предприятия, а также на уровне подразделения предприятия и даже на уровне отдельной личности, которая является частью организации (см. рис. 2.2). Безусловно, иерархия управления порождает иерархию инновационной деятельности. В рамках данного учебного пособия, инновационный менеджмент будет рассматриваться на уровне отдельного предприятия, групп предприятий, подразделений предприятий.

Не вдаваясь подробно в структуру менеджмента организации и инновационного менеджмента в частности, можно заявить о том, что деятельность организации в пределах установленных правил, принципов, норм и ценностных ориентиров осуществляется посредством выбора направлений развития лицами, обладающими функциями управления, т. е. посредством менеджмента в узком смысле этого слова. Выбор направления может иметь место только при наличии как минимум двух возможных вариантов, которые будут носить название альтернатив. Выбор альтернативы называется в менеджменте *управленческим решением*.

Управленческое решение — всегда субъективное действие, исполняемое лицом, наделенным такими полномочиями. Его называют лицом, принимающим решение, или сокращенно *ЛПР*.

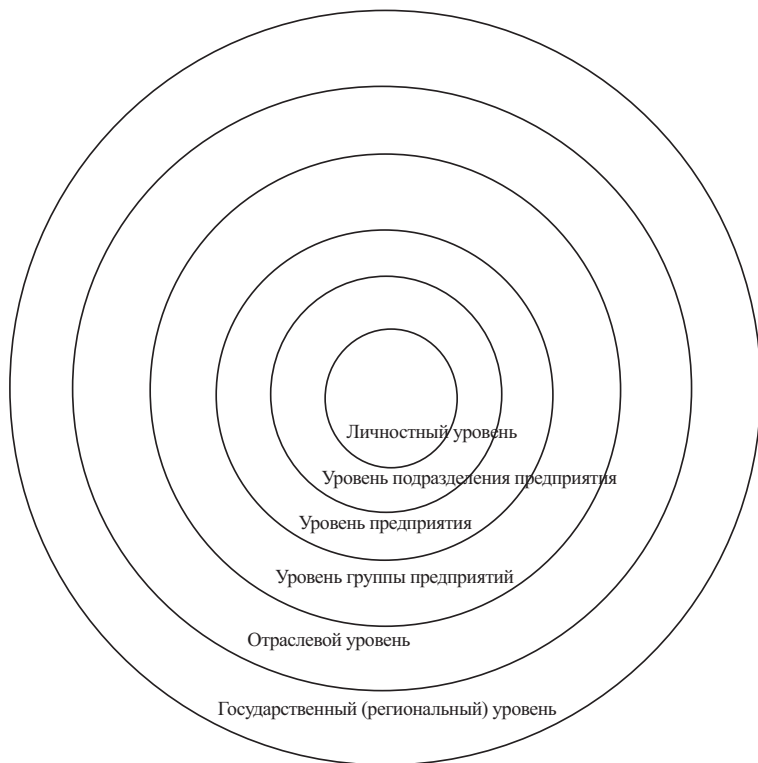


Рис. 2.2. Иерархия инновационного менеджмента

Альтернативой называется несовместимый с другими вариант выбора. Несовместимость вариантов выбора предполагает, что альтернативы по своей природе являются взаимоисключающими. Самым простым примером альтернатив является выбор и отказ от выбора решения. Например, фирма может продолжать выпускать продукцию определенного вида или отказаться от ее производства.

Продолжая аналогии с теорией вероятностей, можно выделить альтернативы зависимые и независимые. При этом выделяют групповую зависимость, зависимость от альтернатив, исключенных из рассмотрения, и зависимость от фиктивной альтернативы. Группо-

вая зависимость предполагает, что рассмотрение одной концептуальной возможности влечет за собой рассмотрение всех вариантов этой возможности. Например, если предприятием приобретено исключительное право в виде патента на изготовление определенного агрегата, то помимо того, что предприятие может начать использование полученного права для производства новой продукции, оно может перепродать это право за более высокую цену, либо оставить данное право в качестве запаса, предполагая, что рынок еще не насытился продукцией предыдущего поколения — таким образом произойдет отсрочка инновации.

Зависимость от альтернативы, исключенной из рассмотрения, предполагает изменение иерархии предпочтений лица, принимающего решения. Такая ситуация может иметь место в случае принятия коллективных решений, когда исключение из рассмотрения одной из наиболее предпочтительных альтернатив может повлечь выбор первоначально наименее предпочтительной альтернативы.

Зависимость от фиктивной альтернативы предполагает, что может иметь место отсеивание вариантов решений, если они не подходят по какому-либо показателю под идеальное решение, сформированное ЛПР. В этом случае может иметь место даже отказ от принятия решения, если ни одна из альтернатив не соответствует требованиям идеала. В качестве примера можно привести разработку новых вариантов продукции в соответствии с требованиями потребителей. Как правило, ни один из инновационных продуктов не в состоянии учесть всех требований потребителей.

Альтернативы могут быть заранее заданными, тогда принятие решения будет заключаться в выборе альтернативы из числа существующих. С другой стороны, новые альтернативы могут появляться в процессе разработки решения. Последнее часто происходит в условиях зависимости вариантов решения от фиктивной альтернативы. Например, до сих пор ни одно из аэрокосмических агентств мира не может реализовать ни один из проектов пилотируемого межпланетного полета из-за нехватки необходимых ресурсов. В качестве альтернативы предлагается осуществлять беспилотные полеты космических аппаратов.

В определении управленческого решения существует только вы-

бор альтернативы, однако отсутствует упоминание о процессе разработки. В данном пособии мы рассматриваем процесс принятия решения как неотъемлемое продолжение процессов подготовки и разработки решения, благодаря которым и происходит генерирование альтернатив, которые в дальнейшем являются основаниями для выбора.

Таким образом, разработка и принятие управленческого решения в инновационном менеджменте — это сложный процесс, состоящий из этапов подготовки, генерации и выбора альтернативных направлений развития организации, связанных с разработкой, освоением и распространением инноваций.

2.2. Классификация решений

Воспользуемся подробной классификацией управленческих решений, составленной А. Э. Сааком и В. Н. Тюшняковым. Основаниями для классификации решений являются:

- причины разработки и принятия (ситуационные, по предписанию, программные, инициативные, сезонные);
- время воздействия (стратегические, тактические, оперативные);
- количество ЛПР (индивидуальные и коллективные);
- способ фиксации (письменные, устные, электронные);
- степень повторяемости (оригинальные, традиционные);
- поле принятия (планирующие, организующие, активизирующие, координирующие, контролирующие, информационные);
- содержание (с количественными характеристиками, без количественных характеристик);
- степень регламентации (директивные, ориентирующие, регламентирующие);

- прогнозные результаты (с определенным исходом, без определенного исхода);
- методы обработки информации (алгоритмические, эвристические);
- система оценки эффективности и число критериев (однокритериальные, многокритериальные);
- направление воздействия (внутренние и внешние);
- ограничения на ресурсы (с ограничениями, без ограничений);
- глубина воздействия (одноуровневые, многоуровневые);
- объект воздействия (кадровые, финансовые, производственные);
- способ выработки (интуитивные, адаптационные, аналитические);
- масштаб воздействия (общие, частные);
- стили принятия решения (уравновешенные, интуитивные, инерционные, рискованные, осторожные).

Несомненно, что инновационные решения, как и любые другие, могут подойти под любую классификацию, однако сама сущность инноваций может задавать свою классификацию. Однако большинство авторов учебников по инновационному менеджменту придерживаются позиции привязки инновационных решений к стадиям жизненного цикла товара. Таким образом, далее будем рассматривать управленческие решения исходя из классификации по времени воздействия и разделяя решения на стратегические, тактические и оперативные.

2.3. Основные виды моделей инновационного решения

Разработка управленческого решения, в том числе и инновационного, начинается с выбора модели, описывающего поведение или

изменение объекта управления под воздействием принятого решения.

Модель — образ объекта управления, конструируемый ЛПР и отражающий характерные для ЛПР свойства этого объекта.

Модель должна соответствовать структуре и свойствам объекта управления, т. е. обладать полнотой и релевантностью. Также модель должна соответствовать особенностям и возможностям создания используемых методов моделирования, а также требованиям проблемы, в отношении которой принимается решение.

Концептуальная классификация моделей управленческих решений позволяет выделить следующие виды задач выбора:

- управление запасами;
- распределение ресурсов;
- выбор маршрута;
- организация перевозок;
- составление расписаний;
- оценивание;
- распознавание образов;
- планирование (календарное, на сетях);
- управление динамическими объектами (в т. ч. системами массового обслуживания);
- контроль и диагностика;
- многокритериальный выбор;
- голосование;
- торги;
- генерация идей и т. д.

Модели, которые используются при разработке управленческих решений в инновационном менеджменте, зависят от стадий жизненного цикла инноваций. На стадии поиска идей решения носят творческий характер, основанный на интуиции ЛПР. Например, модель генерации идей, модель “мозгового штурма”. На стадии материализации новшества решения оформляются в процедуры целеориентированного рационального действия (например, в задачу распознавания образов, задачу диагностики, задачу голосования). На поздних стадиях используются модели, предполагающие формальный поиск оптимального решения при помощи известных математических процедур.

Решение, которое будет получено на основании интерпретации модельных результатов, должно соответствовать также определенному ряду требований:

- соответствовать законодательству;
- быть своевременным;
- иметь целевую направленность;
- не должно противоречить самому себе и предыдущим решениям;
- должно быть организационно выполнимым;
- иметь возможность внешнего и внутреннего контроля над реализацией;
- учитывать вероятные негативные последствия;
- предполагать наличие у ЛПР наиболее полной информации, необходимой для принятия решения (т. е. предполагать ситуацию, приближенную к полной определенности);
- предполагать возможность положительного результата.

В каждой модели управленческого решения выделяются следующие базисные элементы:

1. Ситуация (состояние объекта управления и внешней среды).

2. ЛППР, его система ценностей и система целей.
3. Критерии.
4. Альтернативы.
5. Время, отведенное на разработку, принятие и реализацию решения.
6. Состав и запасы ресурсов, необходимые для разработки и реализации решения.
7. Неопределенность.

Ситуация, т. е. состояние объекта управления и внешней среды, характеризуется набором переменных признаков. Например, состояние формы может характеризоваться объемом выпущенной продукцией с детализацией по номенклатуре изделий, объемом прибыли, объемом затрат и т. д.

Система ценностей ЛППР — те переменные, при помощи которых ЛППР оценивает ситуацию — зависит от размерности пространства ситуаций (т. е. от количества переменных факторов, входящих в состав модели), от уровня измеримости каждого из факторов; от числа участников процесса (тех лиц, которые помимо ЛППР принимают участие в разработке и реализации решения). Также система ценностей ЛППР зависит от уровня определенности представлений ЛППР о соответствующих системах ценностей (сам ЛППР может и не знать о существовании системы ценностей в момент принятия решения). Из психологии известно, что большая часть повседневных решений принимается на подсознательном уровне. Это же относится и к решениям, которые принимаются в организации на оперативном уровне, когда реакция ЛППР на ситуацию доведена до автоматизма, и решение принимается на интуитивном уровне.

Другие элементы решения будут подробно рассмотрены чуть позже.

2.4. Особенности задач принятия инновационных решений

С учетом сказанного ранее можно выделить три основания, связанных с системой знаний ЛПР, на которых базируется разработка, принятие и реализация управленческого решения:

1. Интуиция.
2. Суждение.
3. Рациональность.

Интуиция и суждение используются на оперативном уровне управления, т. е. когда реакция ЛПР на проблему в виде решения доведена до автоматизма. Рациональное решение принимается, как правило, на стратегическом и тактическом уровнях. Хотя вовсе не исключается ситуация, при которой решение, принятое на стратегическом уровне, может быть принято на основании интуитивных представлений ЛПР об окружающей действительности или на основании суждений, основой которых могут оказаться догматические теории, не имеющие доказательств.

Хотя в этих ситуациях можно предполагать хорошую информированность и тренированность ЛПР на такие типы решений, с другой стороны — основание интуиции или суждения может иметь место, если для принятия решения у ЛПР банально не хватает времени или ресурсов. В качестве примера можно привести финансовые решения, принимаемые инвесторами в условиях биржевых торгов, когда инновационная стратегия, предполагающая приобретение контроля управления над предприятием, может оказаться невозможной из-за резких изменений в стоимости акций, спровоцированных биржевыми спекулянтами. С другой стороны, инновационные решения по своей сущности требуют всестороннего анализа, что не может быть сведено к обычным суждениям на уровне “здорового смысла” и уж тем более к интуитивным представлениям о пользе инноваций.

Приведенную классификацию оснований для принятия решения можно немного изменить, четко определив в качестве признака такой

классификации источник знаний, информации, получаемой ЛПР для принятия решения. Такими источниками могут быть:

1. Вера в истинность утверждений, которая не требует доказательств.
2. Чувство истинности, основанное на собственных ощущениях ЛПР.
3. Доказательство, основанное на научных аксиомах и практических опытах.

Первый источник знаний является основой для так называемых догматических решений. Из истории можно привести массу примеров, когда инновационные решения принимались именно на основании веры в их пользу. Большинство таких решений принималось в социальной сфере. В XVII веке Петр I ввел таким образом в России обычай пить кофе и курить табак.

Второй источник информации — собственные чувства и ощущения ЛПР — можно назвать интуитивным основанием для принятия решения. Этот источник информации используется также в экспертных методах, когда решение принимается на основании мнения экспертов, для которых знание ситуации и факторов воздействия на нее доведено до интуитивного уровня.

Третий источник — доказательство. В этом случае для разработки, принятия и реализации управленческого решения предполагается использование формальных методов и процедур, в том числе и математических моделей. Доказательство правильности и оптимальности используется в тех решениях, которые основаны на суждениях и рациональности.

Вместе с тем рациональные решения следует отличать от разумных (см. рис. 2.3). Дело в том, что *рациональное решение*, основанное на доказательстве, как, впрочем, и решение на основании суждения, является истинным лишь относительно той логической схемы, в рамках которой оно было принято. Позволяет ли логическая схема определить абсолютную истину — неизвестно. Ну а поскольку различные ЛПР опираются на различные логические схемы, что, в свою очередь, приводит к различным, а порой и противоположным решениям, то и сами решения являются рациональными лишь

относительно. Например, угрожающая демографическая ситуация в России вынудила руководство государства использовать следующее инновационное решение — выплачивать пособия матерям при рождении ребенка — так называемый “материнский капитал”, который, по мнению представителей органов власти, простимулирует население к увеличению воспроизводства. Представители Русской Православной Церкви заявляют о том, что для увеличения рождаемости необходимо усилить пропаганду христианских ценностей среди населения и поставить под жесткий контроль работу абортариев. Оба инновационных решения опираются на различные логические схемы, оба являются рациональными, однако неизвестно, какое из них является истинным.



Рис. 2.3. Схема деления возможных решений

В отличие от рационального *разумное решение* раскрывает суть исследуемого объекта. Разумное решение основывается на истине, наиболее приближенной к абсолютной. Таким образом, ЛПР не сможет узнать о том, является ли его решение разумным или нет, по-

сколько не всякое рациональное решение является разумным и не всякое разумное — рациональным.

2.5. Уровни принятия инновационных решений

Как уже указывалось ранее, инновационные решения сильно зависят от этапов жизненного цикла инноваций. В связи с этим выбор решений и выбор моделей, на основе которых эти решения разрабатываются и реализуются, также поставлены в зависимость от того, на какой стадии жизненного цикла инноваций они принимаются. Выбор решений на стадиях генерации идей и научных разработок вплоть до вывода инновации на рынок носят *стратегический* характер, тогда как на стадиях роста и насыщения — *оперативный* и *тактический*. На стадии спада вновь решения принимают стратегический характер. Характер решений определяет уровень менеджмента, на котором они принимаются. Безусловно, стратегические решения принимаются на высшем уровне менеджмента, поскольку они связаны с инвестициями, изменениями в организационной структуре. Тактические и оперативные решения принимаются на уровне менеджмента среднего и низшего звена организации.

Некоторые исследователи выделяют еще один уровень инновационных решений — *концептуальный*, который ставится выше стратегического. Можно сказать, что таким образом совершается попытка выделить из решений стратегического уровня решения, связанные с генерацией идей и материализацией новшества (созданием опытных образцов), т. е. разделить управленческие решения и решения творческие, которые не укладываются в схему общей структуры решений. Однако творческие решения — это решения, разрабатываемые непосредственно исследователями, работниками научно-исследовательских институтов и лабораторий, которых очень сложно отнести к разряду высшего менеджмента. Означает ли это, что структура инновационных решений не соответствует уровням менеджмента? По всей видимости, этот вывод будет не совсем верным, поскольку сами ученые, исследователи, научные работники не нахо-

дятся в рамках “свободного полета фантазии”, а работают над решением определенных проблем, в отношении которых уже существуют некоторые концепции или направления возможных решений, либо концепция решения рождается в процессе поисков решения проблемы, которая задана высшим менеджментом организации. В связи с этим постановку проблемы также можно причислить к концептуальному (или стратегическому) виду инновационных решений.

Еще одна классификация предполагает, что инновационные решения по своему содержанию находятся на вершине иерархии (см. рис. 2.4). Они предполагают наличие у ЛПР управленческих способностей, профессионального опыта и высокого должностного положения. Далее по степени снижения значимости следуют адаптивные решения, которые принимаются при наличии проверенных схем действий, к которым применяются новые методики и разработки. Затем следуют селективные решения, требующие инициативы и свободы выбора в определенных пределах. Ну и наконец на самой низкой ступени иерархии стоят рутинные решения, которые принимаются по определенному алгоритму и не требуют высокой квалификации ЛПР. Фактически эта классификация уровней принятия решений соответствует уровням менеджмента и не противоречит разграничению решений на стратегические, тактические и оперативные. Отличительная особенность данной классификации заключается в том, что она отводит принятие инновационных решений к полномочию высшего менеджмента. При этом вспомогательные решения (например, распределение ресурсов среди исполнителей, управление запасами этих ресурсов, из которых изготавливается инновационный продукт), принимаемые на оперативном уровне, не относятся к числу инновационных.

Даже если считать, что инновационные решения принимаются только на высшем уровне менеджмента, участники процесса принятия решения могут принадлежать к различным его уровням, а также вообще могут быть представителями внешней среды. Среди участников процесса разработки и принятия решения выделяют:

1. ЛПР.
2. Владельца проблемы.



Рис. 2.4. Вариант классификации уровней принятия решений

3. Представителей активной группы.
4. Экспертов.
5. Аналитиков.

Про *ЛПР* известно, что это лицо (или группа лиц), осуществляющее выбор альтернативы.

Владелец проблемы — лицо, которое (по мнению окружающих) должно принимать ответственность за принятое решение. Владелец проблемы может быть одновременно лицом, принимающим решение, но такое совпадение является лишь частным случаем. Подобное совпадение может иметь место в мелких фирмах, реализующих инновационные решения их владельца. Помимо этого случая владелец проблемы может быть лишь одним из ЛПР. Например, за решение совета директоров акционерного общества ответственность несет его председатель. Может также иметь место ситуация, когда владелец проблемы и ЛПР — различные лица. Такая ситуация имеет место в большинстве российских административных структур органов государственной власти и управления, а также в крупных корпорациях, когда представители высшего менеджмента, являясь носителями проблемы, делегируют полномочия по принятию решения своим подчиненным, или наоборот (что более вероятно) определяют своих

подчиненных в качестве владельцев проблемы, а сами берут на себя роль ЛПР.

Представителями активной группы являются все лица, интересы которых затрагиваются при принятии решения. Ими могут быть члены организации, обязанности которых могут поменяться в связи с принятием решения и изменением структуры управления, что в инновационных решениях встречается очень часто. Также к представителям активной группы относятся представители общественности и рядовые граждане. К активной группе следует отнести и конкурентов, которые и предпримут ответные действия как реакцию на выпуск фирмой инновационного продукта.

Эксперты — лица, профессионально владеющие информацией обо всей проблеме, в отношении которой разрабатывается решение, либо информацией об отдельных аспектах проблемы. Эксперты часто привлекаются для разработки управленческих решений на стратегическом уровне.

Аналитики — лица, профессионально владеющие методами и способами организации процесса разработки и принятия управленческого решения. Как правило, аналитики входят в состав организации (если это достаточно крупная корпорация) в ранге помощников или советников представителей высшего менеджмента. Роль аналитика может принять на себя и сам ЛПР, что часто распространено в средних и малых организациях. Имеют место ситуации, когда роль аналитиков принимают на себя эксперты. В этом случае, как правило, экспертно-аналитическая группа представляет собой отдельную организацию или отдел в фирме.

2.6. Критерии и решающие правила

Сложность задачи выбора и количество участников процесса разработки и принятия инновационного решения вносят большое количество требований, которые предъявляются к предмету проблемы и цели ее решения. Эти требования называются критериями. Другими словами, *критерии* — это выражения, которые задают отношения предпочтения ЛПР на множестве значений показателя, или показатели, характеризующие привлекательность альтернатив для ЛПР.

Каждый критерий выбора порождает на множестве альтернатив некоторую математическую структуру, связанную с отношениями доминирования (предпочтения) на множестве показателей, характеризующих альтернативы.

Если значение показателя x_1 , характеризующего 1-ю альтернативу, по своему значению лучше, чем значение показателя x_2 , характеризующего, соответственно, 2-ю альтернативу, то говорят, что x_1 доминирует x_2 , или

$$x_1 \succ x_2.$$

Если же значение показателя x_1 хуже, чем значение показателя x_2 , то говорят, что x_1 доминируется x_2 , или

$$x_1 \prec x_2.$$

Если же между значениями x_1 и x_2 установлено отношение эквивалентности (равенства), то говорят, что эти x_1 и x_2 являются эквивалентными:

$$x_1 \sim x_2.$$

Если же невозможно однозначно определить, какое из значений является более или менее предпочтительным, то говорят о недоминируемости $\nlessdot$ и недоминировании $\nlessdot$:

$$x_1 \nlessdot x_2 \quad x_1 \nlessdot x_2.$$

Между отношениями доминируемости, недоминируемости, доминирования и недоминирования, с одной стороны, и отношениями эквивалентности, с другой стороны, могут быть установлены следующие выводы:

$$(x_1 \nlessdot x_2) \wedge (x_1 \nlessdot x_2) \Rightarrow (x_1 \sim x_2), \quad (2.1)$$

$$(x_1 \succ x_2) \wedge (x_1 \prec x_2) \Rightarrow (x_1 \sim x_2). \quad (2.2)$$

Выводы (2.1) и (2.2) по своему содержанию являются различными. В случае (2.1) необходимо говорить о том, по каким критериям альтернативы не могут быть признаны лучшими, в случае (2.2), наоборот, по каким критериям они являются лучшими. Другими словами, что в критериях является важным для ЛПР — недостатки или достоинства ЛПР.

Количество недостатков и достоинств связано с так называемыми *решающими правилами*, позволяющими сделать окончательный (или еще говорят *терминальный*) выбор между альтернативами, для которых на множестве критериев невозможно определить отношения предпочтения. Эти решающие правила носят название *правил принятия* и *отвержения*. Правило принятия предполагает, что ЛПР принимает решение на основании максимального количества достоинств альтернативы, критерий отвержения, наоборот — на основании минимального количества недостатков.

Пример 1. Рассматриваются три инновационных проекта, которые оцениваются по показателям возможных объемов рынка (чем больше, тем лучше), затрат (чем меньше, тем лучше) и прибыли (чем больше, тем лучше) (см. табл. 2.1).

Таблица 2.1

Пример оценки альтернатив

Инновационные проекты	Объем рынка (x), %	Затраты (y), млн руб.	Прибыль (z), млн руб.
<i>A</i>	20	40	60
<i>B</i>	10	35	40
<i>C</i>	5	10	15

Из табл. 2.1 видно, что альтернатива *A* является более предпочтительной, чем альтернативы *B* и *C* по показателям объема рынка и прибыли, а альтернатива *C* более предпочтительна, чем *A* и *B* по показателю затрат. В отношении альтернатив можно установить следующие отношения предпочтения:

$$x_a \succ x_b \succ x_c,$$

$$y_c \succ y_b \succ y_a,$$

$$z_a \succ z_b \succ z_c.$$

В общем случае невозможно установить предпочтение альтернатив, поскольку каждая из них по какому-то показателю превосходит

и по какому-то уступает другим альтернативам. Применение правил принятия и отвержения позволяет сделать терминальный выбор. Инновационный проект (альтернатива) A обладает наибольшим количеством достоинств (в смысле количества показателей, по которым данная альтернатива доминирует все остальные альтернативы), а альтернатива B — наименьшим количеством недостатков (ни по одному показателю не доминируется всеми остальными альтернативами). Следовательно, проект A будет выбран в качестве терминального решения в случае применения правила принятия, а проект B — в случае применения правила отвержения.

Несмотря на всю очевидность выводов в примере 1, остается невыясненным вопрос о том, когда какое правило терминального выбора необходимо применять в каждом случае. Для ответа на этот вопрос необходимо определить основные свойства результатов выборов по решающим правилам.

Правило принятия говорит о том, что необходимо выбрать альтернативу с наибольшим количеством достоинств. При этом недостатки альтернативы в учет не принимаются. В результате возникает опасность выбора наихудшего решения.

Правило отвержения говорит о том, что необходимо выбрать решение с минимальным количеством недостатков. Однако решение, выбранное по правилу отвержения, вовсе не обязательно может оказаться наилучшим из предложенных альтернатив. Таким образом, возникает опасность отказа от выбора наилучшего решения.

Суммируя оба вывода, получаем следствие — применение правил терминального выбора зависит от оценки ЛПР рисков выбора наихудшего и отказа от наилучшего решений. Например, если ЛПР рискует потерять свое рабочее место вследствие выбора неверного решения, то он будет чаще пользоваться правилом отвержения. Эта ситуация часто возникает, когда ЛПР и владелец проблемы совпадают в одном лице. Если же ЛПР не является владельцем проблемы, то он, скорее всего, воспользуется правилом принятия.

Возвращаясь к характеристикам критериев, необходимо указать на некоторые признаки их классификации.

По признаку взаимной зависимости различают *зависимые* и *независимые* критерии. Зависимость критериев предполагает, что значе-

ния показателей, характеризующих предпочтение альтернатив, находятся в зависимости друг от друга. Например, мощность двигателя и затраты топлива автомобилей, которые намеревается выпускать фирма, зависят друг от друга. Наоборот, зависимость между мощностью двигателя автомобиля и объемом рынка автомобилей, который фирма намеревается освоить, проследить сложнее — в этом случае критерии считаются независимыми. Зависимость критериев может привести к ошибкам выбора, если ситуация разработки и принятия решения решается в условиях многокритериального выбора. Для исключения этой ошибки зависимые критерии группируются и рассматриваются в качестве единого критерия, либо из зависимых критериев составляется агрегированный критерий. Например, из значений расхода топлива и мощности двигателя можно составить отношение, которое будет характеризовать количество лошадиных сил, приходящихся на каждый литр израсходованного на 100 км топлива.

По характеру требований, предъявляемых к показателям, критерии делятся на *фиксирующие*, *ограничивающие* и *экстремизирующие*.

Фиксирующий критерий для определенного показателя требует выбора такой альтернативы, для которой по данному показателю выполняется следующее условие:

$$x = x_0.$$

В соответствии с данным условием альтернатива должна в точности соответствовать значению показателя (ни больше, ни меньше). Фиксирующий критерий может быть предъявлен, например, к количеству инновационных изделий, которые фирма намеревается выпустить в течение определенного периода.

Ограничивающий критерий требует от показателя, чтобы он был больше (меньше) определенного значения:

$$x \geq (\leq) x_0.$$

Для ограничивающего критерия возможны также отношения нестрогого неравенства. Примерами ограничивающего критерия могут быть требования к затратам ресурсов (не превышать определенного значения), объем рынка (не меньше определенного процента).

Экстремизирующие критерии требуют от показателей достижения максимального или минимального возможного значения:

$$x \rightarrow \max(\min).$$

Такие требования могут предъявляться к значениям прибыли (max), затрат (min), объему рынка (max) и т. д.

Как правило, в задаче выбора используется один экстремизирующий критерий. Особенно это касается зависимых критериев. Действительно, практически невозможно, чтобы альтернатива одновременно удовлетворяла максимуму прибыли и минимуму затрат. Но несмотря на противоречие экстремизирующих критериев, задачи выбора с несколькими экстремизирующими критериями все же имеют место.

Стоит также отметить, что экстремизирующий критерий представляется, как правило, к показателям, которые носят название целевых, т. е. являются предметом проблемы.

Другая классификация критериев предполагает их разделение на критерии-требования, оценочные критерии и учитываемые условия.

Критерии-требования задают условие, несоответствие которому позволяет отвергнуть альтернативу, как заведомо непредпочтительную, либо, наоборот, принять ее в качестве возможного варианта терминального выбора. Фактически критерии-требования — это те же критерии принятия и отвержения, которые были рассмотрены ранее.

Оценочные критерии представляют собой весовые коэффициенты, используемые в агрегированных критериях и позволяющие сравнить между собой влияние отдельных критериев на терминальный выбор ЛПР.

Учитываемые условия — это критерии, которые могут быть проранжированы по предпочтительности, после чего альтернатива оценивается по степени соответствия этим критериям. В отличие от оценочных критериев, данный критерий предусматривает отсев альтернатив, которые перестают удовлетворять ЛПР по отдельным показателям в направлении уменьшения значимости данного показателя. Если вернуться к примеру 1, приведенному в табл. 2.1, то в случае, когда минимальное количество затрат является наиболее важным критерием по сравнению с максимальной величиной прибыли

или максимальным объемом рынка, наиболее предпочтительной для ЛПР будет альтернатива C .

Разобрав подробно основные элементы и особенности задач принятия инновационных решений, мы подошли вплотную к рассмотрению алгоритмов разработки и принятия решений.

2.7. Алгоритмы разработки, принятия и реализации управленческих решений в инновационной сфере

Любой алгоритм разработки и принятия управленческого решения вне зависимости от уровня менеджмента, на котором оно принимается, и вне зависимости от масштабности решения (от генерации идеи до разработки плана реализации отдельного мероприятия), состоит из трех основных этапов:

1. Подготовительный этап.
2. Этап разработки.
3. Этап принятия, реализации решения и анализа результатов.

Если эти этапы разбить на составляющие элементы, то процесс разработки и принятия решения можно представить в виде следующей блок-схемы (см. рис. 2.5).

Подготовительный этап предполагает:

- сбор информации о состоянии объекта управления;
- выявление системы ценностей ЛПР;
- определение системы целей (предварительных) объекта управления;
- конструирование концептуальной модели управления объектом со стороны ЛПР;

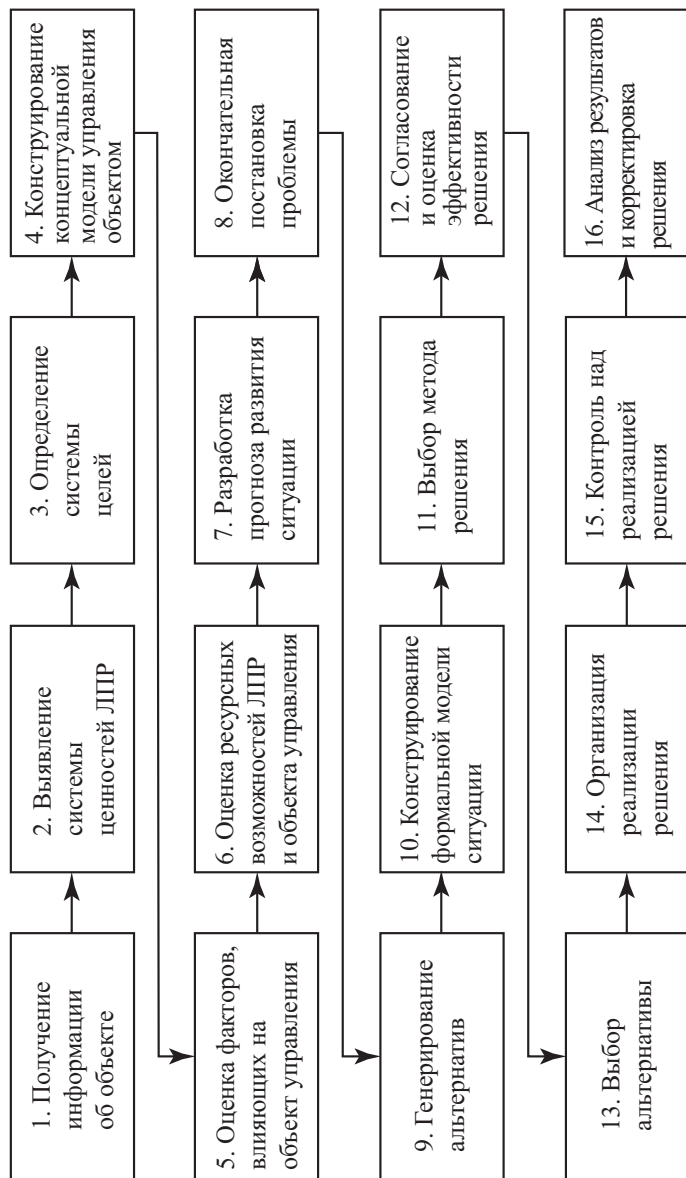


Рис. 2.5. Блок-схема процесса разработки и принятия управленческого решения

- разработку системы оценки внешних и внутренних факторов, влияющих на объект управления;
- оценку ресурсных возможностей объекта управления к изменению;
- оценку ресурсных возможностей ЛПР к принятию и реализации решения;
- разработку прогноза развития ситуации;
- окончательную постановку проблемы.

При разработке инновационных решений невозможно точно указать на последовательность действий на данном этапе, в отличие от тех четких последовательностей, которые приняты для общей теории принятия решений. Это связано с тем, что при подготовке к принятию решения ЛПР постоянно проводит работу по уточнению состояния объекта управления: добывает дополнительную информацию о состоянии, вводит уточнения в концептуальную модель поведения объекта управления, уточняет состав и направление влияния внешних и внутренних факторов, что, в свою очередь, приводит к изменению системы ценностей и целей ЛПР, а также к необходимости разработки новой системы оценки факторов и новым прогнозным результатам.

Особенно четко эта постоянное уточнение прослеживается в фундаментальных исследованиях, когда выдвижение и предварительное обсуждение гипотез приводит к необходимости изучения соответствующего научного материала, в следствие чего могут появиться новые гипотезы, требующие новой оценки.

Проблемой для России и бывших государств СССР, а также ряда высокоразвитых промышленных стран (в частности Японии и Южной Кореи) является стремительное уменьшение численности населения. Первоначальная гипотеза о влиянии факторов на численность населения может быть сформулирована очень просто. Численность населения в настоящий момент времени есть сумма численности населения на настоящий момент времени и прироста населения за прошедший с момента последнего измерения период. Прирост

населения — это разность между количеством рожденных и количеством умерших граждан государства, к которому прибавляется сальдо миграции населения. Если прирост населения за некоторый период времени отрицательный, то население государства уменьшается, если положительный — то растет.

Для построения концептуальной модели требуется определение внешних и внутренних факторов, влияющих на составляющие элементы прироста населения. Предположим, что на рождаемость населения влияют численность женщин в фертильном возрасте, величина душевого дохода, половозрастная структура населения государства в целом. На смертность — величина душевого дохода, состояние экологии, качество и стоимость предоставляемых медицинских услуг. На миграцию — размер душевого дохода, общее состояние экономики, законодательство.

Система ценностей ЛППР представляет собой те величины, при помощи которых будут оцениваться переменные состояния объекта управления (рождаемость, смертность, сальдо миграции), а также влияющие внутренние и внешние факторы (размер душевого дохода, состояние экологии, качество и стоимость предоставляемых медицинских услуг). Предположим, что на начальном этапе формулирования гипотезы ЛППР считает, что рождаемость, смертность и сальдо миграции будут измеряться в количестве человек за период, душевой доход — в рублях на человека, экологическая ситуация — в соотношении плотностей реальной и предельно-допустимой концентрации вредных веществ в атмосфере и воде, стоимость предоставления медицинских услуг — в рублях за одну консультацию, качество услуг — в количестве суток, прошедших после последнего посещения медицинского учреждения или вызова врача на дом.

При помощи оценочных и постпрогнозных моделей установлено, что наибольшее влияние на переменные, определяющие численность населения, оказывают влияние факторы состояния экологии и качества предоставляемых медицинских услуг.

После этих расчетов, вроде бы, становится ясным, что формулировка окончательной постановки проблемы должна заключаться в определении способов, которые могут оказать влияние на сокращение количества вредных выбросов и на увеличение качества и

уменьшение стоимости медицинских услуг. Однако эта “окончательная” постановка проблемы требует уточнения концептуальной модели. В частности, необходимо определить, какие факторы влияют на вредные выбросы в атмосферу и воду, что влияет на качество и стоимость медицинских услуг.

В результате повторного уточнения концептуальной модели оказывается, что на вредные выбросы в атмосферу и воду оказывает влияние деятельность промышленных предприятий и природные катаклизмы (лесные и торфяные пожары, извержения вулканов). Объем выбросов со стороны промышленных предприятий зависит от уровня технологий, которые используются в производственном процессе. Последствия природных катаклизмов также могут зависеть от того, при помощи каких технологий человек может их ликвидировать (например, известно, что торфяные пожары нельзя тушить водой и уж тем более нельзя затапливать эти территории путем прокопки каналов, связывающих торфяники с водоемами, поскольку это приводит к сильному загрязнению последних продуктами сгорания). Качество медицинских услуг и их стоимость также зависят от уровня технологий, которые используются в лечении, а также от уровня подготовки специалистов, что в свою очередь, зависит от уровня технологий, которые применяются в обучении студентов в медицинских вузах. Таким образом, все факторы влияния на численность населения сводятся к уровню развития технологий. В свою очередь, уровень развития технологий, как показывают последние исследования классиков современной теории экономического роста (С. Кузнец, М. Кремера, П. Ромера, Ч. Джоунса), зависит от численности населения. Таким образом, предварительная гипотеза, сформулированная в проблеме: “Как повлиять на медицинские услуги и экологическую обстановку?”, — трансформируется в проблему: “Каким образом необходимо при наименьших затратах ресурсов повлиять на запуск механизма взаимного воспроизводства: НАСЕЛЕНИЕ — ТЕХНОЛОГИИ”. При этом необходимо также соотнести ресурсные возможности ЛПР решить данную проблему на основе тех знаний, которыми он обладает на настоящее время.

Второй этап — *разработка решения* — включает в себя:

- генерирование альтернатив (вариантов решений);
- выбор критерия эффективности альтернатив, разработку сценария развития ситуации, построение формальной модели ситуации;
- выбор метода решения;
- согласование решения с владельцем проблемы и представителями активной группы и оценку эффективности решения со стороны экспертов.

Последовательность действий на данном этапе является также достаточно условной. Это видно невооруженным глазом по тому, что генерирование альтернатив поставлено на первое место. Все зависит от того, на какой базе системы знаний ЛПР основываются эти действия.

Действительно, генерировать альтернативы можно, не прибегая к выбору критерия эффективности, не разрабатывая сценарий развития ситуации, не выбирая метод решения (поскольку альтернатива — это уже решение) и даже не спрашивая на то разрешения владельцев проблемы (если это другие лица) и мнения экспертов. К такому способу, например, прибегают при разработке решения методом “мозгового штурма”, в котором, как правило, участвуют непрофессионалы в области рассматриваемой проблемы.

Решение может быть выбрано по методу аналогии: *“Вот, например, в Китае приобрели лицензии, не задаваясь проблемой развития фундаментальной науки и прикладными исследованиями, и имеют наибольшие темпы прироста ВВП в год. И мы в нашем государстве так сделаем. И у нас будет так же хорошо”*.

С другой стороны, альтернатива может быть генерирована как результат решения задачи на основании формальной модели ситуации (например, математической модели) уже после того, как выбраны критерии эффективности альтернатив, разработан сценарий развития ситуации и выбран метод решения.

В первом случае имело место решение, построенное на чувстве истины (т. е. знании, добытом на уровне органов чувств, что есть

продукт опыта). Во втором случае решение было генерировано на основании веры в “чудодейственную силу” иностранных инвестиций. В третьем — на основании доказательства логической схемы, в которой была построена формальная модель ситуации.

Выбор критерия эффективности альтернатив зависит как от системы ценностей ЛПР, так и от количества выбранных целевых показателей. В случае, если система ценностей ЛПР имеет расплывчатый характер (отсутствуют точные значения характеристик ситуации, в которой находится объект управления), либо количество ЛПР более одного (принимается коллективное решение), критерием эффективности альтернатив может быть, например, правило большинства при голосовании. Если же задача имеет многоцелевой характер, то критерием эффективности альтернативы может быть ее недоминируемость никакой другой альтернативой по всем целевым показателям. Наряду с критериями для отбора наиболее предпочтительных и отсева наименее предпочтительных альтернатив возможно также использование указанных ранее решающих правил принятия и отвержения.

Для оценки наиболее вероятного хода развития событий, связанных с принимаемым решением, используется метод сценариев (более подробное его описание с приведением примеров будет рассмотрено в отдельной главе). Метод сценариев позволяет, с одной стороны, полно и отчетливо определить перспективы развития ситуации, с другой — осознать опасности, которыми чреваты неудачные управленческие воздействия или неблагоприятное развитие событий. Инструментом метода сценариев может стать концептуальная модель ситуации, которая может принять формальный вид при использовании математических и логических описаний. Это может быть имитационная модель, воспроизводящая поведение системы; когнитивная модель, логическая модель. По своей сущности метод сценариев необходим для более объективной оценки альтернатив и по своим свойствам может заменить коллективное мнение экспертов и согласование решения с владельцами проблемы.

Согласование выбранной альтернативы с владельцами проблемы, которыми являются представители более высокого уровня менеджмента, также представляет собой необходимый этап разработки ре-

шения, поскольку именно владельцы проблемы делегируют полномочия по разработке и принятию решения. Такие отношения между ЛПР и владельцами проблемы регулируются при помощи юридических документов (например, должностных инструкций). Эти же документы могут быть основаниями для освобождения ЛПР от обязательного согласования решения. Например, вряд ли руководитель организации будет требовать обязательного согласования оперативного решения менеджера среднего звена о распределении видов работ между подчиненными.

Согласование решения с представителями активной группы может и не регулироваться юридическими документами, однако учет или неучет мнения этих участников процесса принятия решения (это делается при помощи выбора критериев на подготовительном этапе) может оказать существенное влияние на отсев альтернатив. В принципе, мнение активной группы можно учесть при разработке сценариев развития событий, если у ЛПР есть достаточно информации о вариантах возможной реакции представителей этих групп. *Например, при помощи закона Ципфа–Парето можно оценить предельное распределение покупателей товаров по отдельным маркам изделий.* С другой стороны, возможное поведение могут предсказать эксперты.

Оценка альтернатив со стороны экспертов является не только основанием для большей уверенности в истинности выбора наилучшей альтернативы, но и дополнительным основанием для одобрительного или неодобрительного (в зависимости от мнения экспертов) согласования проекта решения с представителями высшего менеджмента. При этом очень важно учитывать статус эксперта. Инновационная сфера дает множество примеров, когда из-за отрицательного заключения экспертов, имеющих большой вес в науке, решение не реализовывалось.

Советский врач Юрий Федорович Продан в 20-е годы XX века разработал из вытяжки чистотела иммуностимулятор, оказавшийся одним из эффективных противораковых препаратов. Этот препарат получил название “Бластофаг”. С 1930 по 1970 годы Ю. Ф. Проданом при помощи препарата “Бластофаг” было излечено от онкологических заболеваний около 1,5 тысяч больных. Несмотря на по-

ложительные результаты клинических испытаний, проводившихся в лечебных учреждениях Риги и Балашихи, инновация так и не получила распространения. Причиной тому стали критические высказывания ряда академиков Академии медицинских наук, выражающих сомнения в отношении целебных свойств препарата.¹ Канадский исследователь Гастон Нессай, спасший 2 тыс. жизней от рака, был отправлен в тюрьму за лечение неразрешенным препаратом собственного производства.²

Поскольку результатом всех трех последних пунктов этапа разработки управленческого решения является отсев непредпочтительных альтернатив, то по сути этот этап можно назвать также генерированием и проверкой качества решения, а сами процедуры отсева непредпочтительных решений — тестами на предмет качества. В соответствии с некоторыми процедурами оценки качества изделий, если существует противоречие в выводах тестов на предмет качества, то вводится дополнительный тест либо пересматривается состав и вид критериев, предъявляемых к переменным, на основании которых делается вывод о предпочтении альтернативы. Возможно, что такой ситуации, которая имела место с препаратом “Бластофаг”, и не произошло бы, если бы ЛПР (или группа ЛПР) в лице представителей менеджмента Фармацевтического комитета Министерства здравоохранения СССР учитывало при вынесении отрицательного решения не только мнения экспертов из АМН, но и результаты клинических испытаний и сделал бы на этом основании дополнительный независимый тест на предмет качественных характеристик препарата.

Бывает даже так, что в результате отсева альтернатив не остается ни одной, которая бы могла считаться предпочтительной для ЛПР. В этом случае необходимо вернуться к первому этапу, чтобы пересмотреть требования, выраженные в виде критериев, предъявленных к альтернативам, либо пересмотреть существо проблемы.

Ну и, наконец, этап *принятия решения, его реализации и анализа результата* включает следующие действия:

¹Сагайдачный Ю. Г. “Помощники смерти” //газета “Дуэль”, № 44 (187), 31 октября 2000 года.

²Жолондз М. Я. Рак: практика лечения. — СПб.: Питер, 2001.

- выбор альтернативы (в том числе выбор метода решения задачи поиска оптимальной альтернативы и численная реализация решения);
- организация реализации решения;
- контроль над реализацией решения, стимулирование исполнителей к повышению качества решения;
- анализ результатов и корректировка решения или его реализации.

О выборе альтернативы уже частично упоминалось при рассмотрении действия выбора критериев оценки альтернатив, которое выполняется на предыдущем этапе. Однако в этом случае критерии оценки альтернатив использовались для того, чтобы отсеять неподходящие альтернативы, а теперь необходимо выбрать наиболее предпочтительную, которая и будет выбрана в качестве решения. Выбор наиболее предпочтительной альтернативы может быть осуществлен на основании механизмов оптимального выбора, если имеется четкое математическое описание задачи выбора, либо на основании критериев или правил принятия, если имеет место четкое описание этих критериев или правил (например, объем производства инноваций, при которых достигается максимум прибыли).

Правила и критерии, на основании которых выбирается наиболее предпочтительная альтернатива, зависят от неопределенности, которая имеет место относительно объекта управления, системы ценностей ЛПР, системы целей, относительно условий и механизмов реализации решения, относительно условий решения (условия могут измениться в течение того времени, пока принимается решение). В зависимости от источника неопределенности различают стохастическую, расплывчатую, хаотическую, поведенческую и полную неопределенности (см. табл. 2.2).

Присутствие в задаче выбора неопределенности может оказать существенное влияние не только на сам процесс выбора наиболее предпочтительного решения, но и на используемые в этом процессе методы.

**Основные классификационные признаки
неопределенностей, характерных для задач выбора**

<i>Признаки классификации</i>		
<i>Источник неопределенности</i>	<i>Вид (природа) неопределенности</i>	<i>Уровень (степень) неопределенности</i>
Система ценностей ЛПП	Стохастичность	Нулевой (полная определенность)
Механизм выбора	Расплывчатость	
Предмет задачи	Хаотичность	
Условие решения	Поведенческая неопределенность	Низкий (слабая неопределенность)
Механизм реализации		
Условия реализации	Полная (абсолютная) неопределенность	Высокий (сильная неопределенность)

Полная определенность характеризуется:

- полной формализуемостью всех элементов задачи;
- отсутствием в описании этих компонент каких-либо неопределенностей;
- наличием общей функции полезности, критериальное требование к которой однозначно определено.

К основным моделям и методам формального описания задач выбора в условиях полной определенности относятся: прямые методы отыскания экстремума (метод дихотомии, метод Фибоначчи, метод “золотого сечения”), методы математического программирования

(симплекс-метод, метод потенциалов, метод Гомори, метод Флада, метод ветвей и границ), вариационное исчисление, методы математической логики.

Неопределенность в системе ценностей ЛПР может проявляться в двух видах:

1. ЛПР не обладает достаточным количеством информации для реконструкции функции полезности ЛПР, а потому ему приходится пользоваться множеством частных функций. Например, ЛПР не может выбрать, какой из инновационных проектов будет наиболее предпочтительным: самый доходный, самый наименее затратный или самый продолжительный по времени нахождения на рынке.
2. ЛПР не обладает достаточным количеством информации о ценностных принципах, которые бы позволили ему полностью определить критерии выбора, а потому при выборе он пользуется несколькими критериями. Чуть выше нами был рассмотрен пример с биостимулятором, который применяется для лечения онкологических заболеваний. Стимулятор успешно прошел клинические испытания, но не выдержал оценки экспертов.

Методы поиска решения в данных условиях относятся к задачам многокритериального выбора. Методы поиска наиболее предпочтительной альтернативы в условиях неопределенности в системе ценностей базируются на отношениях независимой и зависимой релевантности. Отношения независимой релевантности говорят о том, что частные целевые функции влияют на общую функцию полезности независимо друг от друга, отношение зависимой релевантности — наоборот. К методам поиска решения в задачах многокритериальной оптимизации относятся методы поиска множества эффективных альтернатив Парето, метод лексикографического упорядочения, метод компромисса на основе эквивалентных приращений.

Стохастическая неопределенность предполагает, что значения характеристик альтернатив носят расплывчатый характер и характеризуются плотностью вероятности распределения. Случайный характер может принимать взаимосвязь между характеристиками,

а также влияние характеристик на целевую функцию. В качестве методов поиска наиболее предпочтительных решений в условиях стохастической неопределенности применяются критерии средней полезности (критерий Лапласа), критерий минимума риска (минимума дисперсии), критерий Байеса.

Хаотическая неопределенность в отличие от стохастической предполагает отсутствие какой-либо информации об объективной возможности наступления будущих ситуаций, в связи с чем практически любая из предложенных для выбора альтернатив может оказаться оптимальной в неопределенном будущем. В качестве методов выбора наиболее предпочтительного решения в условиях хаотической неопределенности используются метод Вальда (критерий гарантированного выигрыша), метод Гурвица, метод Сэвиджа (критерий минимальных упущенных возможностей).

Выбор в условиях расплывчатой неопределенности основывается на представлении объекта управления в виде расплывчатого множества, границы которого четко не определены, в связи с чем элементы данного множества могут одновременно принадлежать другим множествам.

Выбор в условиях поведенческой неопределенности предполагает, что внешнее окружение объекта, в отношении которого принимается решение, является активным и само представляет из себя объекты, в отношении которых другие ЛПР принимают решения, рассматривая наш объект управления в качестве внешнего окружения. В этой ситуации представление данного ЛПР о наиболее предпочтительном решении может быть известно внешней среде, которая сделает все, чтобы изменить условия к моменту терминального выбора. Основными методами, которые используются для поиска решений в условиях поведенческой неопределенности, относятся методы теории игр (прежде всего, антагонистических, бескоалиционных, позиционных и кооперативных игр).

Организация реализации решения предполагает разработку плана мероприятий, в соответствии с которым принятое решение будет реализовываться подчиненными структурами. Для реализации решения потребуются ресурсы, в связи с чем необходимо предположить о том, что некоторые детали плана реализации будут решаться

на месте исполнителей, что создает для последних основу для новых решений, но уже оперативного характера.

Контроль над реализацией решений и мотивирование исполнителей к улучшению качества выполняемых решений допускает помимо мониторинга ситуации и своевременное внесение коррективов в уже принятое решение вплоть до приостановления его выполнения в связи с существенным изменением внешних и внутренних факторов, влияющих на ситуацию (может измениться законодательство, появятся новые изобретения, будут сделаны новые открытия в фундаментальной науке).

Мотивирование исполнителей к повышению качества исполняемого решения возможно реализовать при учете целей исполнителя при реализации решения. В этом случае исполнитель решения относится к активной группе, интересы которых формулируются в задаче принятия решения на этапе подготовки в виде критериальных требований.

Анализ результатов и корректировка решения или его реализации необходимы для оценки эффективности принятого решения. Анализ должен определить сильные и слабые стороны принятого решения, дополнительные возможности, которые не были использованы в данном решении, дополнительные риски, с которыми придется столкнуться ЛПР в случае очередной разработки и реализации решения.

Анализ решения вовсе не обязательно должен следовать за организацией реализации решения и контролем над выполнением. Если решение принимается на основании достаточно жестко формализованной модели, то вовсе не обязательно для этого ждать, когда что-то реализуется. Анализ результатов решения можно сделать и на основании полученного решения. Это особенно актуально для случаев, когда ошибка в решении может привести к существенным потерям ресурсов организации.

Итак, если решение было принято на основании четко формализованной модели, то на основании все той же модели можно выполнить формальный и содержательный анализ результатов решения. *Формальный анализ* результатов предполагает соответствие полученного решения построенной модели (проверяется, правильно ли

были введены данные, правильно ли применен алгоритм расчета решения). *Содержательный анализ* результатов дает ответ на вопрос, соответствует ли полученное решение тому реальному объекту, который воплощен в модели. Другими словами, возможно ли правильно интерпретировать полученное решение.

Рассмотренная структура подготовки, разработки, принятия и реализации управленческого решения может показаться слишком громоздкой. У студента может сложиться впечатление о том, что его обманывают и намеренно запутывают, поскольку представление большинства из нас о том, что такое решение, достаточно примитивно. Однако такое представление касается в основном решений, принимаемых на интуитивном уровне, которые в жизни каждого человека составляют более 99% всего множества решений. Можно, конечно, сказать, что представленная структура разработки и принятия решения больше подходит для стратегических решений, к которым как раз относятся решения, принимаемые в инновационной деятельности. Но те самые решения, которые ЛПР принимает на уровне почти бессознательном, на самом деле когда-то тоже были проблемой в очень юном возрасте, только человек об этом забыл. Правда, время от времени возникают ситуации, когда сведенный в одномоментный акт механизм принятия решения дает сбой. Это случается при резком изменении переменных ситуации, внешнего окружения или системы ценностей ЛПР. В отличие от рутинных решений решения в инновационной сфере постоянно сталкиваются с новой ситуацией, а потому именно в инновационной сфере деятельности принятие решений является не одномоментным актом, а достаточно долгим и мучительным процессом.

Глава 3

Сбор информации о состоянии объекта и анализ системы целей

Рассмотрев основные моменты, связанные с определением сущности управленческого решения и его структуры, перейдем к подробному рассмотрению элементов последовательности разработки решения.

3.1. Определение системы целей

Собственно сбор информации о состоянии объекта управления должен, как указывалось ранее, указать на основные проблемы, связанные с деятельностью объекта управления. Проблемы заключаются в том, что состояние объекта управления, выраженное в значениях характеристик этого объекта, по каким-то причинам не удовлетворяют требованиям ЛПР. Задачей ЛПР является перевод объекта из состояния, в котором он находится на данный момент, в состояние, которое для ЛПР является желательным. Другими словами, ЛПР необходимо будет своими управляющими воздействиями изменить значения характеристик объекта.

Основными причинами проблем являются, как правило, нарушения в системе обменов ценностями. К таким нарушениям можно отнести, например:

- нарушение закона формирования равновесной цены под воздействием спроса и предложения;
- превышение затрат, связанных с производством продукта, над расходами;
- отсутствие спроса на продукцию;
- отсутствие предложения желаемого товара;
- недостаток ресурсной базы для производства товара;
- недостаточная квалификация персонала (управленческого или производственного) и т. д.

Понятно, что задача ЛПР — при помощи соответствующего управленческого решения устранить возникшие проблемы. Но несмотря на всю банальность и очевидность рассматриваемой темы, в одинаковых ситуациях два разных ЛПР могут воспринимать проблемы по-своему: один может считать состояние, в котором нарушены системы обменов, проблемой, другой может не видеть никакой проблемы. Отчего это зависит?

Во-первых, у каждого ЛПР существует свое индивидуальное и уникальное представление о том, какая ситуация является проблемной, а какая не является таковой. Это определяется системами ценностей ЛПР и критериями проблемной ситуации. Если сказать более популярно, то каждое ЛПР использует свой набор характеристик для оценки состояния объекта. Каждое ЛПР использует свою шкалу для оценки значения характеристики. У каждого ЛПР есть свой набор критериев (предельных значений характеристик, требований к характеристикам), которые позволяют ему говорить о хорошем или плохом состоянии объекта.

Например, первое ЛПР оценивает состояние предприятия, выпускающего инновационную продукцию, при помощи показателя рентабельности продаж, второе при помощи доли рынка, третье — при

помощи и рентабельности продаж, и доли рынка. Рентабельность продаж и первое, и третье ЛПР оценивают в процентах, долю рынка второе ЛПР оценивает в процентах от общего объема продаж всех производителей данного товара, третье — в процентах от общего количества конечных потребителей (понятно, что требования к предельным значениям объемов рынка у второго и третьего ЛПР будут отличаться). Первое ЛПР считает, что нормальным для предприятия является уровень рентабельности не меньший, чем среднемесячный уровень инфляции, третье — не менее, чем в полтора раза превышающий среднегодовой уровень инфляции.

Во-вторых, система ценностей ЛПР может не совпадать с системой ценностей владельца проблемы (если это разные лица), В этих случаях может возникать ситуация, когда один видит в ситуацию проблему, другой — нет.

Стабильный объем продаж некоторого продукта фирмы в течение всего года вызвал обеспокоенность у начальника отдела сбыта, который изложил свое видение проблемы генеральному директору и предложил начать освоение производства нового продукта. Генеральный директор фирмы, выступающий в роли ЛПР, посчитал, что пока рано использовать инновационные резервы фирмы, поскольку старый продукт приносит фирме достаточно высокие прибыли.

Кстати, последнее рассмотренное обстоятельство требует при подготовке решения четкого определения того, кто определяет проблему: владелец проблемы или ЛПР. Если предположить, что владелец проблемы указывает на ее существование, то, по всей видимости, он должен также определить, какое состояние является желаемым (хотя это предполагается само собой, если владелец проблемы идентифицировал ее). Означает ли это, что владелец проблемы должен также будет указать на факторы, которые влияют на состояние объекта управления, прогнозировать ситуацию и выполнять другие действия, связанные с подготовкой, разработкой и принятия решения? Ответ в этой ситуации очень простой — нет. Для доказательства достаточно будет привести следующий пример.

Каждый житель мегаполиса мечтает пить чистую воду и желает также, чтобы эта вода доставлялась ему по городскому водопроводу,

за содержание которого горожанин платит ежемесячно свои кровно заработанные. В качестве ЛПР в этом случае будет выступать домоуправляющая компания, перед которой жители некоторого дома или квартала, или даже целого микрорайона могут поставить данную проблему. Домоуправляющая компания может переадресовать эту проблему компании, которая занимается забором и поставкой воды в городской водопровод; либо может попытаться самостоятельно решить проблему, заменив износившиеся элементы водопроводной сети, либо применив инновационное решение и установив в каждом доме дополнительные фильтры или построив озонаторную установку. Домоуправляющая компания может также заявить жителям о том, что по законодательству никаких проблем быть не может, поскольку вода по уровню жесткости содержанию хлора “соответствует” нормам стандартов, о чем есть заключение Роспотребнадзора; в связи с чем ни о каких решениях проблемы, и уж тем более инновационных, речи быть не может. А если что-то жителям не нравится в качестве воды, то пусть они на себя принимают роль ЛПР и не “загружают всякой ерундой порядочных людей”.

Как видно из примера, владелец проблемы участвует лишь в постановке проблемы, но не в дальнейших операциях по разработке и принятии решения, до тех пор, пока он не является ЛПР. Само решение проблемы может опираться на старые технологии, что через некоторое время приведет вновь к появлению этой проблемы, а может на инновационные решения, которые позволят качественно изменить ситуацию и надолго забыть о проблеме либо ликвидировать основание проблемы. Качественное решение приводит к качественному изменению ситуации, когда имеет место не просто изменение значений характеристик, но и изменение структуры и состава объекта управления, а также изменение законов, по которым этот объект существует. В рассмотренном примере замена элементов водопровода представляла собой количественное изменение характеристик (уменьшение содержания железа в воде), установка дополнительных фильтров и строительство озонаторной установки — качественные решения, которые можно причислить к переходу на новые траектории изменения количественных характеристик ситуации. Такие ка-

качественные изменения называются бифуркациями. Кстати, замена узлов водопровода на узлы из новых материалов также будет являться качественным решением (например, замена железных труб на пластиковые). А вот активная позиция жителей города, которая может привести к принятию юридического документа, определяющего нормы стандарта питьевой воды, доставляемой по водопроводу — является качественным решением более высокого порядка, поскольку может потребовать не только инновационных решений в очистке воды и ее доставке до потребителей, но и изменения системы управления всей системой водоснабжения (возможно введение рыночных отношений и создание рынка поставок водопроводной воды). Например, жители смогут самостоятельно выбирать компанию, которая будет доставлять воду непосредственно в квартиры или обслуживать дополнительные фильтры, установленные в каждом доме или даже в каждой квартире.

Что же касается постановки проблемы самим ЛПР, то ему принадлежит последнее слово в определении того, необходимо ли решать эту проблему самому либо отказаться от роли ЛПР в пользу другого участника процесса, в том числе в пользу самого владельца проблемы.

Таким образом, подводя итог сказанному, можно дать определение проблемы как основания для управленческого решения в инновационной деятельности.

Проблема — несоответствие представлениям ЛПР настоящего состояния объекта состоянию желаемому, в связи с чем требуется принять решение, которое позволило бы обеспечить качественный переход в желаемое состояние.

Желаемое состояние объекта принято называть *целью*. Таким образом, если существует проблема, то она подразумевает цель — состояние, которое бы сняло проблему. По требованию точности значений характеристик цели бывают точечными и траекторными.

Точечная цель — точное значение переменной состояния (характеристики объекта управления), которого необходимо достичь.

В 1998-99 годах перед проходной Горьковского автомобильного завода было установлено электронное табло, на котором помимо вре-

мени и температуры воздуха указывалось количество дней, оставшихся до выпуска нового автомобиля.

Траекторные цели задают общие направления динамики объекта управления. Пример — получение максимальной прибыли (вряд ли какое предприятие ограничится определенной величиной прибыли, если есть резервы для ее роста).

По принципу времени достижения (или реализации) цели делятся на *долгосрочные*, *среднесрочные* и *краткосрочные*. Несмотря на то, что такое деление целей весьма условное и зависит целиком от интенсивности динамики ситуации, в которой оказался объект управления, ряд исследователей в области теории принятия решений привязывают цели к строгим временным рамкам, вычисленным в годах. Нам кажется более правильным связать долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные цели с решениями, соответственно, стратегического, тактического и оперативного характера.

Часто понятие цели смешивают с понятием целевого показателя и понятием критерия. Мы считаем, что следует ввести четкое разграничение этих понятий. Итак. Под *целью* мы понимаем желаемое состояние объекта управления, которое, в свою очередь, определяется набором переменных характеристик. Не обязательно всех переменных характеристик объекта, а только тех, которые, по мнению ЛПР, определяют состояние объекта управления. Этих характеристик может быть много, может быть мало, а может быть одна-единственная. Сами характеристики, определяющие состояние объекта управления, мы называем *целевыми характеристиками* (или *целевыми показателями*). *Критериями*, как уже указывалось ранее, мы называем требования, которые предъявляются к целевым характеристикам.

Например, целью может быть состояние предприятия, при котором величина прибыли составляет не менее 10 млн рублей в год, а доля рынка не менее 8% в среднем в течение года. Целевыми показателями в этом случае являются величина прибыли и доля рынка. Критериями — ограничение на значение величины прибыли (не менее 10 млн рублей) и ограничение на значение доли рынка (не менее 8%).

Для выявления целей классики теории принятия решений Ральф Кини и Ховард Райфа со ссылкой на Маккриммона¹ предлагают следующие три источника:

1. Изучение соответствующей литературы.
2. Аналитическое изучение.
3. Каузальный эмпиризм.

Изучение соответствующей литературы предполагает поиск любых источников, в которых четко указываются основные цели и критерии. Это самый простой способ определения целей, поскольку он не требует умственного напряжения ЛПР или владельца проблемы, связанного с установкой связей между проблемами и целями.

Аналитическое изучение подразумевает, что цели, необходимые для разработки решения, могут быть найдены в случае построения модели, с помощью которой можно изучить суть ситуации, в которой находится объект управления. Конечно, построение модели связано с большими трудностями, обусловленными квалификацией как ЛПР, так и владельца проблемы. Возможно, что привлечение к работе эксперта в этом случае позволит прояснить ситуацию. Но несмотря на дороговизну и трудоемкость данный метод позволяет отыскивать цели, которые могли быть пропущены или были признаны ЛПР или владельцем проблемы неважными.

Каузальный эмпиризм представляет собой наблюдение за людьми в ситуациях, когда те принимают решения для решения подобных проблем.

Применительно к поиску инновационных решений, да и любых других решений вообще, мы не можем сказать о необходимости придерживаться именно данного подхода к поиску целей. Скорее всего, здесь нужно говорить о некоторой иерархической последовательности действий. Безусловно, если ЛПР или владелец проблемы могут позволить себе создание аналитической модели ситуации, которая

¹MacCrimmon K. R. Improving the system design and evaluation by the use of trade-off information: an application to northeast corridor transportation planning. RM-5877-DOT, The Rand Corporation, Santa-Monica, Cal.

помимо обнаружения целей позволяет также и генерировать решения, то необходимо пользоваться этой возможностью. Действительно, сколько бы много могла заработать фирма на своих инновациях, если бы точно знала, что нужно конечным потребителям и каким образом эти цели можно реализовать. Если же такой возможности не предоставляется, то необходимо, по крайней мере, получить информацию о том, как действовали другие ЛПР в подобных ситуациях. Такой метод очень близок к тому, чтобы его назвать статистическим, поскольку он опирается на механизм метода проб и ошибок. Ну, и, конечно, если у ЛПР или владельца проблемы нет возможностей ни построить аналитическую модель, ни воспользоваться накопленным опытом своих коллег, то проблемы разыскиваются на основании самых доступных источников — публичной литературы.

3.2. Методы анализа системы целей

На сегодняшний день не существует достаточно определенного метода, который бы позволил точно определить цели объекта управления, и нет четких правил, согласно которым ЛПР или владельцы проблемы, или привлеченные ими эксперты и аналитики по отношению к одному и тому же объекту приходили бы к полному единству результатов. В связи с этим замечанием, можно утверждать, что процесс поиска целей вне зависимости от используемого метода, носит творческий характер. Это очень важно, поскольку даже не очень квалифицированное ЛПР сможет составить систему целей не хуже, чем высококвалифицированный эксперт.

3.2.1. Дерево целей

В настоящий момент это самый известный способ определения системы целей объекта управления. Он также носит название графового способа, поскольку дерево представляет собой связный ориентированный граф, вершины которого соответствуют целям, а дуги — направлениям подчинения (или раскрытия содержания целей более высокого уровня).

При построении дерева целей в первую очередь происходит формулирование главной цели (или целей) — которая (которые) называется целью высшего уровня. Затем эта главная цель подвергается декомпозиции на некоторую совокупность частных целей — до тех пор, пока на нижнем уровне не окажутся ясные и простые для понимания ЛПР цели.

Среди подобных структур различают следующие (см. рис. 3.1):

1. Деревья со строго детерминированными уровнями.
2. Деревья со слабо детерминированными уровнями.
3. Деревья с недетерминированными уровнями.

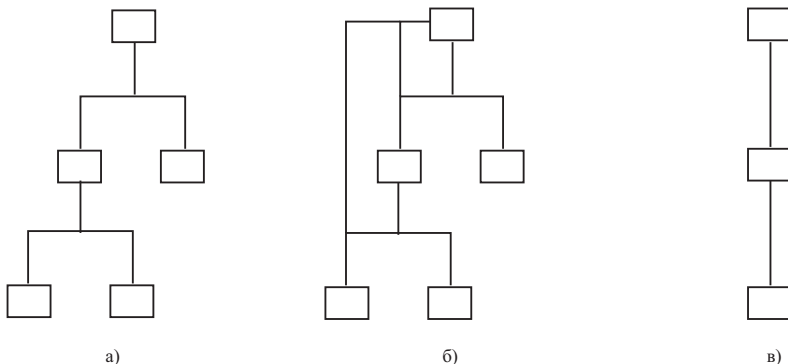


Рис. 3.1. Виды деревьев целей: а) со строго детерминированными целями; б) со слабо детерминированными целями; в) с недетерминированными целями

В деревьях со *строго детерминированными* уровнями каждая цель более низкого уровня подчиняется каждой цели более высокого уровня. Это собственно те деревья, которые строго подходят под определение и которые обычно представляют на картинках, когда изображают деревья целей (или деревья проблем, или деревья решений и т. д.).

В деревьях *со слабо детерминированными* уровнями цель любого уровня может подчиняться цели любого уровня, в связи с чем могут иметь место циклы целей.

В деревьях *с недетерминированными* уровнями одной цели более высокого уровня подчиняется одна цель более низкого уровня.

Подобные графовые структуры используются не только для определения целей, но также и для решения более сложных задач, в том числе задач прогнозирования, выбора альтернатив. Наиболее популярным, на сегодняшний день, методов системного применения дерева (иерархического графа) является *метод аналитической иерархии*, разработанный американским математиком Томасом Саати. В своих исследованиях Саати использовал строго детерминированное дерево для проблемного анализа, целевого анализа, составления прогноза, выбора оптимального решения, а также для составления планов реализации решения. В основе каждого этапа принятия решения применялось дерево — в виде строго детерминированного графа. Особенностью данного дерева была подчиненность каждой вершины более низкого уровня иерархии каждой вершине предыдущего уровня иерархии (см. рис. 3.2). Такая структура позволяла учесть те возможные связи, которые могли быть пропущены ЛПР при декомпозиции целей (а также проблем).

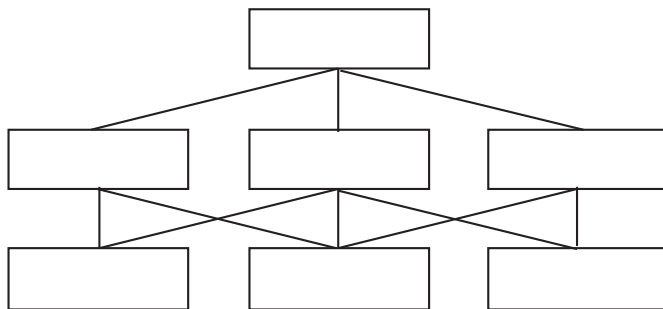


Рис. 3.2. Подвид дерева, используемого в методе аналитической иерархии

Важно отметить, что все вершины одного уровня дерева целей представляют собой целевые характеристики. К этим целевым ха-

рактикостикам при построении дерева могут быть сразу добавлены критерии. Для характеристики состояния объекта можно использовать целевые характеристики любого уровня, на котором не закончилась конкретизация каких-либо целевых характеристик. В принципе, ЛПР может для себя выбрать первоначальный набор целевых характеристик и не строить дерево целей, если ему известно, как можно измерить эти характеристики и какие критерии каждой из них предъявить. Об измерениях характеристик будет рассказано подробно в следующем разделе главы.

3.2.2. Метод ПАТТЕРН

Метод ПАТТЕРН (Planning Assistance Through Technical Relevance Number) широко распространен при решении инновационных задач. Впервые он был предложен и использован в 1961–64 годах для определения “точек” концентрации фундаментальных исследований и прикладных разработок в авиакосмической промышленности США, а позже распространен на другие сферы деятельности, в частности, медицину и электронику.

Метод ПАТТЕРН состоит из двух этапов.

На первом этапе составляются сценарии возможного развития ситуации, в которой оказался объект управления. Результатом является логическая последовательность событий, которая приводит к некоторым прогнозным ситуациям из данной ситуации при определенных действиях со стороны ЛПР. Написание сценария предполагает использование методов ситуационного и нормативного прогнозов.

На втором этапе на основании сценария формируется дерево целей. Дерево, которое формируется в методе ПАТТЕРН, существенно отличается от классического дерева целей. Во-первых, цели не всегда представляют собой желаемые состояния в пространстве ситуаций. В одном из вариантов метода ПАТТЕРН большая часть целей представляла собой ценностные установки, имеющие расплывчатое определение: военное превосходство, научное превосходство и т. п.

В методе ПАТТЕРН, который был реализован при разработке стратегии деятельности Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (NASA),

дерево целей содержало в корне единственную цель — изучение космического пространства. Далее эта цель, если ее можно назвать таковой, подвергалась декомпозиции на 15 задач: изучение Солнца, изучение Земли, изучение Луны и т. д. Задачи делились на области интересов. Дальнейшую декомпозицию в дереве целей можно представить в виде следующей цепочки: области интересов — принципиальные опыты — средства исследования — подсистемы — функциональные подсистемы — конструктивные варианты подсистем — технические задачи. Очевидно, что ни один из уровней иерархии дерева целей, используемого в методе ПАТТЕРН, не содержит цель как таковую. Это связано с тем, что ситуация в отношении как объекта управления, так и внешней среды предполагается сильно изменчивой. В связи с этим обстоятельством четкая постановка целей оказывается невозможной. Указываются лишь задачи, решение которых будет зависеть от динамики целей. Другими словами, технические задачи, находящиеся на нижнем уровне иерархии, являются неполными, поскольку заданы с расплывчатыми целями. Конкретизация целей наступает ближе к моменту решения технических задач. Например, задача повышения надежности ЭВМ первоначально не предполагает наличия конкретной цели. Ближе к моменту окончания решения технической задачи цель может быть конкретизирована с помощью критерия. Например, достижение максимального срока работы до отказа или достижение 100 часов постоянной бесперебойной работы с вероятностью 0,99.

Поскольку метод ПАТТЕРН предполагает использование методов прогнозирования при составлении сценариев возможного развития ситуации, постольку его методология основана на постоянном повторении подготовительного этапа принятия решений, включающего помимо уже рассмотренных написания сценариев и дерева целей также экспертное определение степени относительной важности технических задач и перспектив развития науки и техники с оценкой коэффициентов состояния разработок и сроков их завершения, а также степени взаимной полезности изобретений и открытий.

Особое внимание следует обратить на недостатки метода ПАТТЕРН при формировании целей. Во-первых, громоздкость процедуры формирования и детализации дерева целей, используемая в мето-

де ПАТТЕРН, требует надежных статистических данных и экспертных оценок на этапе отбора целей. Выполнить это требование при большом количестве данных достаточно сложно, поскольку оценка требует использования некоторого набора универсальных требований, которые поддерживают все члены экспертной группы и которым соответствует все статистические оценки. В общем случае невозможно учесть все требования с помощью статистики, поскольку необходимые статистические данные могут попросту отсутствовать. Что же касается привлечения экспертов, то очень сложно подобрать оптимальный состав и количество членов экспертной группы, поскольку с увеличением количества экспертов увеличивается разброс оценок, а с уменьшением количества экспертов — уменьшается надежность их оценок.

Во-вторых, в методе ПАТТЕРН нет логических элементов, которые могли бы обнаружить просчеты и ошибки, а также контролировать работу экспертов при выставлении оценок.

Применение метода ПАТТЕРН наиболее актуально, когда осуществление деятельности организации связано с технологическими трудностями, требующими существенных технологических инноваций. Ну и, конечно же, метод ПАТТЕРН является эффективным механизмом формирования системы целей в динамичной среде, а также в условиях, когда будущее решение представляет собой поэтапное выполнение некоторой последовательности действий, где каждый элемент последовательности заранее неопределен.

3.2.3. Метод морфологического анализа Цвикки

Основанием для создания метода морфологического анализа стала работа философа средневековья Раймунда Луллия (1235 — 1315), в которых он объясняет логический метод, позволяющий исследовать любые стороны бытия на основании различных комбинаций базовых терминов. Данный метод получил название *Ars magna* (“Великое искусство”). В течение почти 6 веков *Ars magna* подвергалось критике за внесение духа механистичности в возможности познания и было не совсем заслуженно отвергнуто в качестве эффективно-го метода исследования. И только в середине 20 века об *Ars magna* вновь заговорили, но уже с позиции эффективного метода, позво-

ляющего усилить интенсивность творческого процесса, а вовсе не заменить его. Метод, придуманный Луллием, был модернизирован и получил название морфологического анализа.

Методология морфологического анализа проблемы была разработана швейцарским астрономом Фрицом Цвикки для генерирования максимально возможного количества решений в ситуациях, которые не подвержены сильным структурным изменениям, связанным с появлением новых элементов. В целом морфологический анализ представляет собой целую систему, включающую выявление проблем, целеполагание, прогнозирование и генерирование решений.

Основным назначением морфологического анализа, по словам самого Цвикки, является структуризация мышления с целью создания новой информации, касающейся таких комбинаций элементов проблемы, которые при несистематической деятельности воображения ускользают от внимания исследователя.

Морфологический анализ решает три типа общих задач, возникающих при исследовании проблемы:

1. Поиск приемов и методов, необходимых для получения информации о данном классе явлений.
2. Поиск полной цепочки следствий, вытекающих из определенной причины.
3. Поиск всех альтернативных в данном классе вариантов решения данной проблемы.

Нужно сказать, что первые две проблемы в рамках анализа системы целей решаются и другими методами, в т. ч. и при составлении дерева целей. Что же касается поиска и рассмотрения всех возможных альтернативных вариантов решения, то данная проблема является ключевой для морфологического анализа, поскольку именно здесь осуществляется систематический перебор всех возможных вариантов решения.

В общем виде морфологический анализ можно представить как последовательное разбиение общей проблемы на отдельные независимые части (как и при использовании дерева решений), для каждой

из которых находится несколько вариантов решения. Общее решение складывается из выбора по одному варианту от решения каждой частной проблемы.

Ф. Цвикки выделил 5 основных этапов метода морфологического анализа:

1. Точная формулировка проблемы.
2. Определение основных характеристик, влияющих на решение проблемы.
3. Оценивание характеристик, генерирование решений.
4. Определение функциональной ценности генерированных решений.
5. Выбор наиболее предпочтительных решений и их реализация.

В таком виде морфологический анализ может рассматриваться в качестве самостоятельной процедуры разработки и принятия управленческого решения. Однако проблему, о которой говорит Цвикки, необходимо рассматривать на каждом этапе управленческого решения как частную задачу, а не как единое для всех этапов глобальное несоответствие текущего состояния системы состоянию желаемому. В более широком понимании, проблемой является постановка цели (системы целей) на этапе анализа целей, выбор характеристик и их оценивание, выбор методов прогнозирования и т. д.

Таким образом, первым этапом метода морфологического анализа в рамках решения проблемы целеполагания, будет общая формулировка того, что представляет собой цель. Другими словами, на первом этапе необходимо еще раз проверить истинность определения цели как желаемого для владельца проблемы состояния объекта управления.

Несмотря на кажущуюся неуместность решения фундаментальных вопросов, к которым относится определение цели в рамках прикладной задачи, строгая формулировка автоматически раскрывает важные характеристики, которые будут использоваться для формулировки цели. Эти характеристики называются *функционально-морфологическими элементами*, без которых цель (в данном случае) не может называться таковой по определению.

На третьем этапе необходимо описать каждую из функционально-морфологических характеристик. Цвикки для каждой характеристики вводит обозначение p_i^j , где i — номер характеристики, j — номер свойства характеристики. Соотношения p_i^j при различных значениях i представляют собой возможные варианты решений (целей). Совокупность всех возможных вариантов решений носит название *морфологического ящика*.

При большом количестве характеристик с целью упрощения восприятия всего множества вариантов решения используется двумерная схема размещения характеристик, называемая *морфологической картой*. Для того, чтобы создать морфологическую карту, необходимо усложнить функционально-морфологические элементы, рассмотрев их сочетания и уменьшив таким образом количество характеристик до двух.

Еще одной формой представления совокупности функционально-морфологических характеристик является *иерархическая морфологическая структура*. Иерархическая морфологическая структура представляет собой дерево целей со строго детерминированными уровнями. Каждому уровню соответствует полный набор свойств одной из характеристик. Причем этот набор свойств повторяется для каждого свойства характеристики, находящейся на предыдущей ступени иерархии. Каждая полная ветвь такого дерева представляет собой отдельную цель, тогда как в общем случае дерева целью были лишь вершины, находящиеся на нижнем уровне иерархии. В таком иерархическом представлении морфологической структуры ветвление дерева не отражает декомпозицию целей.

На четвертом и пятом этапах морфологического анализа проводится определение функциональной ценности целей и выбор наиболее предпочтительных из них. Здесь стоит заметить, что морфологической схеме мышления свойственно убеждение о возможности реализации всех поставленных целей.

В качестве иллюстрации применения метода морфологического анализа к анализу целей приведем механизм выбора целей, принятый в конце 60-х годов 20 века в NASA.

В рамках выявления проблемы и анализа целей на первом этапе морфологического анализа формулируются основные направле-

ния целей.

Далее составляются списки “действий”, “признаков объектов” и “объектов целей”.

После того как эти списки составлены, формируются различные комбинации “действий”, “признаков” и “объектов целей”. Если составленное из такой комбинации предложение является целью, то она включается в список, в противном случае — отбрасывается.

Этот метод очень сильно упрощает работу ЛПР или владельца проблемы, или группы экспертов, занятых формулировкой проблемы, с точки зрения того, что не требует большого творческого напряжения в отличие от составления дерева целей. Таким образом, при его использовании увеличивается эффективность работы ЛПР.

Можно сказать, что метод морфологического анализа очень сильно напоминает дерево, используемое в методе аналитической иерархии Саати. Однако целями в морфологическом анализе являются не вершины, а все возможные цепи вершин от высшего до нижнего уровней иерархии.

Вместе с тем, метод морфологического анализа имеет существенные отличия от дерева целей. Во-первых, дерево целей представляет собой иерархическую структуру целей, проблем, решений, где каждый последующий уровень является декомпозицией предыдущего. Морфологический анализ описывает параллельные структуры.

Во-вторых, если проводить параллель между деревом и морфологической моделью, то функционально-морфологические элементы будут соответствовать основным соединенным разделам дерева целей, а ветви на нижних уровнях каждого такого раздела дерева целей будут компонентами морфологической модели.

Несмотря на то, что не существует единого правила, по которому можно четко определить использование дерева или морфологического анализа, существуют практические рекомендации предпочтительности применения этих моделей. В частности, морфологический анализ рекомендуется использовать для выявления требований, предъявленных к конкретным областям технологий и при этом отвечающих общим требованиям, предъявленных ко всему объекту управления. В случае, если необходимо получить количественные оценки относительной важности различных технологических задач,

то в этом случае следует использовать дерево целей.

По мнению самого Ф. Цвикки, наибольшего инновационного эффекта от метода морфологического анализа следует ожидать в сфере человеческих взаимоотношений, где очень велика роль предрассудков, а деятельность часто приводит к катастрофическим последствиям. Применение морфологического метода имеет особую важность в случае, если постановка цели, или выработка решения осуществляются коллективом. Систематизация мышления на основе морфологического анализа позволит существенно снизить разногласия между отдельными ЛПР, поскольку уменьшится вероятность дискуссий, возникающей при хаотическом генерировании целей и вариантов решений. Для того чтобы ликвидировать нежелательную конкуренцию между членами коллектива, каждого из них можно сделать ответственным за исследование свойств отдельного морфологически-функционального элемента.

Недостатком дерева целей и морфологического анализа является их статичность. Невозможно использовать эти методы в случае изменяющейся во времени конфигурации объектов управления, внешней среды, т. е. при появлении новых морфологически-функциональных элементов. В этом случае при отборе целей целесообразно воспользоваться другими методами, способными учитывать эти изменения. Например, методом ПАТТЕРН, рассмотренным ранее.

3.3. Отбор целей

После того как были генерированы основные цели, которые должны быть достигнуты для устранения проблем, стоящих перед организацией, необходимо произвести их селекцию. Отбор целей является в принципе необходимой операцией, особенно это касается методов, предусматривающих построение деревьев, поскольку тщательная детализация каждой цели может привести ЛПР к ситуации, когда объем информации превзойдет его аналитические возможности.

3.3.1. Соответствие требованиям

Самый простой способ провести отбор целей — выяснить, какие из них не соответствуют основным требованиям, которые предъявляются к целям. К числу таких требований относятся:

1. Полнота (комплексность). Цель должна включать в себя все аспекты проблемной ситуации.
2. Действенность. Цель должна быть понятной участникам процесса принятия решения, в первую очередь, владельцу проблемы. Степень действенности зависит от степени декомпозиции целей. Цели, находящиеся на более низком уровне дерева, являются более понятными.
3. Приемлемость. Цели должны быть приемлемыми для всех членов организации, а также для всех, кто не является членом организации, но кому придется обеспечивать достижение поставленной цели.
4. Незбыточность. Цели должны быть определены таким образом, чтобы одна не включала другую. Кроме того, одна из целей не должна быть условием для реализации другой цели.
5. Согласованность. Цели не должны противоречить друг другу.
6. Достижимость. Достижение цели должно обеспечиваться соответствующими административными, человеческими, финансовыми, материальными ресурсами.
7. Гибкость. Цель должна быть сформулирована таким образом, чтобы оставалась возможность ее корректировки.
8. Минимальная размерность. Количество целей, несмотря на необходимую конкретизацию, должно быть минимальным, чтобы обеспечить наибольшую эффективность разработки и реализации решения, поскольку эффективность реализации находится в обратной зависимости от количества поставленных целей.

По сути высказанные требования являются правилами отвержения. Если цель не соответствует хотя бы одному из перечисленных требований, то она отсеивается.

3.3.2. Тест на “важность”

Достаточно простой способ селекции целей предложил американский исследователь Х. Эллис для анализа целей при разработке решений, позволяющих решить проблему загрязнения атмосферы. Выступая в качестве аналитика в процессе разработки и принятия решения, он предлагал ЛПР ответить на вопрос, считает ли он, что наилучший курс действий сможет измениться, если данная цель не будет включена в список. Если ЛПР давал утвердительный ответ, то цель включалась в список, отрицательный — не включалась. Если в процессе процедуры опроса либо по окончании ее у ЛПР менялись представления в отношении своих высказываний, то процедура повторялась. Цели, которые были исключены первоначально ЛПР, возвращались в список, а в отношении целей, которые вошли в список на первом этапе, вновь проводилась процедура опроса.

3.3.3. Замещение целей

Если в отношении какой-либо цели невозможно установить критерий либо цель не является измеримой из-за отсутствия необходимых источников информации либо доступа к ним, то в отношении таких целей выполняется операция замещения. Другими словами, данные цели замещаются другими, которые, по мнению ЛПР, владельца проблемы или экспертов, связаны достаточно жесткой функциональной зависимостью с теми целями, в отношении которых возникли трудности с измерениями или критериями. В связи с этим, цели, которые могли быть отвергнуты из-за несоответствия принципу неизбыточности, вновь могут быть возвращены в список.

Производительность технологии вычислять через отношение объема проданной продукции за единицу времени или через себестоимость затрат в единицу времени было бы не совсем правильным, поскольку цены как на готовую продукцию, так и на ресурсы, из ко-

торых эта продукция изготавливается, сильно зависят от состояния рынка. В связи с этим обстоятельством показатель производительности технологий можно было бы заменить соотношением рабочего времени, которое отводится работником на выполнение элементарной операции до и после внедрения технологии. Если это значение будет больше единицы, то можно говорить о том, что технология является эффективной. Если элементарных операций много, то на основании пооперационных показателей может быть рассчитано среднее взвешенное значение. Подробнее об этом будет рассказано в разделе, касающемся агрегирования целей.

3.3.4. Агрегирование целей

Еще одним приемом селекции целей является их объединение в сложные целевые показатели, отражающие свойства всех входящих в него компонентов. Помимо селекции целей агрегирование может быть применено также для реализации механизмов многокритериального выбора на этапе принятия и реализации решения.

Приведем некоторые способы агрегирования целевых характеристик:

1. *Дробный агрегат:*

$$Z = \frac{Z_1}{Z_2},$$

где величине Z соответствует обобщенное значение целевой характеристики, а величинам Z_1 и Z_2 — частные значения целевых характеристик, из которых желательным для объекта управления является увеличение значения характеристики Z_1 и уменьшение Z_2 . Например, эффективность освоения инновационной технологии как агрегированный показатель может заменить такие частные показатели, как количество освоенных технологических инноваций и время освоения технологических инноваций.

2. *Мультипликативный агрегат:*

$$Z = Z_1^{k_1} \cdot Z_2^{k_2},$$

где k_1 и k_2 — весовые коэффициенты, определяющие степень влияния целевых характеристик. В случае, если определить весовые коэффициенты не представляется возможным, каждый из них принимается равным 1. Используется в случае, если обе частных характеристики целей Z_1 и Z_2 имеют одинаковую (положительную или отрицательную) направленность действия на состояние объекта управления. Например, влияние изменения квалификации (k_1) и численности сотрудников (Z_1) и изменения состава (k_2) и объема (Z_2) затраченных ресурсов в связи с производством инновационной продукции могут быть заменены одним целевым показателем — объемом произведенной инновационной продукции (Z).

3. *Аддитивный агрегат:*

$$Z = k_1 \cdot Z_1 + k_2 \cdot Z_2 .$$

Используется, если обе частных характеристики выражены в одинаковых единицах измерения, как правило безразмерных. Его использование удобно тем, что позволяет использовать безгранично большое количество целевых показателей, группированных любым способом. Сложности использования заключаются в определении значений весовых коэффициентов k , общая методология которых будет рассмотрена в следующем разделе “Анализ системы ценностей”.

Глава 4

Анализ системы ценностей

4.1. Определение системы ценностей

Согласно принципам системного подхода, целесообразность системы может проявляться в двух аспектах: ценностном и целевом. Целевое проявление целесообразности системы связано со стремлением системы, включающей объект управления, ЛПР и других участников процесса разработки и принятия решения, к достижению определенного заданного состояния или в заданном направлении. Этот аспект проявления был подробно рассмотрен в предыдущей главе.

Ценностное проявление связано с подчинением поведения системы определенным ценностным принципам.

Ценностью, с точки зрения системного подхода, называется свойство системы, связанное с энергетическим аспектом материи и заключающееся в способности оказывать влияние на внешнюю и внутреннюю ситуации. Такое расплывчатое определение трудно для восприятия, а потому для его уточнения приведем примеры ценностей. К таковым относятся масса, стоимость, энергия, качество и т. д. Можно сказать, с некоторой оговоркой, что это те характеристики,

которыми описывается состояние любых объектов, в т. ч. и объекта управления. Но поскольку система в теории принятия решений — это более широкое понятие, чем просто объект управления, и включает в себя помимо объекта управления также всех участников процесса принятия решения, постольку систему ценностей процесса разработки и принятия решений мы будем рассматривать именно с учетом всех элементов системы и возможных связей между ними.

Восприятие ценности любым участником процесса разработки и принятия решения происходит на основании внешнего проявления этой ценности. Однако отождествлять ценность с ее внешним проявлением не стоит, поскольку в зависимости от того состояния, в котором находится система, количественное значение ценности и ее состав (если эта ценность имеет сложную структуру) зависит от ситуации, а ситуация определяется не только тем набором переменных признаков, которые присущи самому объекту управления, но и тем признакам, которые определяют положение системы относительно внешнего окружения.

Например, известно, что интенсивность потока изобретений в регионе в соответствии с положениями современной теории экономического роста зависит от численности населения. В свою очередь состояние экономики зависит от технологического уровня производственной системы, который напрямую зависит от интенсивности потока изобретений. Население Индии в несколько раз превышает численность населения Чехии (по данным переписи численность населения Индии составляет 1193 млн, а Чехии менее 11 млн человек), однако состояние экономики маленькой европейской страны существенно превышает состояние экономики (ВВП на душу населения в 2008 году по данным Всемирного банка в Чехии составило более 23 тысяч долларов США, а в Индии менее 3 тысяч). Величина ВВП на душу представляет всего лишь внешнее проявление ценности — численности населения, которое зависит от положения системы в отношении с другими государствами. Чехия находится в центре Европы и имеет достаточно развитую сеть коммуникаций, которые позволяют осуществлять более интенсивный информационный обмен между участниками процесса принятия решения при малом количестве ценностей. Кроме того, ЛПР, определяющие направления развития

мировой политики, в большей степени представляют интересы маленького европейского государства, чем крупной азиатской державы.

Кроме внешнего окружения на искажение информационного проявления ценностей может оказывать и сама система, поскольку “приобретение каких-либо ценностей системой означает их превращение во внутренние ценности этой системы, в результате чего могут происходить определенные изменения (деформации) оценок”. В качестве примера можно привести известный закон восприятия ценности денег, открытый Даниилом Бернулли в его знаменитом Петербургском эксперименте, когда рост дохода (ценности) приводит к непропорциональному увеличению полезности. Другими словами, связь между ценностью и полезностью вовсе не обязательно может быть линейной.

Кроме того, положительное значение ценности может давать отрицательную полезность. Это может определяться связью между ценностями.

Например, подразделение фирмы, занимающееся разработкой опытных промышленных образцов, персонал которого состоял только из инженеров, было “усилено” несколькими экономистами с целью увеличения объема производства. В итоге, несмотря на ожидания, интенсивность выпуска продукции подразделения снизилась. Причиной стало увеличение информационного потока при непонимании действий специалистов разных специальностей. Фактически инженеры и экономисты, обладая различными представлениями о целях и ценностях работы, не могли найти общий язык.

Образ ценностного проявления системы, в том числе и системы разработки и принятия решения в отношении некоторого объекта управления, называется *системой ценностей*. Общую структуру системы ценностей можно представить в виде следующей схемы (см. рис. 4.1).

Механизмы отображения в совокупности с системами координат в пространствах ценностей выполняют функцию измерения полезностей, которые являются выражением соответствующих ценностей структурного образования. Раскрытие же потенциальной ценности,

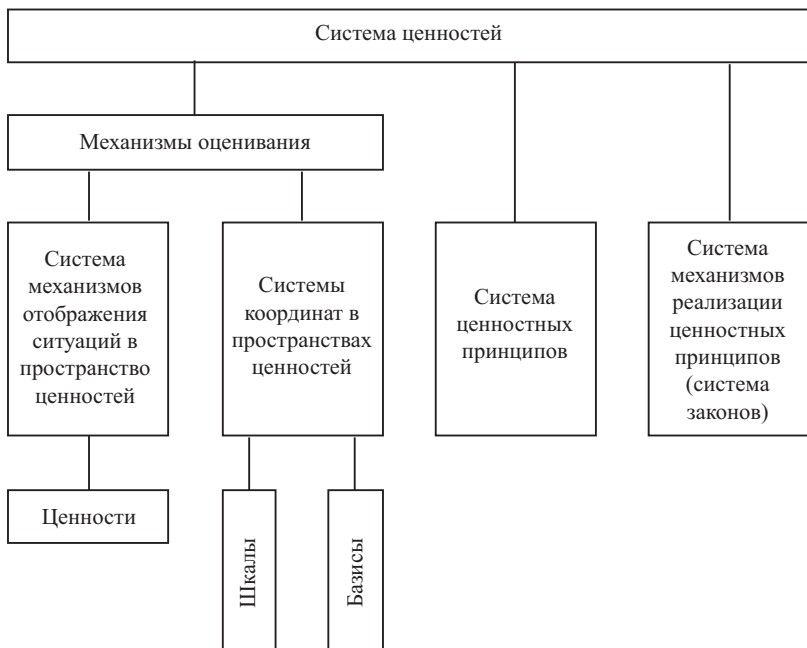


Рис. 4.1. Общая функциональная структура системы ценностей

содержащейся в структурном образовании, происходит только в том случае, если система, оценивая это структурное образование, способна к восприятию данной ценности. Сами полезности, т. е. характеристики, при помощи которых ЛПР определяет состояние объекта управления, являются продуктом производства того же ЛПР в соответствии с тем языком описания систем, которым он владеет, и тем потенциальным набором ценностей, которые содержатся в его системе знаний. Другими словами, ни ЛПР, ни владелец, ни эксперты и аналитики, ни, тем более, члены активной группы — ни один из участников процесса принятия решения не в состоянии до конца познать состав и содержание тех ценностей, которыми обладает система, частью которой они являются. Каждый из них в меру своих знаний может лишь отразить появление этих ценностей в виде

характеристик. При этом наборы характеристик могут отличаться друг от друга в зависимости от того, насколько сильно развита система знаний участника процесса принятия решения.

Несовпадение систем знаний можно объяснить, возвращаясь назад, и необходимость достаточно подробной иерархии целей, которая предусматривается ценностным анализом не только для упорядочения собственных представлений об объекте управления, но и для доказательства собственной правоты в вопросах формулирования направлений разработки и реализации процесса принятия решения.

Система координат, которая вместе с механизмами отображения ситуаций в пространство ценностей формирует механизмы оценивания, вполне определяется базисом, который фиксирует ее положение в пространстве ценностей, а также шкалами, определяющими уровень измеримости переменных характеристик по каждой из осей координат.

Базис системы координат вполне определяется ценностными идеалами системы — носителя этого базиса. Идеалы задают некоторые стационарные точки в пространстве ценностей, что позволяет системе ценностей зафиксировать свой базис в пространстве ценностей, определить в нем ориентиры. Наличие базиса делает поведение системы предсказуемым, дает основание для определения ценностных принципов, которым следует система. Установив базис, можно сказать, в каком направлении величина переменной характеристики увеличивается, в каком уменьшается, где ее начало отсчета.

Шкалы позволяют определить оценку пространственно-временного положения и ценности структурного образования в форме соответствия величин характеристик (полезностей) числовым и нечисловым значениям.

Шкала определяется как кортеж:

$$\mathfrak{S} = \langle \Sigma_e, \Sigma_n, f \rangle, \quad (4.1)$$

где Σ_e — эмпирическая система элементов с существующим на их множестве отношением;

Σ_n — полная числовая система с отношениями;

f — изоморфизм (или гомоморфизм).

Под *кортежем* понимается последовательность конечного числа элементов.

Переменная в числовой форме представляется в виде понятия *система с отношениями*. Система с отношениями является кортежем:

$$\Sigma = \langle A, R_1, \dots, R_n \rangle, \quad (4.2)$$

где A — некоторое непустое множество-область системы с отношениями;

R_i — m -местные отношения в A ($m \geq 2$).

Типом системы с отношениями Σ называется кортеж:

$$S = \langle m_1, \dots, m_n \rangle, \quad (4.3)$$

если для каждого $i = (1, n)$ системы Σ отношение R_i является m -местным. Системы с отношениями одного типа называются подобными.

Системы с отношениями одного типа Σ_1 и Σ_2 называются *изоморфными*, если существует такое взаимоднозначное отображение f , отображающее область A_1 системы с отношениями Σ_1 в область A_2 системы с отношениями Σ_2 , что для каждого $i = \overline{1, n}$ и каждой последовательности элементов множества $A_1 - \langle a_1, a_2, \dots, a_{m_i} \rangle$ отношение $R_i^{(1)}(a_1, a_2, \dots, a_{m_i})$ имеет место тогда и только тогда, когда имеется отношение $R_i^{(2)}(f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_{m_i}))$. Иными словами, если системы с отношениями изоморфны, то они имеют одинаковую структуру.

Гомоморфизм — это отображение алгебраической системы, сохраняющее основные отношения и основные операции. *Изоморфизм* — взаимоднозначный гомоморфизм.

Различают следующие типы шкал в порядке увеличения эффективности их использования:

1. Шкала наименований.
2. Шкала порядков.
3. Шкала интервалов.
4. Шкала разностей.
5. Шкала отношений.

Если размерность эмпирической системы Σ_e определяется лишь аксиомами тождества:

- $a = a$ (свойство рефлексивности);
- либо $(a = b)$, либо $(a \neq b)$ (свойство тождественности и различия);
- $(a = b) \rightarrow (b = a)$;
- $[(a = b) \wedge (b = c) \rightarrow (a = c)]$ (свойство транзитивности),

то соответствующая шкала называется *шкалой наименований*. По сути эта шкала лишь предполагает присвоение значениям наименований. Например, шкала наименований позволяет идентифицировать стратегию инноваций. Стратегия инноваций может быть: наступательной, защитной, промежуточной, поглощающей, имитационной, разбойничьей. В соответствии с аксиомами тождества можно лишь говорить о том, что данная стратегия принадлежит какой-либо из перечисленных, но нельзя сказать, что стратегия является хорошей или плохой. В пределах шкал наименований оценка ценностей невозможна.

Если размерность эмпирической системы соответствует помимо аксиом тождества *аксиомам порядка*:

- $(a > b) \rightarrow (b < a)$,
 $(a \geq b) \rightarrow (b \leq a)$ (свойство антисимметричности);
- $[(a > b) \wedge (b > c)] \rightarrow (a > c)$,
 $[(a \geq b) \wedge (b \geq c)] \rightarrow (a \geq c)$ (свойство транзитивности),

то такая шкала называется, соответственно, *порядковой шкалой*. В отличие от шкалы наименований, порядковая шкала позволяет не только присвоить наименования значениям, но и определить, какое из значений является большим, какое — меньшим.

Нужно сказать, что измерения, проводимые людьми без использования специальных приборов или эталонов, с целью определения системы предпочтений между отдельными значениями одного и того же объекта, основаны именно на порядковых шкалах. Например,

можно говорить о “сильных”, “существенных”, “незначительных”, “едва заметных” изменениях рынка, которые были вызваны появлением инновационного продукта, производимого фирмой. Все перечисленные оценки изменения рынка носят качественный характер и позволяют лишь говорить о степени изменения, а не о каком-то конкретном значении. Более того, разности между этими значениями также остаются неопределенными. Если, предположим, “сильное изменение” больше, чем “существенное”, а “существенное” больше, чем “незначительное”, то мы можем лишь сделать вывод о том, что “сильное” изменение больше, чем “незначительное”. Но мы не можем говорить о том, насколько “сильное” изменение больше, чем “существенное”, а “существенное” изменение лучше, чем “незначительное”. И уж тем более ничего не можем сказать по поводу того, где больше разница: между “сильным” и “существенным” изменениями или между “существенным” и “незначительным” и будут ли подряд два изменения “существенное” и “незначительное”, происходящие в течение, соответственно, 1-го и 2-го года распространения инновации, эквивалентными или даже более предпочтительными, чем “сильное” изменение за 2 года.

Если для эмпирической системы выполняются вдобавок к аксиомам тождества и порядка еще и *аксиомы аддитивности*:

- $[(a = p) \wedge (b > 0)] \rightarrow [(a + b) > p]$;
- $[(a = p) \wedge (b = q)] \rightarrow [(a + b) = (p + q)]$;
- $(a + b) = (b + a)$ (свойство симметричности);
- $[(a + b) + c] = [a + (b + c)]$ (свойство ассоциативности),

то соответствующая этой эмпирической системе шкала называется *шкалой интервалов*.

Типичной шкалой интервалов является шкала температур.

Для шкалы интервалов допускается преобразование вида:

$$y = ax + b, \quad (a > 0, \quad b \neq 0). \quad (4.4)$$

Данное преобразование предполагает перенос системы координат и пропорциональное изменение значения.

В частных случаях, когда $a = 0$, $b \neq 0$, шкала интервалов превращается в *шкалу разностей*, а когда $a > 0$, $b = 0$ — в *шкалу отношений*.

По шкале отношений измеряются масса, длина, время, стоимость и т. д. В отличие от шкалы интервалов шкала отношений не требует установки начала отсчета, а потому обращение с ней для ЛПР и других участников процесса принятия решения является более эффективным.

Первые два типа шкал: наименований и порядковая — относятся к *качественным*, другие три: шкалы интервалов, разностей и отношений — к *количественным*.

Дополнительно среди качественных шкал выделяют также *вербально-числовые*, чьей отличительной особенностью является числовое измерение субъективного восприятия степени интенсивности свойства. К шкалам такого типа относятся, например, шкала Харрингтона, шкала оценки вероятности свершения события, шкала оценки важности событий, оценки желательности события и др. К вербально-числовым шкалам относятся также шкалы учебных оценок: 5 — “отлично”, 4 — “хорошо”, 3 — “удовлетворительно” и т. д. К этому типу можно также отнести шкалу магнитуды землетрясений Рихтера, шкалу силы ветра Бофорта, шкалу интенсивности землетрясений Медведева–Шпонхойера–Карника, качественную оценку тесноты связи между переменными характеристиками, выраженную через коэффициент линейной корреляции и некоторые другие.

Преимуществом вербально-числовых шкал является простота перевода суждений людей в числовой формат. Несмотря на то, что вербальным значениям придается числовое значение, выполнять действия сложения, вычитания, умножения и деления с полученными числовыми значениями не считается правильным, поскольку вербально-числовые шкалы не соответствуют аксиомам порядка. Действительно, если $2 + 2 = 4$, то из этого должно следовать, что получение подряд двух оценок “неудовлетворительно” эквивалентно получению одной оценки “хорошо”, что не является правдой.

Среди количественных шкал выделяют также *абсолютные шкалы*. Например, по этой шкале можно рассчитать количество рабочих по штату и фактически, выраженное в количестве человек. Резуль-

тат подобного измерения определяется однозначно и является единственным.

В идеале, наилучшим вариантом будет использование количественных шкал для оценивания характеристик, поскольку работа с цифрами упрощает выбор оптимального решения. Однако в системах, в которых активное участие в оценке принимает человек, а эталоны сравнения отсутствуют, максимум, чем можно будет довольствоваться, так это шкалами вербально-числового характера. Но и в этом случае, даже если необходимая вербально-числовая шкала будет подобрана, она будет эффективна только при условии, что оценку будет проводить один человек, поскольку качественные оценки у каждого человека будут свои собственные, да и сама шкала по иерархии вербальных значений может не соответствовать системе ценностей ее пользователя. В связи с этим возникает необходимость общего подхода к переводу шкал качественного уровня в количественные.

4.2. Методы получения количественных оценок

Рассматривать методы оценивания качественных характеристик мы будем по принципу от простых к сложным. Начнем рассмотрение с непосредственного количественного оценивания, наиболее приближенного к известной шкале школьных отметок, и завершим методом аналитической иерархии, как наиболее популярным в инновационном менеджменте.

4.2.1. Непосредственное количественное оценивание

Как правило, эта операция достается экспертам, как наиболее информированным о проблемах участникам процесса принятия решения. Непосредственное количественное оценивание (НКО) используется в двух случаях: когда необходимо сделать абсолютную оценку показателя (например, указать величину расходов, связанных с за-

меной поставщика некоторого узла, к производимому на предприятии агрегату) либо указать отношение, во сколько примерно раз один показатель больше или меньше другого. В таких случаях эксперты указывают точную оценку, если пытаются определить долювую характеристику, выраженную в процентах. Например, уровень рентабельности продаж как отношение прибыли до уплаты налога на прибыль к величине выручки от реализации.

Подобным образом человек действует, если пытается дать количественную оценку вероятности наступления события. А таковые могут потребоваться, например, для оценки риска наступления событий, которые от воли человека не зависят, но которые могут определить стратегию дальнейшего развития организации.

Но, как известно, “люди плохо дают количественные вероятностные оценки”. Поэтому если обратить внимание на публикации в СМИ, где указывается мнение экспертов (авторитетов от науки, бизнеса, политики), то в большинстве материалов точных или интервальных числовых оценок вероятностей или долевых оценок (в т. ч. выраженных в процентах) нет. Эксперты, как правило (если указывается имя эксперта или название организации), ограничиваются только качественными категориями оценок: повысится-понижится, существенно-несущественно, слабо-сильно и т. д. Точные или интервальные числовые оценки публично даются лишь в неопределенно-личной форме: “по слухам...”, “говорят...”, “ожидается...” и т. д. Либо для точной оценки выбираются “люди с улицы” — действительно случайные люди, которые, скорее всего, не являются экспертами в данной области знания, а потому не несут никакой ответственности за свои высказывания, в том числе и за количественные оценки. Кстати, подобные публикации очень часто используются для намеренного распространения дезинформации с различными целями: не допустить конкурентов с инновационной продукцией на рынок, создать благоприятное мнение потребителей о новом товаре, привлечь внимание инвесторов к участию в совместном проекте.

4.2.2. Метод средней точки

Для создания количественной шкалы по этому методу потребуются качественные порядковые оценки переменной характеристики,

а также интервал числовых значений, которые задает сам ЛПР. Ну, например, ЛПР выбрал шкалу от 0 до 100. Обозначим порядковые значения буквами x_1 , x_2 и т. д., а присваиваемые им числовые значения — $f(x_1)$, $f(x_2)$, ...

Далее из множества порядковых значений выбирается наибольшее и наименьшее. Назовем их, соответственно, x_1 и x_2 . Наибольшему присваивается максимальное количественное значение, наименьшему — минимальное, т. е. $f(x_1) = 100$, $f(x_2) = 0$.

Далее выбирается порядковое значение x_3 , которое находится между наибольшим и наименьшим значениями. Ему присваивается значение, которое находится ровно посередине между наибольшим и наименьшим, т. е. $f(x_3) = 50$.

Далее выбирается следующее порядковое значение x_4 . Если оно окажется посередине между значениями x_2 и x_3 , то ему и присваивается значение посередине между $f(x_2) = 0$ и $f(x_3) = 50$, т. е. $f(x_4) = 25$ (см. рис. 4.2а), если же оно находится между значениями x_3 и x_1 , то ему присваивается значение между 50 и 100, т. е. $f(x_4) = 75$ (см. рис. 4.2б).

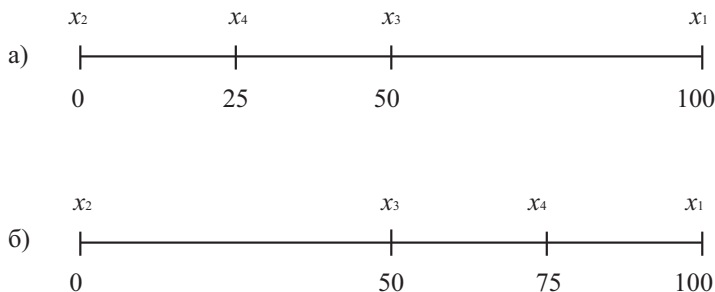


Рис. 4.2. Присвоение порядковым переменным числовых значений методом средней точки

У рассмотренного метода есть достаточно весомый недостаток. А именно когда начинают присваиваться количественные значения порядковым величинам, которые находятся между максимальным и минимальным значениями, то с увеличением количества этих значений велика вероятность того, что их размещение на числовой шка-

ле будет неравномерным, т. е. расстояния между значениями будут неодинаковыми. Действительно, если, например, все значения, начиная с x_4 , окажутся в интервале между x_2 и x_3 , тогда в стобалльной шкале за значением $f(x_3) = 50$ сразу же будет следовать значение $f(x_1) = 100$.

Процедура присвоения количественных значений порядковым сильно упростится, если заранее все порядковые значения будут проанжированы от наименьшего к наибольшему.

Если в процессе разработки и принятия решения появятся новые значения, то ни могут быть добавлены в шкалу без изменения количественных соответствий других значений.

4.2.3. Метод SMART

Системы SMART — совокупность эвристических правил, которые используются в целевом управлении объектами. Аббревиатура SMART обозначает основные свойства целей, устанавливаемых ЛПР:

1. S — Specific. Цель должна быть конкретной.
2. M — Measurable. Цель должна быть измеримой.
3. A — Achievable. Цель должна быть достижимой.
4. R — Realistic. Цель должна быть реалистичной.
5. T — Time-bound. Цель должна быть ограниченной по срокам.

Авторство метода SMART приписывают одному из классиков теории менеджмента Питеру Друкеру.

В рамках данного метода предлагается следующая эвристическая процедура количественной оценки значений характеристик.

1. Все ранговые значения упорядочиваются от наибольшего до наименьшего (или наоборот, что по смыслу то же самое).
2. Наибольшему значению присваивается максимальная оценка (например 100), наименьшему минимальная (например 0). Остальным порядковым значениям присваиваются количественные эквиваленты в интервале от 0 до 100 в зависимости от близости к минимальному или максимальному значениям.

3. Далее оценки нормируются, т. е. количественное значение каждой оценки делится на сумму значений всех оценок.

Пример 2. ЛПР были представлены следующие порядковые значения доходности инновационных проектов:

- Очень высокая доходность.
- Высокая.
- Средняя.
- Низкая.
- Очень низкая.
- Проект убыточный.

Присвоим порядковому значению “очень высокая доходность” количественное значение, равное 100, а значению “проект убыточный” — значение 0. Остальным порядковым значениям присваиваем количественные характеристики в произвольном порядке (на этот счет нет никаких строгих правил). Предположим, что для присвоения количественных эквивалентов оставшимся порядковым значениям мы воспользовались правилом средней точки, получив в результате оценки, представленные в табл. 4.1.

Затем рассчитаем сумму количественных эквивалентов (она будет равна 263) и нормируем количественные значения, разделив каждое из них на сумму 263. Полученная шкала нормированных значений может быть использована не только для оценки значения внутри одной характеристики, но и для сравнения значений различных характеристик друг с другом. Например, таким же образом можно оценить риск и сравнивать решения по характеристике доходности и по характеристике риска.

Соотношение между порядковыми и количественными значениями доходности инновационных проектов, рассчитанных по методу SMART

Доходность (порядковое значение)	Доходность (количественное значение)	Нормированное количественное значение
Очень высокая	100	0,38
Высокая	75	0,29
Средняя	50	0,19
Низкая	25	0,09
Очень низкая	13	0,05
Проект убыточный	0	0
Сумма	263	1

Модификации метода SMART предполагают некоторые уточнения к процессу присвоения порядковым значениям количественных эквивалентов. В одной из таких модификаций предлагается установить лишь минимальное значение, а все остальные получить после того, как будет определено превосходство значений. При этом, как это часто бывает в эвристических методах, количественное соотношение превосходства задается заранее. Другими словами, данная модификация представляет шкалу в виде элементов геометрической прогрессии с заданными первым элементом последовательности — $b_1 \neq 0$ и знаменателем $q > 1$.

Рассмотрим на примере 2, каким образом порядковым значениям будут присвоены количественные значения.

Пример 3. Пусть $b_1 = 1$ и $q = 2$. Тогда порядковому значению “убыточный” будет присвоено значение 1, значению “очень низкая” — 2, “низкая” — 4 и т. д. После этого полученные количественные значения вновь нормируются (см. табл. 4.2).

Соотношение между порядковыми и количественными значениями доходности инновационных проектов, рассчитанных по модификации метода SMART

Доходность (порядковое значение)	Доходность (количественное значение)	Нормированное количественное значение
Очень высокая	32	0,51
Высокая	16	0,25
Средняя	8	0,13
Низкая	4	0,06
Очень низкая	2	0,03
Проект убыточный	1	0,02
Сумма	63	1

4.2.4. Метод Черчмена–Акофа

Эвристическая процедура присвоения количественных эквивалентов порядковым значениям, предложенная классиками теории принятия решений (ТПР), строится на все том же упорядочении альтернатив, которым на основании одного из рассмотренных ранее методов присваиваются количественные значения.

Затем проводится процедура согласования значений. Она довольно проста. Обычно для этой процедуры ЛПР выбирает других участников: владельца проблемы, экспертов, членов активной группы — и задает им вопрос о возможном превосходстве значений по отношению друг к другу. Обычно сравнивается наибольшее порядковое значение со всеми остальными. Вопрос обычно формулируется следующим образом: “Что бы Вы выбрали, одну альтернативу, имеющую наивысшее значение характеристики, либо несколько альтернатив, значения той же самой характеристики которых имели бы более низкие количественные эквиваленты?” В случае утвердительного или

отрицательного ответа проводится проверка на его соответствие количественным значениям. Если соотношение количественной оценки наибольшего порядкового значения и суммы количественных оценок других значений не подтверждается ответами в отношении порядковых значений, то количественные оценки корректируются.

Продолжим пример 3. Предположим, что оценки доходности инновационного проекта были установлены с использованием модифицированного метода SMART (см. табл. 4.2). Проведем процедуру согласования значений. Для этого введем предположение о том, что на рассмотрение участников предлагается 6 инновационных проектов, назовем их условно A, B, C, D, E, F , каждый из которых имеет свою отличную от других проектов оценку доходности: проект A — очень высокую, проект B — высокую и т. д.

На первом этапе зададим экспертам вопрос: “Что бы они предпочли реализовать на предприятии: только один инновационный проект с очень высокой доходностью (проект A) или четыре других проекта (B, C, D, E), соответственно с высокой, средней, низкой, очень низкой доходностями плюс один убыточный проект — F ?” Предположим, что эксперты заявили о том, что лучше реализовать пять проектов, пусть и не таких доходных, как первый. Следовательно, количественная оценка первого проекта должна быть меньше, чем сумма количественных оценок других пяти проектов:

$$\frac{A}{32} \prec \frac{B}{16} + \frac{C}{8} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

Однако предпочтение, высказанное экспертами, не подтверждается количественными оценками: $32 > 16 + 8 + 4 + 2 + 1$, в связи с чем возникает необходимость корректировки оценок. Рекомендуются корректировку делать в сторону уменьшения, однако в самом методе не указывается, каким образом и на какую величину необходимо сделать корректировку. Поскольку реализация первого проекта является менее предпочтительной, уменьшим его количественную оценку, например до 24 (в два раза уменьшим разность между количественными оценками порядковых значений “очень высокая” и “высокая” доходности). Теперь оценку первого порядкового значения можно считать скорректированной (хотя и не окончательно).

На втором этапе задаем экспертам тот же вопрос, только в отношении оставшихся пяти альтернатив: “Что является более предпочтительным: реализация инновационного проекта B с высокой доходностью или реализация четырех проектов (C, D, E, F) ?” Предположим, что в этот раз эксперты заявили о том, что более предпочтительной является реализация проекта B . Проверим согласованность этого заявления экспертов со значениями количественных оценок:

$$\frac{B}{16} \succ \frac{C}{8} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

Подсчет количественных значений показывает, что вывод экспертов согласован ($16 > 15$). Следовательно, корректировка количественных значений не требуется.

Далее предлагаем экспертам сделать подобный выбор, только в отношении оставшихся четырех альтернатив: “Что является более предпочтительным: реализация одного инновационного проекта со “средней” доходностью (проекта C) или реализация 3-х инновационных проектов (D, E, F) с, соответственно, “низкой”, “очень низкой” доходностью и “убыточного проекта?” Предположим, что в этот раз эксперты высказались в пользу трех проектов (D, E, F) :

$$\frac{C}{8} \prec \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1},$$

а количественные оценки не соответствуют их выводу ($8 > 4 + 2 + 1$). Следовательно, необходимо провести корректировку оценок, но таким образом, чтобы это не отразилось на уже скорректированных и принятых оценках других проектов, которые уже исключены из рассмотрения (A и B).

Увеличивать количественные оценки значений “низкая”, “очень низкая” и “убыточный проект” не следует, поскольку это приведет к противоречию, высказанному экспертами в отношении превосходства значения “высокая” по отношению к остальным значениям. Поэтому более правильным будет решение уменьшить количественную оценку порядкового значения “средняя” доходность, а затем провести проверку соответствия этих значений первому выводу, сделанному в отношении значения “очень высокая” доходность (проект A).

Уменьшим количественную оценку порядкового значения “средняя” доходность до 6. Тогда получим соответствие порядковых и количественных значений для соотношения проектов C, D, E, F :

$$C \prec D + \frac{E}{2} + \frac{F}{1},$$

без нарушения соответствия количественных и порядковых значений по всем шести проектам:

$$\frac{A}{24} \prec \frac{B}{16} + \frac{C}{6} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1},$$

$$\frac{B}{16} \succ \frac{C}{6} + \frac{D}{4} + \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

Далее следует последняя проверка соответствия количественных и порядковых значений. Экспертам задается вопрос: “Что является более предпочтительным: реализация инновационного проекта D с “низкой” доходностью или реализация двух проектов: E с “очень низкой” доходностью и “убыточного проекта” F . Предположим, что эксперты заявили о предпочтении проекта D , что соответствует количественным оценкам проектов:

$$\frac{D}{4} \succ \frac{E}{2} + \frac{F}{1}.$$

На этом процедура согласования завершается, поскольку далее уже очевидно, что эксперты заявят о превосходстве проекта E по отношению к проекту F .

После согласования можно провести нормировку значений (см. табл. 4.3).

При использовании метода Черчмена–Акофа важно помнить, что эксперты не должны знать количественных оценок, поставленных в соответствие порядковым значениям, в противном случае оценки могут повлиять на их мнение, что противоречит принципу метода.

4.2.5. Метод Неймана–Моргенштерна

Данный метод основан на функциональном представлении субъективной полезности ЛПР. С точки зрения теории полезности

Неймана–Моргенштерна, функция полезности $F(x)$ является убывающей:

$$\frac{dF}{dx} \geq 0.$$

Таблица 4.3

Соотношение между порядковыми и количественными значениями доходности инновационных проектов, рассчитанных по методу Черчмена-Акофа

Доходность (порядковое значение)	Доходность (количественное значение)	Нормированное количественное значение
Очень высокая	24	0,45
Высокая	16	0,30
Средняя	6	0,11
Низкая	4	0,08
Очень низкая	2	0,04
Проект убыточный	1	0,02
Сумма	53	1

А вот что касается темпов прироста функции полезности, то с ростом величины ценности x они могут быть как положительными, так и отрицательными. На рис. 4.3 представлены типовые функции полезности ЛПР с убывающей предельной полезностью (а); с возрастающей предельной полезностью (б); с предельной полезностью, имеющей нулевой темп роста (в).

Убывающая предельная полезность свойственна ЛПР, которое принимает решение в условиях дефицита располагаемых ресурсов. Так описывается поведение ЛПР, не склонного к риску. Возрастающая предельная полезность, наоборот, свойственна ЛПР, которое предрасположено к риску. Ну и нулевая предельная полезность (рис. 4.3в), считается, предполагает “объективное отношение к выигрышу”. Стоит также отметить, что в экономической теории функция

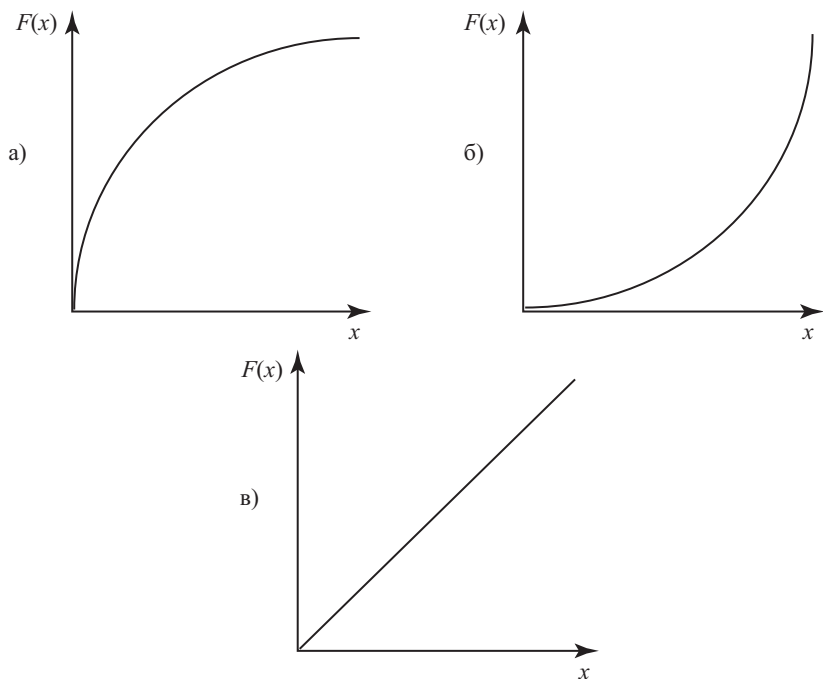


Рис. 4.3. Графики функций $F(x)$ полезности ценности x :
а) с убывающей предельной полезностью; б) с возрастающей предельной полезностью; в) с постоянной предельной полезностью

предельной полезности рассматривается как зависимость с убывающей предельной полезностью, хотя, как показывает опыт, функции предельной полезности, описывающие поведение потребителей, являются смешанными с точками перегиба. Точно оценить поведение функции полезности — задача достаточно трудоемкая, тем более, если первоначальные значения полезности выражены в порядковых величинах. В связи с этим мы не будем задаваться вопросом о виде функции полезности, а перейдем сразу к процедуре количественной оценки порядковых величин.

Итак, для количественной оценки порядковых величин требуется выполнить ряд этапов.

1. Проранжировать все порядковые значения от наибольшего к наименьшему, как это делалось в предыдущих методах, и присвоить наибольшему и наименьшему значения количественные оценки. Например, наибольшему (назовем его x_1) — $F(x_1) = 100$, наименьшему (x_2) — $F(x_2) = 0$.
2. Выбираем порядковое значение (x_3), которое находится между наибольшим и наименьшим значениями, и предлагаем, например, эксперту сделать следующий выбор: гарантированно получить выигрыш со значением x_3 или сыграть в лотерею, где с вероятностью p эксперт сможет получить максимальный выигрыш в размере x_1 и вероятностью $1-p$ наименьший выигрыш в размере x_2 . Величина вероятности, естественно, находится в интервале $(0;1)$.
3. Последовательно изменяя значения вероятности p в большую и меньшую сторону, находим такую ситуацию, при которой эксперт заявит об эквивалентности гарантированного выигрыша и выигрыша, полученного при розыгрыше лотереи. После этого находим значение полезности для порядкового значения x_3 , которое определяется как математическое ожидание $F(x_3) = p \cdot F(x_1) + (1-p) \cdot F(x_2)$. Его и будем считать количественной оценкой ценности, которая имеет порядковое значение x_3 .
4. Выбираем следующее порядковое значение — x_4 . Предположим, что оно находится между значениями x_3 и x_2 . Аналогично тому, что было сделано в пунктах 2 и 3, предлагаем эксперту сделать выбор: получить либо гарантированный выигрыш в размере x_4 , либо сыграть в лотерею, где с вероятностью q он может получить выигрыш в размере x_3 и с вероятностью $1-q$ выигрыш x_2 . Затем точно так же постепенно изменяя значения q в большую или меньшую сторону, приходим к такой ситуации, при которой ЛПР заявляет об эквивалентности

гарантированного выигрыша x_4 и выигрыша в лотерею. Находим значение полезности $F(x_4)$, как математическое ожидание: $F(x_4) = q \cdot F(x_3) + (1 - q) \cdot F(x_2)$.

5. Чтобы значение полезности $F(x_4)$ было согласовано со значением $F(x_1)$, выполняем еще раз пункт 4, заменяя значение x_3 значением x_1 . И так далее.

4.2.6. Метод аналитической иерархии

Метод аналитической иерархии (Analytic Hierarchy Process), или метод анализа иерархии, как его часто называют в русскоязычной литературе по методам принятия решений, был предложен американским исследователем Томасом Саати и является на сегодняшний день одним из самых популярных методов проблемного анализа, целеполагания, оценки и принятия решения, особенно в инновационной сфере. Данный метод позволяет на основании построения иерархии целей (например, при помощи дерева целей) создать систему оценки основных характеристик, определить влияние каждой из них на целевой показатель более высокого уровня, а также обоснованно определить набор более предпочтительных вариантов для принятия решения.

В данной главе мы не будем рассматривать всю последовательность действий данного метода, а остановимся только на тех моментах, которые связаны с количественным оцениванием переменных характеристик, первоначально получивших оценки по порядковой шкале.

Для определения количественных эквивалентов порядковых значений потребуется выполнить следующую последовательность действий:

1. Составить матрицу парных сравнений.
2. Заполнить матрицу числовыми оценками, указывающими, какое из значений является большим и какова мера превосходства одного значения по отношению к другому. Мера превосходства определяется по шкале отношений, составленной Саати (см. табл. 4.4).

3. Определить количественные оценки порядковых значений в виде собственного вектора матрицы парных сравнений X при максимальном собственном значении этой матрицы λ .
4. Оценить согласованность матрицы парных сравнений. Если матрица не согласована, вернуться к пункту 2.

Таблица 4.4

Вербально-количественная шкала отношений превосходства значений

Величина превосходства	Числовое значение превосходства
Эквивалентность	1
Незначительное	3
Значительное	5
Явное	7
Абсолютное	9

В качестве примера рассмотрим порядковую шкалу инновационных возможностей предприятия.¹ Инновационные возможности предприятия могут быть охарактеризованы как:

- *Высокие инновационные возможности*, которые предполагают высокую обеспеченность собственными ресурсами, позволяющими реализовать стратегию инновационного развития без привлечения внешних заимствований.
- *Средние инновационные возможности*, которые говорят о необходимости привлечения некоторого объема заемных средств для эффективного вовлечения новых технологий в хозяйственный оборот.

¹Трифилова А. А. Анализ инновационного потенциала предприятия // Инновации, 2003, № 6.

- *Низкие инновационные возможности*, требующие привлечения значительного количества заемных средств для реализации стратегий инновационного развития. При этом фирма может поддерживать в удовлетворительном состоянии финансирование своих текущих производственных запасов и затрат.
- *Нулевые инновационные возможности*, предполагающие дефицит или отсутствие источников формирования затрат.

Следуя алгоритму метода аналитической иерархии, составим матрицу парных сравнений и заполним ее (табл. 4.5). Возможность определять меру превосходства значений по отношению друг к другу мы можем предоставить экспертам, а также членам активной группы. Вопрос для определения меры превосходства значений может быть поставлен следующим образом: “Каково превосходство, например, высоких инновационных возможностей фирмы по отношению к средним?” Если значение, указанное в строке, имеет превосходство, по отношению к значению, указанному в столбце, то записывается количественная оценка, указанная в шкале Саати (см. табл. 4.4). Если же превосходство имеет значение, указанное в столбце, по отношению к значению, указанному в строке, то записывается обратное значение тому, что указано в шкале.

Таблица 4.5

**Матрица парных сравнений порядковых значений
инновационных возможностей фирмы**

<i>Инновационные возможности</i>	Высокие	Средние	Низкие	Нулевые
Высокие	1	4	8	9
Средние	1/4	1	5	8
Низкие	1/8	1/5	1	3
Нулевые	1/9	1/8	1/3	1

Поскольку порядковые значения уже проранжированы в таблице, постольку количественные оценки превосходства в строках не будут убывать.

После того как таблица заполнена, необходимо выполнить расчеты количественных оценок порядковых значений. Согласно требованиям алгоритма, таковыми должны стать элементы собственного вектора X , рассчитанного при наибольшем собственном значении λ . Для нахождения собственного значения и собственного вектора необходимо воспользоваться определением собственного значения, известного из общего курса высшей математики:

$$A \cdot X = \lambda \cdot X, \quad (4.5)$$

где A — матрица парных сравнений.

При подстановке значений матрицы A в уравнение (4.5) и последующем переносе всех слагаемых, содержащих x_i , в левую часть, получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} (1 - \lambda)x_1 + 4x_2 + 8x_3 + 9x_4 = 0, \\ \frac{1}{4}x_1 + (1 - \lambda)x_2 + 5x_3 + 8x_4 = 0, \\ \frac{1}{8}x_1 + \frac{1}{5}x_2 + (1 - \lambda)x_3 + 3x_4 = 0, \\ \frac{1}{9}x_1 + \frac{1}{8}x_2 + \frac{1}{3}x_3 + (1 - \lambda)x_4 = 0. \end{cases}$$

Данная система имеет ненулевое решение (т. е. собственный вектор будет ненулевым), если определитель, составленный из коэффициентов при неизвестных, равен 0:

$$\begin{vmatrix} 1 - \lambda & 4 & 8 & 9 \\ \frac{1}{4} & 1 - \lambda & 5 & 8 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{5} & 1 - \lambda & 3 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{3} & 1 - \lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Данному выражению соответствует уравнение четвертой степени относительно λ . Для того чтобы упростить вычисления, связан-

ные с поиском собственного вектора, необходимо воспользоваться численными методами поиска решения. Одним из лучших путей получения приближенного значения собственного вектора, по мнению самого Саати, является среднее геометрическое значений строк матрицы парных сравнений. Другой способ аппроксимации заключается в нормализации каждого столбца матрицы и затем в усреднении каждой строки. Таким способом можно определить не только порядок приоритетов каждого отдельного значения, но и величину его приоритета.

Найдем значения элементов собственного вектора матрицы парных сравнений, используя среднее геометрическое значений парных сравнений по строкам. Для значения “высокие инновационные возможности”, приближенное значение элемента собственного вектора будет равно:

$$\sqrt[4]{1 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 9} \approx 4,120.$$

Аналогично рассчитаем количественные значения остальных порядковых значений, после чего можно будет провести нормализацию значений (см. табл. 4.6).

Таблица 4.6

Соотношение между порядковыми и количественными значениями инновационных возможностей фирмы

Возможности (порядковое значение)	Возможности (количественное значение)	Нормированное количественное значение
Высокие	4,120	0,61
Средние	1,778	0,27
Низкие	0,523	0,08
Нулевые	0,261	0,04
Сумма	6,682	1

После того как получены нормализованные количественные оценки порядковых значений, можно исследовать полученные результаты на предмет согласованности суждений экспертов, определявших отношения превосходства между порядковыми значениями.

Для этого необходимо рассчитать индекс согласованности матрицы парных сравнений и сравнить его с величиной индекса случайной согласованности, которая имела бы место при случайном заполнении матрицы парных сравнений значениями превосходства.

Индекс согласованности (CI) рассчитывается как отношение:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (4.6)$$

где $\lambda_{\max}$ — максимальное значение собственного вектора матрицы парных сравнений;

n — количество сравниваемых порядковых значений.

Поскольку собственный вектор рассчитывался с использованием численного метода, позволяющего определить приближенную его оценку, постольку и собственное значение будет найдено при помощи подобного метода. Итак, для нахождения приближенного значения $\lambda_{\max}$ потребуется:

1. Найти суммы по каждому из столбцов матрицы парных сравнений $\sum_{i=1}^n a_{ij}$.
2. Затем перемножить полученные значения $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ на нормированные значения количественных оценок порядковых значений (см. табл. 4.6): первая сумма умножается на первое значение, вторая — на второе и т. д.
3. Сложить полученные произведения. Итогом вычислений будет приближенное максимальное собственное значение матрицы парных сравнений $\lambda_{\max}$.

Результаты вычислений представлены в табл. 4.7.

Подставляя полученное значение $\lambda_{\max}$ в формулу (4.6) для вычисления индекса согласованности, получим:

$$CI = \frac{4,331 - 4}{4 - 1} = 0,11.$$

**Результаты вычислений для поиска приближенной оценки
максимального собственного значения**

Сумма оценок по столбцу $\left(\sum_{i=1}^n a_{ij}\right)$	Нормированное количественное значение $\left(\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}\right)$	$\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \cdot \sum_{i=1}^n a_{ij}$
1,486	0,61	0,906
5,325	0,27	1,438
14,333	0,08	1,147
21	0,04	0,840
Максимальное собственное значение ($\lambda_{\max}$)		4,331

Далее это значение необходимо сравнить с *индексом случайной согласованности* (PCI), который получается при случайном выставлении в парном сравнении оценок по шкале Саати. В табл. 4.8 представлены значения индексов случайной согласованности для различного количества сравниваемых порядковых значений.

Поскольку количество оцениваемых значений порядковой переменной в примере было равно 4, постольку индекс случайной согласованности (PCI) будет равен 0,90.

Отношение индекса согласованности (CI) к индексу случайной согласованности (PCI) даст значение отношения согласованности (CR), значение которого измеряется в процентах. В отношении матрицы парных сравнений говорят, что она согласована, если величина отношения согласованности не превышает 10%. В некоторых случаях допускается, что отношение согласованности может быть в пределах 20%. В нашем примере, отношение согласованности составит:

$$CR = \frac{CI}{PCI} = \frac{0,11}{0,90} = 12,2(\%),$$

Таблица 4.8

Значения индексов случайной согласованности для различного количества
сравниваемых порядковых значений

Количество оцениваемых значений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индекс случайной согласованности	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

из чего можно сделать вывод, что эксперту (или экспертам) вновь придется поработать над своими ответами на вопросы о сравнении пар порядковых значений.

Отличительной особенностью метода аналитической иерархии является использование вербально-числовой шкалы Саати со значениями от $\frac{1}{9}$ до 9. Некоторые специалисты в сфере ТПР считают, что использование такой шкалы является недостатком метода, поскольку из-за неточности оценки человеком какого-нибудь из отношений можно допустить ошибку в измерении и не получить оптимального решения. Саати и Кернс обосновывали выбор подобной шкалы эквивалентных отношений умением человека работать на уровне оперативной памяти не более чем с 7 ± 2 объектами (значениями, характеристиками, целями). Так как в шкале допускается единичная разность между отдельными объектами, то отсюда и берется интервал значений от 1 до 9, если данное значение превышает другое, и от $\frac{1}{9}$ до 1, если, наоборот, является меньшим.

Метод аналитической иерархии с успехом применяется в инновационной деятельности не только на стадии проблемного анализа, целеполагания и оценки характеристик, но и на стадии прогнозирования, и, что самое важное, на стадии принятия решения. Так, например, Т. Саати и К. Кернс отмечают, что израильский исследователь Ами Арбель из Тель-Авивского университета успешно применил метод аналитической иерархии при конструировании самолета.

4.2.7. Мультипликативный метод аналитической иерархии

Некоторые исследователи внесли изменения в метод аналитической иерархии. В частности, профессор Ф. Лутсма предложил модифицированный мультипликативный метод аналитической иерархии, основанный на ряде предположений о поведении человека при сравнительных измерениях.

В психофизике известен закон Вебера, согласно которому “субъективное расстояние между стимулами пропорционально величине этого стимула”:

$$C_j - C_{j-1} = k \cdot C_{j-1}, \quad (4.7)$$

где C_j и C_{j-1} — субъективные восприятия некоторых значений; k — коэффициент пропорциональности.

К значениям C_j и C_{j-1} могут относиться и порядковые значения характеристик. Выражая из уравнения (4.7) значение C_j , получим:

$$C_j = (1 + k) \cdot C_{j-1}. \quad (4.8)$$

Ну, а поскольку существует и минимальное значение $C_{\min}$, то субъективное восприятие любого значения C_j можно выразить при помощи уравнения:

$$C_j = (1 + k)^j \cdot C_{\min}, \quad j = 0, 1, 2, \dots \quad (4.9)$$

Уравнение (4.9), задающее шкалу количественных оценок порядковым значениям, представляет собой геометрическую прогрессию с первым (или лучше сказать “нулевым”) элементом $C_{\min} > 0$ и знаменателем $(1 + k) > 1$. Подобная шкала очень сильно напоминает шкалу, которая была получена при использовании метода количественной оценки порядковых значений SMART. Отличие заключается в том, что в методе SMART не предусматривалось нахождение правого собственного вектора, который и задает, согласно методу аналитической иерархии, количественные оценки порядковых значений.

Необходимо также отметить, что использование гипотезы о возможном поведении человека при сравнительных процедурах, позволяет исключить эксперта или члена активной группы из процесса оценки порядковых значений, что значительно сократит время данного этапа разработки и принятия решения.

Применяя мультипликативную модификацию метода аналитической иерархии к рассмотренному в предыдущем подразделе примеру с четырьмя порядковыми значениями инновационных возможностей предприятий и считая, что $k = 1$, получим шкалу количественных оценок отношений порядковых значений, согласно которой отношение последующего большего значения к предыдущему меньшему будет всегда равно 2 (при $k = 2$ отношение было бы равно 3, при $k = 0,5$ — 1,5 и т. д.).

Глава 5

Прогнозирование

5.1. Концептуальные основы прогнозирования

5.1.1. Определение прогнозирования

Необходимой частью этапа подготовки к принятию решения является способность ЛПР прогнозировать изменение состояния объекта управления.

Для того чтобы прогнозировать состояние объекта управления, сам объект должен раскрывать для ЛПР информацию о своих будущих возможных состояниях. Это свойство объекта управления так и называется — *прогнозируемостью*, т. е. информационной открытостью будущего объекта управления для ЛПР.

Если есть информационная открытость будущего, то, наверняка, должна быть информационная открытость прошлого и настоящего. Действительно, такие свойства существуют и называются они вместе *наблюдаемостью*.

В зависимости от способа получения информации о будущих состояниях объекта управления различают научно-обоснованное прогнозирование и предсказание. Если первый способ получения информации основывается на логических суждениях и умозаключениях, то

есть на знании, которое может быть доказано или, по крайней мере, объяснено, то второй способ предполагает получение информации бездоказательной, источникам которой являются, прежде всего, органы чувств человека. С точки зрения теории принятия решений, *прогнозирование* — это научно-обоснованное суждение ЛПР о возможных состояниях объекта управления в будущем.

Если рассматривать прогнозирование как этап процесса разработки и принятия решения с точки зрения инновационного менеджмента, то, в первую очередь, необходимо говорить о вероятной оценке будущего изменения состояния технологий, их структуры, перемещений и трансформаций. Все это вместе называется *технологическим прогнозированием*. В этом определении технология понимается в широком смысле этого слова, т. е. она включает поиск идей, фундаментальные исследования, прикладные исследования, опытно-конструкторские разработки, выпуск новой продукции — все то, что затрагивает различные этапы инновационного процесса. Следовательно, технологическое прогнозирование можно также назвать *прогнозированием динамики инновационного процесса*.

Динамика инновационного процесса может иметь как вертикальное, так и горизонтальное направление. Вертикальное направление динамики инновационного процесса (или вертикальное перемещение технологий) представляет собой поэтапный переход от стадии разработки идеи по направлению к этапу диффузии инновации. Горизонтальное направление предполагает распространение технологий внутри одного этапа между различными направлениями использования. Например, успехи фундаментальных и прикладных исследований в области математики дают импульс для развития фундаментальных и прикладных исследований в области экономики.

При составлении прогнозов пользуются специальной терминологией, определяющей элементы данного процесса. Среди этих терминов: прогнозный фон, период основания прогноза, период упреждения прогноза, прогнозный горизонт, точность прогноза, достоверность прогноза, ошибка прогноза.

Прогнозный фон — состояние среды (внутренней и внешней по отношению к объекту прогнозирования), в которой выполняется прогноз.

Период основания прогноза — интервал времени, за который у ЛПР имеется информация о прошлых состояниях прогнозируемого объекта.

Период упреждения прогноза — интервал времени в будущем, на который составляется прогноз.

Прогнозный горизонт — максимальная величина периода упреждения прогноза.

Точность прогноза — оценка доверительного интервала прогноза по заданной вероятности (величине значимости).

Достоверность прогноза — вероятностная оценка осуществления прогноза для заданного доверительного интервала прогнозных значений.

Ошибка прогноза — отклонение прогнозного значения от реального.

5.1.2. Основные задачи, принципы и этапы прогнозирования

Основными задачами прогнозирования динамики инновационного процесса являются:

1. Выбор метода прогнозирования.
2. Выявление основных экономических, социальных, политических и научно-технических тенденций развития общества.
3. Определение периода времени, требующегося для перехода между двумя любыми этапами инновационного процесса.
4. Определение объема ресурсов, необходимых для перехода между этапами инновационного процесса.
5. Определение результата в некоторый момент времени или на определенной стадии инновационного процесса.
6. Выбор подходящих начальных условий, необходимых для успешной реализации инновационного процесса в виде инновации и ее распространении.

К основным принципам прогнозирования необходимо отнести:

- *Принцип системности*, указывающий на необходимость взаимной связи прогнозов развития объекта управления и внешней по отношению к объекту управления среды.
- *Принцип непрерывности*. Он предполагает необходимость корректировки прогноза при поступлении новых данных об объекте управления или состоянии внешней среды.
- *Принцип адекватности*. Оценки состояний и направлений инновационного развития объекта управления и внешней среды должны соответствовать реальным инновационным процессам. Адекватность предполагает вероятностный характер выявленных процессов и вероятностную оценку выявленных тенденций.

В целом прогнозирование, независимо от сферы деятельности, представляет собой поэтапный процесс. Среди основных этапов прогнозирования можно выделить следующие:

1. Прогнозная ориентация на основе системно-структурного анализа объекта.
2. Постановка задачи для разработки прогноза, включающая в себя определение прогнозных характеристик объекта, а также характеристик, данные о значениях которых необходимы для качественного поиска прогнозных значений.
3. Анализ и установление факторов прогнозного фона (внешней среды объекта управления).
4. Формирование информационной базы по объекту прогнозирования.
5. Разработка прогноза и оценка его достоверности с учетом факторов причинно-следственной связи.
6. Анализ результатов прогнозирования.
7. Выработка решений и реализация прогноза.

Последний пункт этого списка относится к прогнозированию в целом. В общей же схеме процесса разработки и принятия управленческого решения выработка решения и его реализация, как известно, находятся за пределами этапа прогнозирования. Можно на эту ситуацию посмотреть и с той стороны, что границы этапов разработки и принятия решения являются расплывчатыми, а потому выработка и реализация решения на основании прогноза может предполагать, что в процессе подготовки, разработки и принятия решения ЛПР, следуя принципу непрерывности прогнозирования, постоянно возвращается к этапам прогнозирования с целью корректировки оценок будущих состояний и последующей за этим корректировке принятого решения.

После определения процесса прогнозирования, а также основных принципов, задачи и этапов перейдем к классификации методов прогнозирования.

5.1.3. Классификация методов прогнозирования в инновационной деятельности

Если говорить о принятых классификациях методов прогнозирования, то полезно было начать с классификации по принципу *использования формальных процедур* определения будущих состояний объекта управления. С этой точки зрения методы прогнозирования можно разделить на классы формальных методов прогнозирования, эвристических и нетрадиционных.

Формальные методы предполагают использование математических и логических действий с данными для определения будущих состояний объекта управления. Среди формальных методов различают классические формальные методы, к ним относятся, например, анализ временных рядов, регрессионные методы, параметрические методы; и имитационные формальные методы, предполагающие использование математических и логических моделей для определения значений характеристик будущих состояний. С точки зрения удобства, простоты использования, а также убедительности в качестве полученных результатов (особенно для владельца проблемы) *классические* методы имеют преимущество, поскольку основаны на

строгих математических процедурах. Классические методы не нуждаются в дополнительной трактовке результатов прогнозирования, поскольку результатом является значение целевой характеристики, понятной для восприятия не только ЛПР, но и (что несомненно очень важно) для владельца проблемы. Однако, как будет показано далее, все классические методы основываются на предположении о неизменности тенденций, которые описываются наблюдаемыми значениями характеристик (информацией, которая доступна ЛПР на момент прогнозирования). Кроме того, классические методы не раскрывают реальных причинно-следственных связей, существующих между элементами объекта управления, заменяя их влиянием фактора времени. С точки зрения общей теории ценностей, время не может превращаться в ценности другого вида: время не может стать деньгами, время не может стать продуктом, время не может стать инновацией само по себе. В противном случае можно было бы говорить о том, что от ЛПР ничего не зависит, а все происходит само по себе без участия человека. А управленческие решения, приводящие к определенным результатам, оцениваются не с точки зрения логической цепочки последовательных переходов ценностей из одного состояния в другое, а потому что “звезды так распорядились”. В кибернетике такие модели носят название “черного ящика”.

Формальные имитационные методы прогнозирования конечно же являются более содержательными, поскольку раскрывают существо причинно-следственных связей между элементами объекта управления. Базой для моделирования является прежде всего формальная имитационная модель, описывающая все взаимные превращения и переходы ценностей из одного состояния в другое. Задание начальных импульсов (определение начальных данных), а также управляющие воздействия на элементы такой модели в процессе моделирования (что является по сути выражением вариантов управленческих решений) позволяет получить содержательный результат в любой момент времени. Отрицательными сторонами данного подхода являются:

- Дополнительные требования к исходным данным.
- Большой объем информации о данных, описывающих состояние объекта управления.

- Необходимость оценки параметров (постоянных характеристик), информации о значениях которых, как правило нет, как нет и четкого определения содержания этих характеристик.
- Необходимость дополнительного трактования результатов моделирования, в целом понятных для ЛПР и не всегда понятных владельцу проблемы.
- Уникальность используемых моделей.
- Большие затраты ресурсов и времени на процесс моделирования.

В целом можно сказать, что использование формальных имитационных моделей конечно же является более предпочтительным по сравнению с классическими формальными методами, но в том случае, если владелец проблемы, ЛПР, эксперт и аналитик совпадают в одном лице или, по крайней мере, обладают примерно одинаковым уровнем знаний о методах и способах имитационного моделирования. Ценность имитационных методов моделирования существенно возрастает, если они сочетаются с классическими формальными методами прогнозирования (в частности, для определения значений параметров модели).

Эвристические методы моделирования по своему названию предполагают использование неточных данных либо данных, полученных при помощи порядковых оценок (в том числе экспертной) состояния объекта управления. Кроме того, эвристические методы предполагают использование математически и логически нестрогих процедур для оценки будущих состояний объекта управления. К числу таких методов относятся экспертные методы моделирования: метод “Дельфи”, ПАТТЕРН, прогнозныe графы Глушкова и Поспелова и некоторые другие. Важно отметить, что для прогнозирования в инновационной сфере, где часто трудно определить достоверность исходных данных и невозможно определить все множество причинно-следственных связей между элементами объекта управления, эвристические методы моделирования играют ведущую роль.

К *нетрадиционным* методам прогнозирования следует отнести все то, что, в общем-то, не всегда является прогнозом с точки зрения

его научной обоснованности, но все же позволяет получать информацию, хотя зачастую и далекую от истины, о возможных будущих состояниях объекта. Это методы моделирования по аналогии, методы изучения публикаций и патентно-технической литературы, методы написания сценариев, методы изучения научно-фантастической литературы, методы изучения общественных слухов и ожиданий и т. д. Нетрадиционные методы предполагают, что официальные документы, литература, темы для разговора среди рядовых граждан, специалистов (на конференциях), среди политиков, бизнесменов являются отражением реальной действительности и позволяют оценить динамику основных тенденций развития, по крайней мере, общества в целом и отдельных его слоев. К такому методу прогнозирования зачастую прибегают спецслужбы, которые направляют своих представителей на различного рода конференции, в командировки по обмену опытом в составе делегаций. В последние десятилетия приемы спецслужб были взяты на вооружение и представителями бизнеса.

Согласно классификации по признаку *назначения* можно выделить научно-технические прогнозы, технико-экономические, социально-экономические, военно-политические, естественно-природные.

По признаку *масштаба действия*: международные, национальные, отраслевые, межотраслевые, прогнозы предприятий, внутрифирменные.

По величине *периода прогнозирования*: оперативные (на период менее одного года), краткосрочные (1–2 года), среднесрочные (2–5 лет), долгосрочные (более 5 лет).

По *времени осуществления*: в реальном масштабе (прогноз реализуется так быстро, что воздействует на процесс во времени его протекания), этапные (решение принимается в течение одного этапа, а реализуется в течение другого этапа прогнозного цикла), неограниченные по времени в принятии решения (время на прогнозирование и принятие решения не ограничено).

По *степени определенности условий*: с детерминированными условиями, со случайными условиями, с неопределенными условиями.

По степени формализации условий: с высокой степенью формализации условий, со средней степенью формализации условий, с низкой степенью формализации условий.

В рамках же *технологического прогнозирования* (прогнозирования динамики инновационного процесса) выделяют:

1. Интуитивные прогнозы.
2. Изыскательские прогнозы.
3. Нормативные прогнозы.

Принципиальное различие между этими классами методов заключается в том, что изыскательские моделируют направление движения в направлении развития инновационного процесса как по вертикали (от идеи до распространения инновации), так и по горизонтали (использование технологии, освоенной в одной отрасли применительно к другой отрасли). Нормативные методы прогнозирования оценивают инновационный процесс в обратном направлении. Интуитивные методы позволяют получить одновременный доступ к различным уровням инновационного процесса.

В рассмотренной классификации различают также методы прогнозирования с обратной связью. Мы считаем, что они являют всего лишь отражение процесса разработки и принятия решения, в котором с появлением новой информации предусматривается постоянная корректировка прогнозов и принятых решений, т. е. постоянный возврат на стадию подготовки решения со стадии разработки и реализации.

Рассмотрим подробнее методы прогнозирования в соответствии с последней классификацией.

5.2. Интуитивные методы прогнозирования

Данный подход к прогнозированию, как и в целом к процессу принятия решения, широко использовался ранее (не является редкостью и в настоящее время) как правило при условии, что ЛПР

обладает достаточно большим накопленным опытом для распознавания ситуаций и определения основных тенденций развития этих ситуаций. По сути, ЛПР, использующие лишь собственную интуицию, становятся “провидцами”, мнение которых можно считать отчасти научно обоснованным, поскольку их решение основано на многочисленных тренировках прогностических способностей в прошлом. Вместе с тем, таких “провидцев” нельзя считать предсказателями, которые используют не научно обоснованные методы (не те, что требуют логического обоснования). Несмотря на то, что сам ЛПР может и не быть таким “провидцем”, он может привлекать таких людей к процессу разработки и принятия решения на различных стадиях. Такие “провидцы” в теории принятия решений называются экспертами.

Основным преимуществом интуитивных методов является отсутствие сложных формальных процедур, что, конечно же, очень импонирует ЛПР, испытывающими определенный психологический дискомфорт при общении с любыми формулами и даже самым упоминанием математики. Однако интуитивные методы обладают и сильным недостатком, который связан с неучетом или недостаточным учетом входной информации, т. е. эмпирических данных о значениях характеристик объекта управления.

Наиболее популярными методами интуитивного прогнозирования являются:

1. Метод “мозгового штурма”.
2. Метод написания сценариев.
3. Метод “Дельфи”.

Рассмотрим подробнее каждый из них.

5.2.1. Метод “мозгового штурма”

Данный метод используется для целого комплекса операций в процессе подготовки и разработки решения, в том числе и для прогнозирования возможных вариантов развития событий. Метод появился в 40-е годы и получил широкое распространение в 50-е, прежде всего, как метод систематической тренировки творческого мышления.

В настоящее время различают несколько разновидностей данного метода, среди которых наиболее известны метод “прямой мозговой атаки”, метод обмена мнениями, метод “635” и метод модерации.

Метод “прямой мозговой атаки”

Он предполагает, что в прогнозировании ситуации одновременно участвуют несколько человек, которые открыто высказывают свое мнение относительно будущих возможных состояний объекта управления, определяя, какими условиями эти состояния могут быть обусловлены. Как правило участники этого процесса — непрофессионалы и неспециалисты. Это необходимо для того, чтобы выполнить некоторые требования, предъявляемые методом к его участникам:

- Проблема должна быть сформулирована в обобщенном виде и предполагать достижение единственной цели.
- Ни одна высказанная идея не должна объявляться ложной. Исследование любой высказанной идеи не должно прекращаться.
- Участники процесса должны поощряться за то, что подхватывают любую высказанную идею и продолжают ее развивать, даже если кажется очевидным, что данная идея является неуместной.
- Все участники процесса должны чувствовать себя равноправными участниками.

Безусловно, метод предполагает наличие стороннего наблюдателя или руководителя группы, чтобы не допустить нарушения правил кем-либо из участников.

По поводу того, почему именно непрофессионалы привлекаются к данному процессу, есть очень хорошее высказывание Генри Форда о руководстве процессами: “... Специалист знает слишком много «невозможных» вещей.”¹

Как вариант рассматривается трехэтапный метод “прямой мозговой атаки”. Для этого участники процесса разбиваются на две или три группы.

¹Форд Г. Сегодня и завтра. — М.: Финансы и статистика, 1992. — С. 73.

На *первом этапе* участники первой группы в течение ограниченного времени генерируют идеи (при прогнозировании ситуации — возможные варианты развития событий, например, действия конкурента). Каждый участник по очереди обязан высказать не менее определенного количества возможных ситуаций, например, одну. Далее также по очереди все участники первой группы предлагают возможные дополнения и коррективы к каждому высказыванию из коллег по группе. Участники второй группы — наблюдатели (по одному закрепленному за каждым участником процесса обсуждения) — фиксируют все предложения, высказанные их подопечным.

На *втором этапе*, участники третьей группы получают результаты в виде высказываний участников первой группы с дополнениями и коррективами без указания на то, кто какие предложения высказывал и кто какие коррективы вносил. По очереди в течение ограниченного времени каждый из участников третьей группы должен указать условия, в соответствии с которыми каждая высказанная ситуация является невозможной. Кроме того, каждый из участников высказывает мнение о степени вероятности каждой из высказанных участником первой группы ситуаций. Оценки могут быть даны по порядковой шкале. Наблюдатели из второй группы также, как и на первом этапе, фиксируют высказывания участников третьей группы по каждому высказыванию.

Третий этап. Участники первой группы получают информацию об условиях, которые могут воспрепятствовать появлению высказанных ими ситуаций. В этой информации отсутствует указание на то, кто из участников третьей группы сделал подобные высказывания. Далее участники первой группы по очереди определяют степень вероятности каждого условия. Наблюдатели, собрав все данные по каждому высказыванию о возможной ситуации в будущем и по условиям, которые могут воспрепятствовать появлению этих ситуаций, составляют окончательный отчет, результатом которого будут:

1. Прогноз развития ситуации в форме высказываний участников “мозгового штурма” с указанием степени вероятности каждой возможной ситуации.
2. Список условий, которые могут воспрепятствовать появлению

ситуаций, с указанием степени вероятности каждого из высказанных условий.

3. Список участников с указанием количества высказанных предложений (для первой группы) и условий (для третьей группы).

Данный метод может быть дополнен еще и некоторым механизмом обработки высказанной информации с целью определения наиболее вероятных вариантов развития событий, но это уже будет не чисто интуитивный метод. Главное назначение метода “прямой мозговой атаки” — генерировать наибольшее количество предложений и предоставить ЛПР информацию о возможных вариантах развития будущего.

Метод обмена мнениями

В отличие от метода “прямой мозговой атаки” предполагает ограниченное количество участников (в некоторых источниках указывается, что количество участников должно равняться 6). Каждый из участников метода обмена мнениями сочетает в себе роли генератора предложений, критика предложений и наблюдателя, т. е. все те роли, которые в методе “прямой мозговой атаки” были распределены по отдельным группам участников. Требования, предъявляемые к участникам процесса обмена мнениями, те же самые, что предъявлялись к участникам “прямой мозговой атаки”: за ограниченное время высказать не менее определенного количества предложений, сделать наибольшее количество дополнений и корректив в высказанные предложения, сделать наибольшее количество критических замечаний в адрес каждого высказанного предложения. Все действия должны быть сделаны в порядке определенной очередности: предложения — дополнения и коррективы — критические замечания. Участникам процесса обмена мнениями запрещено вступать в спор друг с другом (считается, что в споре рождается неприязнь, а не истина, и “оттачиваются” аргументы).

Метод обмена мнениями был в классическом виде реализован в 70-е гг. 20-го в. в известной телепередаче “Что? Где? Когда?”.

Метод “635”

Метод “635” — это невербальная версия метода обмена мнениями. Такое название было получено от следования определенным правилам, согласно которым 6 человек должны генерировать по 3 идеи в течение каждых 5 минут, зафиксировать их на листе бумаги и передать другому участнику. Другие участники, прочитав то, что уже генерировано коллегами, могут развить идеи и генерировать новые. В итоге за полчаса генерируется 108 идей.

Данный метод применяется в основном для генерирования возможных вариантов принятия решений, однако он вполне может быть использован и для генерирования возможных вариантов развития событий.

Метод модерации

Представляет собой современную интерпретацию метода “мозгового штурма”, в которой используются как открытые, так и закрытые процедуры генерирования возможных вариантов развития ситуации. Модерация начинается с психологической подготовки, в рамках которой ведущий процесса, который именуется “модератором”, пытается создать неформальную атмосферу общения между участниками процесса.

Далее участникам предлагается составить список проблем для обсуждения на некоторую определенную модератором тему. В закрытом режиме участники записывают на одинаковые карточки проблемы, которые, по их мнению, они готовы обсудить в открытом диалоге.

Модератор собирает карточки и прикрепляет их на доску или стенд для всеобщего обозрения. Далее модератор в соответствии с мнением участников процесса группирует близкие по смыслу проблемы в проблемные области, в отношении каждой из которых сами участники устанавливают приоритет, важность и степень актуальности.

После определения проблемных областей участники процесса модерации разбиваются на группы для обсуждения и определения возможных вариантов развития ситуации. Фактически прогноз, форми-

руемый таким образом, становится результатом открытого обмена мнениями.

После обсуждения отдельных проблемных областей в группах участники процесса модерации вновь собираются вместе, для того чтобы сформировать общий результат работы. Роль модератора заключается в обеспечении эффективных коммуникаций между участниками процесса и в поддержании равноправия мнений.

5.2.2. Метод написания сценариев

Сценарием называется взаимосвязанная последовательность событий, отличительной особенностью которой является присутствие определенного сюжета и распределения ролей, между объектом управления и элементами внешней среды, взаимодействующими с объектом. По сути это вольное изложение развития ситуации, данное, как правило, экспертом.

Написание сценариев используется, как правило для изучения целей высшего уровня и принятия стратегических решений, например, миссии фирмы, возможных направлений вертикального распространения инноваций (от технологий более низкого к технологиями более высокого уровня) и развития рынков продуктов.

Рассмотрим сценарий развития технологий, связанных с использованием кардиостимуляторов сердечных ритмов. Как известно, впервые кардиостимулятор, изобретенный Руне Эльмквистом, был имплантирован в тело человека в 1958 году. В дальнейшем его конструкция и качественные характеристики претерпевали изменения. В настоящее время имеется сценарий, согласно которому следующая инновация, связанная с использованием кардиостимуляторов, будет представлять собой автономное адаптационное устройство, составляющее единое целое с агрегатом и регулирующее интенсивность подачи импульсов и расход электроэнергии аккумулятора.

В общем случае при разработке сценариев выделяют следующие этапы:

1. Формулирование проблемы.
2. Определение и группировка сфер влияния.

3. Выделение критических точек среды организации и оценка их влияния на будущее организации.
4. Определение характеристик и критериев будущего развития организации.
5. Формулирование и отбор согласующихся наборов предложений.
6. Сопоставление определенных критериев характеристик с предположениями о возможной их достижимости.
7. Введение в сценарий системоразрушающих факторов, выраженных в виде существенных событий внешней среды или неэффективных решений, принятых ЛПР.
8. Установление последствий влияния системоразрушающих факторов.

Нужно отметить, что ряд этапов сценарного прогнозирования повторяют этапы подготовки к принятию решения (целеполагание, определение характеристик и их критериев, оценка характеристик). Это не является удивительным, поскольку, как указывалось ранее, границы между этапами, предвещающими разработку решения, являются размытыми, а потому невозможно четко определить, когда заканчивается оценка характеристик и начинается прогнозирование. К интуитивным методам это относится в первую очередь.

Несмотря на определенное многообразие возможных способов реализации написания сценариев, наибольшее распространение получили следующие виды сценарного описания прогнозов:

1. Получение согласованного мнения.
2. Синоптическая итерация.
3. Использование матриц взаимодействия.

Получение согласованного сценария

Данный сценарный метод предполагает совместное написание сценариев рядом экспертов, каждый из которых вносит дополнения в работу своего коллеги.

К недостаткам данного метода следует отнести недостаточный учет взаимодействия факторов, влияющих на ситуацию.

Синоптическая итерация

Предполагает написание независимых сценариев по различным направлениям развития внешней среды и организации в рамках внешней среды: экономика, демография, политика, финансы и т. д. После написания сценарии сопоставляются по существенным событиям, лежащим в основе сценариев. Процедура синоптической итерации заключается в последовательном выявлении согласованных последовательностей событий.

К основным недостаткам данного метода относится недостаточная разработка методических процедур сопоставления сценариев.

Использование матриц взаимодействия

Матрицы взаимодействия позволяют вычлениить из сценариев информацию о существенных событиях и установить потенциальные причинно-следственные связи.

Основным недостатком данных процедур является трудоемкость оценки взаимного влияния событий.

5.2.3. Метод “Дельфи”

Метод “Дельфи”, или Дельфийский метод прогнозирования и принятия решения был разработан аналитиками американской компании “RAND Corporation” и представляет собой упорядоченную процедуру получения согласованной экспертной оценки.

Свое название метод “Дельфи” (или “Дельфы”) получил от одноименного названия греческого города, расположенного у подножия горы Парнас, в котором в античные времена жрица храма Аполлона Пифия, впадая в состояние экстаза, произносила пророчества. Эти

пророчества оформлялись в стихотворную форму и доносились до общественности.

В настоящее время существует множество разновидностей данного метода, которые по многим качественным характеристикам отличаются от оригинала, но, несмотря на это, все они подчиняются единым требованиям:

1. Характер вопросов должен быть таким, чтобы ответы на них можно было выражать в количественной форме.
2. Эксперты выносят оценки анонимно.
3. Опрос проводится в несколько туров с целью получения экспертами максимально полезной информации для вынесения ими наиболее ценного прогнозного мнения.
4. После каждого тура эксперты, чьи оценки сильно отличаются от мнения большинства, должны обосновать свои суждения.

Таким образом, процесс получения прогнозной оценки экспертов является многоэтапным. В оригинальном исполнении метода “Дельфи” на первом этапе экспертов попросили в письменной форме назвать изобретения и научные прорывы, которые представляются им необходимыми и осуществимыми в течение ближайших 50-ти лет.

На втором этапе эксперты должны были оценить возможности осуществления каждого изобретения или научного прорыва в течение каждого года в течение 50-ти лет. Кроме вероятности реализации эксперты должны были также оценить затраты необходимых ресурсов. Результаты экспертов, выраженные в количественной форме, проходили статистическую обработку. Показателями мнения и степени его согласованности выступали медиана и диапазон квартилей оценок (по всей видимости, авторы метода воспринимали оценки, данные экспертами, по порядковой шкале). Как известно, медиана представляет собой значение признака, находящееся в середине ранжированного ряда. Что же касается квартилей, то они представляют собой величины признака, которые отсекают $1/4$ всех значений признака от начала (Q_1 — 1-ый квартиль) ранжированного ряда и от его конца (Q_3 — 3-ий квартиль). Половина разности между 3-им и 1-ым квартилем используется для характеристики меры рассеяния:

$$d = \frac{Q_3 - Q_1}{2}. \quad (5.1)$$

В принципе, вовсе не обязательно пользоваться именно квартильными оценками для характеристики степени согласованности мнения, т. е. вовсе не обязательно, чтобы мнения экспертов, которые должны дать объяснение своей радикальной позиции, выходили обязательно за 1/4 интервала значений признака, считая от медианного значения.

На третьем этапе всем экспертам объявлялись общие итоги опроса. Каждого эксперта, чьи оценки выходили за пределы интервала согласованности, уведомляли об этом и просили дать в письменном виде объяснение своей позиции, если таковое не было дано вместе с анкетой или в процессе опроса на первом этапе. Эти особые мнения также доводились до сведения других экспертов, участвующих в опросе.

Далее экспертам вновь предлагалось ответить на те же вопросы анкеты или опроса, т. е. повторялись все три пункта. Разработчики метода предполагали, что после получения результатов первого опроса и особого мнения в ряда экспертов, чьи оценки выходили за пределы интервала согласованности, мнения экспертов могут измениться. После этого повторяются все три вышеперечисленных этапа. Количество таких повторений (итераций), по мнению разработчиков проекта из “RAND Corporation”, не должно превышать 4, поскольку после этого количества этапов оценки экспертов в отношении одних и тех же вопросов остаются неизменными.

Окончательные выводы, полученные по методу “Дельфи”, оформляются в виде медианных прогнозных оценок по каждой ситуации.

Несмотря на то, что всю работу за ЛПП фактически делают эксперты, данный метод имеет целый ряд недостатков, среди которых наиболее существенными являются:

- большие материальные затраты на организацию и проведение опроса, которые под силу только крупным организациям;
- большие временные затраты, доходящие до года, что в условиях острой конкуренции является недопустимым “удовольствием”;

- отсутствие методической базы для оценки аналитических записок и особых мнений экспертов по отдельным вопросам анкеты или опроса.

Развитие компьютерной техники и средств связи позволило, конечно же, частично автоматизировать процесс метода “Дельфи”: уменьшить время доставки информации, ввести автоматическую обработку результатов, автоматическую рассылку сообщений. Это выразилось в усилении внимания высшего менеджмента не только крупных, но и средних, и даже малых организаций к использованию данного метода в виде интернет-конференций (конечно же с соблюдением правил, установленных для метода “Дельфи”). Электронные технологии очень сильно снизили расходы: не требуется распечатывать анкеты, платить за отправку почтовых сообщений в виде заказных и ценных писем, не нужно отправлять сотрудников в командировки с тем, чтобы они проводили опросы. Время проведения экспертного опроса даже с учетом нескольких итераций (в зависимости от количества выносимых вопросов) снизилось до нескольких дней и даже часов. Кроме того, особенно в малых фирмах, в опросе зачастую участвуют не эксперты со стороны, а сами сотрудники фирм, что также отражается на расходах в лучшую сторону.

5.3. Изыскательское прогнозирование

Если вкратце заявить о назначении изыскательского прогнозирования, то его можно определить как метод определения возможных направлений и состояний развития инновационного процесса от более простых технологий к более сложным, от научной идеи до массового распространения инновации. Основной вопрос, ответ пытается дать результат, полученный при использовании методов изыскательского прогнозирования, — в каком состоянии будет находиться данная технология, данный продукт через определенный интервал времени. Для ответа на этот вопрос необходимо в методах изыскательского прогнозирования использование количественных характеристик, относящихся к объекту управления и определенных не экспертным путем, а непосредственным измерением. Таким образом,

к методам изыскательского прогнозирования относится большинство формальных методов:

1. Экстраполяционные методы.
2. Регрессионные методы.
3. Методы анализа временных рядов.
4. Параметрические методы.
5. Имитационные методы.
6. Байесовские методы.

Далее рассмотрим подробнее каждый из этих методов.

5.3.1. Экстраполяционные методы.

Аналоговые модели

Экстраполяция представляет собой формальное продолжение некоторой прогнозной функции, реконструированной на основе эмпирических данных.

Сам процесс экстраполяции можно разбить на два этапа:

1. Реконструкция формального вида прогнозной переменной как функции времени:

$$\{x_j, t_j\} \rightarrow \hat{x}(t), \quad (5.2)$$

где t_j — наблюдаемые моменты времени;

x_j — наблюдаемые значения характеристики x в моменты времени t_j ;

$\hat{x}(t)$ — прогнозная функция.

2. Вычисление функции $\hat{x}(t)$ в прогнозный момент времени.

Основным достоинством экстраполяционных методов является высокая степень формализуемости прогнозной функции и способность рассчитать точное значение прогнозной функции в любой момент времени в будущем.

Основной недостаток заключается в том, что оценка прогноза очень чувствительна к выбору прогнозной функции.

Все множество прогнозных функций, которые используются в экстраполяции временных рядов, можно разделить на аналоговые и феноменологические модели.

Аналоговые модели описывают поведение объекта, как правило, физической природы, поведение которого считается похожим на поведение изучаемого объекта. К моделям данного вида относятся модель Ленца, модель Райденауера, модель Хартмана, модель Холтона, модель Патнэма, модель Ромера. По аналоговым моделям можно судить об интенсивности распространения информации, зародившейся в научной идее. Считается, что чем сильнее интенсивность, тем быстрее идея находит свое воплощение в фундаментальных и прикладных исследованиях. Данные модели обычно используются на ранних стадиях инновационного процесса: развитие идеи до уровня элементарной технологии.

Феноменологические модели предполагают самостоятельное конструирование ЛПР функции, которая может описать динамику характеристики объекта управления. К данному виду моделей относятся полиномиальные, нормативные модели, модели, генерированные на основе метода наименьших квадратов. Методы на основе феноменологических моделей применяются для прогнозирования инновационного процесса от стадии фундаментального технологического исследования до распространения существующей технологии.

В целом о применении экстраполяционных методов прогнозирования можно говорить только на ранних стадиях инновационного процесса.

Модель Адамса

Распространение информации, согласно данной модели, происходит по аналогии с расстоянием, которое пролетает свободно падающее физическое тело.

Увеличение интенсивности распространения информации, согласно данной модели, пропорционально ускорению свободного падения g :

$$\frac{d^2 I}{dt^2} = g. \quad (5.3)$$

Соответственно, интенсивность распространения информации можно будет рассчитать по аналогии со скоростью движения падающего тела:

$$\frac{dI}{dt} = gt. \quad (5.4)$$

Ну, и, конечно же, суммарное количество информации, распространенное за определенный интервал времени T , можно рассчитать по аналогии с определенным интегралом, взятым от скорости падения тела:

$$I = \int_0^T gt \, dt = \frac{gT^2}{2}. \quad (5.5)$$

Таким образом, скорость распространения информации пропорциональна квадрату времени, прошедшего от момента зарождения и обнародования идеи. Проблема в этой ситуации возникает с определением коэффициента пропорциональности g , который для расчета значения количества информации вовсе не будет равен $\approx 9,8$ и уж тем более не будет вычисляться в метрах, деленных на секунду в квадрате. Ну, а поскольку обозначение коэффициента не имеет особого значения для определения количества информации, то равенство (5.5) можно переписать в виде

$$I = kT^2, \quad (5.6)$$

где k — коэффициент пропорциональности.

Основная ценность данной модели заключается в понимании самого механизма развития идеи, а не в определении количественного значения информации, даже если бы было известно, как рассчитать значение коэффициента k , поскольку невозможно сказать заранее, что понимать под информацией: количество знаков во всех публикаций по теме, связанной с данной идеей, или изменение неопределенности, выраженной в энтропии исходной идеи. По крайней мере, используя формулу (5.6), можно с уверенностью сказать, что если мы знаем примерно момент времени, когда зародилась идея, то по

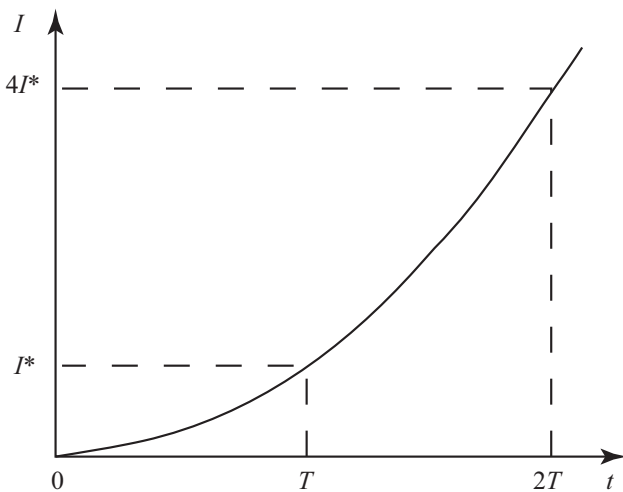


Рис. 5.1. График увеличения объема информации по закону Адамса

прошествии такого же интервала времени от момента прогнозирования количество информации увеличится в 4 раза (см. рис. 5.1).

Что же касается возможных единиц измерения информации, то в этом случае, скорее всего, можно использовать величину разности энтропии до появления идеи и до полного ее всестороннего изучения. Другими словами, можно сказать, что существует момент времени, когда накопление информации, обусловленной идеей, прекратится. Это связано с поведением аналога: свободно падающее тело прекратит свое падение, как только достигнет поверхности тела притяжения (см. рис. 5.2). Однако достижение такого состояния в реальной действительности невозможно, поскольку невозможно на 100% всесторонне исследовать любую идею. Следовательно, закон Адамса для описания прогноза распространения информации применим только на стадии фундаментальных исследований и начальной стадии прикладных исследований. По этому закону можно рассчитать, например, примерное время защиты очередной диссертации по теме, связанной с идеей, или момент начала прикладных исследова-

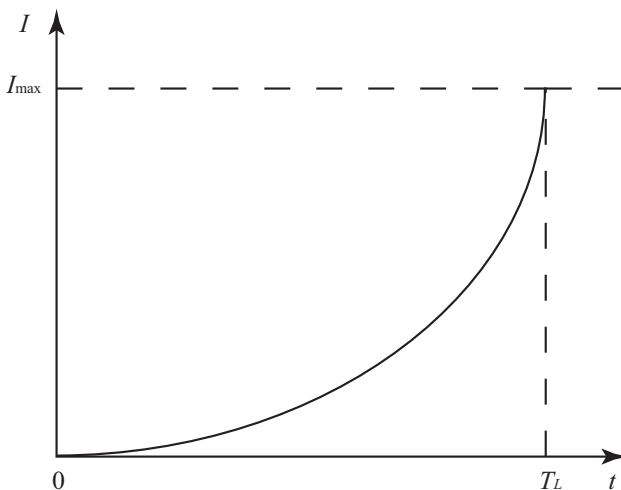


Рис. 5.2. Общий вид закона распространения информации Адамса

ний, если достоверно известно, какое количество фундаментальных работ необходимо провести для того, чтобы приступить к изучению с практической стороны.

Пример 4. На защите диссертационной работы на соискание степени кандидата технических наук по оригинальной теме, соискатель заявил о том, что на воплощение идеи в научный результат ему потребовалось 4 года работы. Учитывая, что информация распространяется по закону Адамса, необходимо спрогнозировать момент времени, когда состоится защита второй диссертационной работы по теме, связанной с этой же идеей, считая, что автор первой диссертационной работы является автором идеи.

Решение. Будем полагать, что все работы, которые будут связаны с дальнейшим развитием вышеупомянутой идеи, найдут воплощение во второй диссертационной работе, которая по количеству новой информации будет равна первой. Поскольку считается, что информация распространяется по закону Адамса, то для определения момента защиты второй диссертационной работы необходимо вос-

пользоваться равенством (5.6), из которого очень легко выводится значение T :

$$T = \sqrt{\frac{I}{k}}. \quad (5.7)$$

Значение коэффициента пропорциональности k находится постановкой в уравнение (5.6) значений $T = 4$ и $I = I^*$, показывающих, что через 4 года с момента зарождения идеи состоялась защита первой диссертационной работы. В итоге получаем:

$$k = \frac{I^*}{16}.$$

Подставляя значения коэффициента пропорциональности и удвоенное значение количества информации $I = 2I^*$ в уравнение (5.7), получим:

$$T = \sqrt{\frac{2I^*}{\frac{I^*}{16}}} = \sqrt{32} \approx 5,7.$$

Следовательно, следующей защиты диссертационной работы по теме, развивающей вышеупомянутую идею, следует ожидать не позднее, чем через 1,7 года. Оговорка “не позднее” подразумевает, что данная идея может получить развитие в других работах, которая развивается другими исследователями, прежде не занимавшимися данной проблемой.

Модель Айзенсона

Как мы увидели, модель Адамса не позволяет учесть существенного изменения ситуации, связанного с вовлечением в процесс фундаментальных исследований большого количества людей. Зато учесть данный фактор позволяет аналоговая модель Айзенсона.

Согласно модели Айзенсона, темп (скорость) увеличения количества информации пропорционален количеству исследователей, занятых разработкой идеи:

$$\frac{dI}{dt} = gN(t) \frac{L - I}{L} = gN_0 e^{ct} \frac{L - I}{L}, \quad (5.8)$$

где I — количество информации;

L — максимально возможное количество информации;

g — коэффициент продуктивности одного исследователя;

N — число исследователей, активно занятых в момент времени t ;

N_0 — число исследователей, активно занятых в момент времени $t = 0$;

c — параметр, определяющий увеличение количества исследователей, занимающихся разработкой данной темы.

Преимущество данной модели заключается не только в том, что она указывает на бесконечный экспоненциальный рост информации, связанный с развитием идеи, но так же и на то, что в момент зарождения идеи количество информации не равно нулю. Действительно, рождение идеи связано не со случайным полетом мысли в мире полном хаоса, а с постоянным и методичным отбором причинно-следственных связей, который происходит у каждого человека в течение достаточно продолжительного времени. Момент рождения идеи представляет собой нахождение достаточно устойчивых причинно-следственных связей между факторами, что позволяет сформулировать гипотезу о существовании некоторой системы.

Присутствующий в правой части уравнения сомножитель $\frac{L - I}{L}$ указывает на изменение интенсивности получения дополнительного количества информации в зависимости от степени достижения максимально возможной степени всестороннего изучения идеи L . Однако измерить этот максимальный уровень на начальных стадиях фундаментальных исследований не представляется возможным. Что же касается самого измерения количества информации, то предлагается его учитывать в общем количестве публикаций по данной теме.

Коэффициент продуктивности одного исследователя g измеряется в количестве статей, приходящихся в среднем в год на одного исследователя, занятого изучением данной проблемы.

Произведение $N_0 e^{ct}$ определяет увеличение количества исследователей, активно занимающихся исследованием данной проблемы, в экспоненциальной зависимости.

Решая дифференциальное уравнение (5.8), которое является линейным первого порядка, находим общее решение в виде:

$$I = L - (L - I_0) e^{-\frac{gN_0}{cL} e^{ct}}. \quad (5.9)$$

Учитывая, что $I_0 \ll I$ ($t \neq 0$), получаем общее решение:

$$I = L \left(1 - e^{-\frac{gN_0}{cL} e^{ct}} \right). \quad (5.10)$$

Кроме того, Айзенсон считал, что на интенсивность роста количества информации оказывает также влияние общение между исследователями, причем с той же силой, что и работа каждого отдельного исследователя в отдельности. С учетом этого замечания уравнение (5.8) приобретает следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dt} &= g \left(N(t) + \frac{1}{2} N(t) (N(t) - 1) \right) \frac{L - I}{L} = \\ &= \frac{1}{2} g N_0 e^{ct} (N_0 e^{ct} + 1) \frac{L - I}{L}. \end{aligned} \quad (5.11)$$

При $N \gg 1$ уравнение (5.11) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{2} g N_0^2 e^{2ct} \frac{L - I}{L}, \quad (5.12)$$

общим решением для которого при допущении $I_0 \ll I$ ($t \neq 0$) будет уравнение:

$$I = L \left(1 - e^{-\frac{gN_0^2}{4cL} e^{2ct}} \right). \quad (5.13)$$

График данного уравнения будет представлять собой S -образную кривую с точкой перегиба при $t = \frac{1}{2c} \ln \frac{4cL}{gN_0^2}$ (см. рис. 5.3).

Для того чтобы воспользоваться уравнением Айзенсона для прогнозирования степени реализации данной идеи, необходимо знать

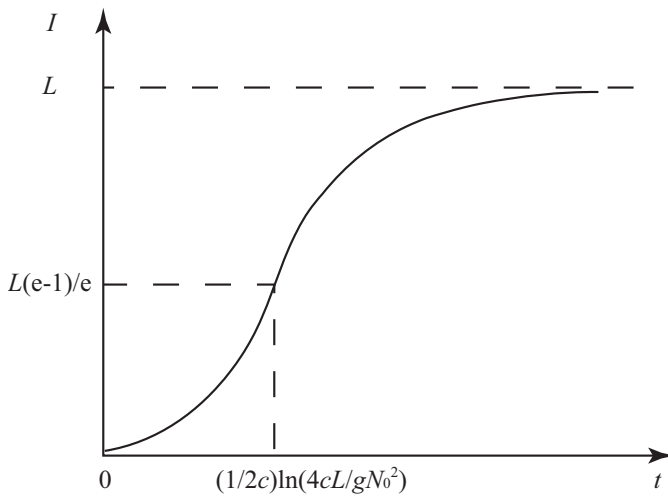


Рис. 5.3. График закона распространения информации Айзенсона

значение величины L . Однако L предполагает не только фундаментальные и прикладные исследования, но и появление новых технологий, и сами инновации и диффузию инноваций. Таким образом, определить заранее максимальный размер информации, который может быть получен при изучении любой идеи, не представляется возможным. Следовательно, использование закона Айзенсона ограничивается, как и в случае с законом Адамса, прогнозированием инновационного процесса на начальных стадиях (фундаментальные и прикладные исследования и создание элементарной технологии). Для этого необходимо исключить из уравнения (5.12) множитель $\frac{L-I}{L}$, ограничивающий рост количества информации. В итоге после интегрирования получим общее решение в виде:

$$I = \frac{gN_0^2}{4c} (e^{2ct} - 1). \quad (5.14)$$

Пример 5. Научный сотрудник университета (разработчик инновационной идеи) сумел привлечь к своей работе 2-х аспирантов. В течение года этим коллективом были получены некоторые

научные результаты, которые нашли отражение в 5-ти статьях. Используя уравнение Айзенсона (5.13) (без определения максимальной величины информации), необходимо определить состояние исследований еще через 3 года: сколько человек будет заниматься этой проблемой к концу 4-го года и какое количество публикаций по данной теме будет выпущено.

Р е ш е н и е. Для того чтобы воспользоваться уравнением (5.14) для расчета количества статей, которые будут выпущены по данной теме, необходимо определить значения параметров g и c .

Значение параметра g — среднего количества публикаций по теме — можно приближенно найти из исходных данных, разделив 5 публикаций на 3-х сотрудников. В среднем на каждого сотрудника научного коллектива придется по 1,67 публикаций в год. При этом будем также предполагать, что в течение этого года никто к научному коллективу не присоединится, все общение по проблеме будет сосредоточено исключительно внутри этого коллектива и никто кроме научного коллектива развитием данной темы заниматься не будет.

Подставив значение параметра g и другие исходные данные ($t = 1$, $N_0 = 3$) в уравнение (5.14), найдем значение параметра c . Подстановка приведет нас к следующему уравнению:

$$e^{2c} - 1 = \frac{4c}{3}.$$

Методом подбора находим значение параметра $c \approx 1,48 \cdot 10^{-4}$.

Подставляя найденные значения параметров и другие исходные данные в уравнение (5.14), находим объем накопленной информации на конец 4-го года:

$$I(4) = \frac{5/3 \cdot 3^2}{4 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} \cdot (e^{8 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} - 1) \approx 30.$$

Для определения количества исследователей, которые будут заниматься данной проблемой через 4 года, воспользуемся равенством:

$$N(t) = N_0^2 e^{2ct}. \quad (5.15)$$

Подставляя данные, получаем:

$$N(4) = 3^2 \cdot e^{8 \cdot 1,48 \cdot 10^{-4}} \approx 9.$$

Таким образом, к концу 4 года ожидается, что данной проблемой будут активно заниматься 9 исследователей, а количество публикаций по теме достигнет 30.

Модель Хартмана

Очень похожую модель для описания интенсивности распространения информации предложил Хартман. Он рассматривает деятельность ученых, занимающихся исследованиями, по аналогии с броуновским движением молекул газа, сталкивающихся друг с другом. Столкновение молекул — это и есть процесс генерации новой информации. Также Хартман считал, что интенсивность прироста информации зависит от уже имеющейся информации. Таким образом, Хартман считает, что развитие идеи возможно только во взаимодействии исследователей. Одиночные действия исследователей, по мнению автора модели, новой информации не дают, что является основанием для критики модели.

Как и предыдущие модели, модель Хартмана нашла свое применение лишь при моделировании инновационного процесса на начальных стадиях.

В общем виде модель Хартмана можно представить в виде следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{dI}{dt} = kvN\sigma I(t), \quad (5.16)$$

где N — число ученых, которые могут заниматься разработкой модели;

$I(t)$ — количество накопленной информации в системе в момент времени t ;

v — скорость движения “информационных молекул” (интенсивность стремления ученых к взаимодействию и обмену мнениями);

σ — активная площадь взаимодействия молекул (КПД взаимодействия ученых);

k — коэффициент пропорциональности.

Интегрируя уравнение (5.16) по времени от 0 до T , получаем уравнение для количества накопленной информации в течение периода T :

$$I = I_0 (e^{kvN\sigma t} - 1), \quad (5.17)$$

где I_0 — количество накопленной информации в момент времени $t = 0$.

Несмотря на всю простоту записи и высокую степень содержательности, уравнение Хартмана для описания скорости роста информации имеет существенный недостаток, связанный с необходимостью определения значений сразу трех коэффициентов. Кроме того, необходимо также определиться с размерностью этих коэффициентов.

Для выполнения прогнозных расчетов в модели Хартмана вводится допущение — произведение $kvN\sigma$ принимается за константу, после чего уравнение (5.17) приобретает вид:

$$I = I_0 (e^{bt} - 1), \quad (5.18)$$

где $b = kvN\sigma$ — коэффициент пропорциональности.

Для иллюстрации применения модели Хартмана в процессе прогнозирования развития ситуации, рассмотрим следующий пример.

Пример 6. Для выполнения технического задания, в рамках которого необходимо провести ряд прикладных исследований и разработать технологию изготовления детали, на машиностроительном заводе создается временная творческая группа. Источниками информации для выполнения плановых работ являются 40 статей, составляющих монографию, в которой отражаются основные результаты фундаментальных исследований, дается чертеж принципиальной схемы работы устройства, на основании принципов работы которого и должен быть изготовлен опытный образец изделия. Согласно техническому заданию группе в течение 6 месяцев, которые отводятся на разработку новой детали, необходимо провести около 300 прикладных исследований, опытов и испытаний, в том числе с опытным образцом изделия, по результатам которых должна быть подготовлена конструкторская документация. Предполагается, что этих 300 опытов будет достаточно для того, чтобы успешно выполнить техническое задание и передать конструкторские документы для опытного производства изделия. В течение первых двух месяцев временным коллективом было проведено 20 прикладных исследований и опытов.

На основании функции Хартмана сделать прогноз относительно возможности выполнения технического задания в установленный срок.

Р е ш е н и е. В первую очередь, определим значение коэффициента пропорциональности b , считая, что количество членов группы, интенсивность и эффективность их взаимодействия в течение всего времени работы меняться не будут. Для этого подставим начальные условия в формулу (5.18): $I_0 = 40$ — количество работ, связанных с фундаментальными исследованиями по данной теме; $t = 2$ — количество месяцев, в течение которых работал временный коллектив; $I = 60$ — величина накопленной информации (фундаментальные работы и прикладные исследования и опыты, проведенные временным коллективом). Тогда

$$60 = 40 (e^{bt} - 1).$$

После несложных манипуляций с этим уравнением найдем значение параметра:

$$b = \frac{1}{2} \ln 2,5.$$

Подставляя значение параметра b в уравнение (5.18) при $t = 6$, получим:

$$I = 40 \cdot (e^{6 \cdot \frac{1}{2} \cdot \ln 2,5} - 1) = 585.$$

Исключая фундаментальные исследования в размере 40 единиц, получим, что временный коллектив в течение 6 месяцев способен выполнить прикладных и опытных работ в размере 545 единиц, что значительно превышает количество работ, предусмотренное техническим заданием.

Модель Ленца

Как итог изучения аналоговых экстраполяционных моделей рассмотрим модель Ленца. Данная модель является своего рода высшей степенью проявления возможностей интерпретации стадий инновационного процесса на основе аналоговых систем.

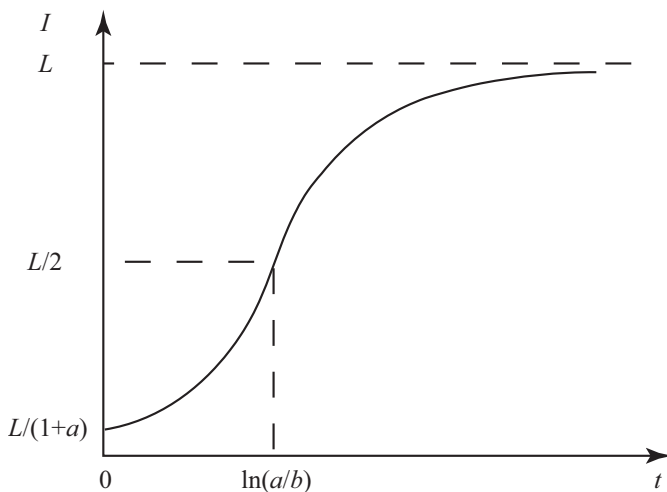


Рис. 5.4. Логистическая S -образная функция

Увеличение накопленной информации Ленц, как и его предшественник Айзенсон, рассматривал в качестве процесса, имеющего точку насыщения L .

В качестве функции распространения информации Ленц предлагает использовать логистическую S -образную функцию (см. рис. 5.4):

$$I(t) = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}, \quad (5.19)$$

$I(t)$ — количество накопленной информации в системе в момент времени t ;

L — предельное значение (точка насыщения) информации;

a — параметр (безразмерный);

b — параметр (размерность: время в минус первой степени).

Сама по себе логистическая функция, конечно же, не дает представление о процессе превращения ценности. Аналогией здесь следует считать само применение функции к описанию процессов, сходных с инновационными процессами. В качестве таких аналогий Ленц

приводит клеточную аналогию и аналогию полового размножения. Далее в табл. 5.1 приводится детальный перечень таких аналогий.

Таблица 5.1

Таблица аналогий в клеточном росте и инновационном процессе

Биологический рост	Инновационный процесс
Исходная клетка	Первоначальная идея или изобретение
Деление клетки	Процесс изобретательства
Клетка второго поколения	“Новая” идея или изобретение
Период деления клетки	Время, необходимое для того, чтобы первоначальное изобретение вызвало “новое”
Питательная среда	Экономическая поддержка, оказываемая изобретению
Срок жизни клетки	Полезная жизнь изобретения
Нормальная смерть клетки	Устаревание изобретения
Клеточная масса	Техническая область или класс машин
Предел объема клеточной массы	Пределы экономического спроса на изобретение в данной технической области
Жизнеспособность клеточной массы	Эксплуатационные характеристики

Безусловно, с теоретической точки зрения модель Ленца имеет очень важное значение для прогнозирования времени наступления этапов инновационного процесса, однако для этого требуется более детальная проработка соответствий значений количества накопленной информации I с определенными стадиями инновационного процесса или его аналога. В отсутствии возможностей для определения таких соответствий следует ограничивать применение модели Ленца лишь начальными стадиями инновационного процесса (фундаментальными и прикладными исследованиями, разработкой технологий, опытных образцов и конструкторской документации).

Резюмируя применение аналоговых моделей в качестве экстраполяционных методов прогнозирования, следует отметить, что их использование является сильно ограниченным. Как удалось убедиться, аналоговые модели дают хорошие результаты только на ранних стадиях инновационного процесса. Основная причина невозможности их применения на более зрелых стадиях производства инновационной продукции сопряжена с трудностями измерения и интерпретации данных.

5.3.2. Экстраполяционные методы. Феноменологические модели

Регрессионные модели

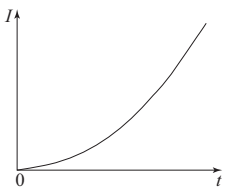
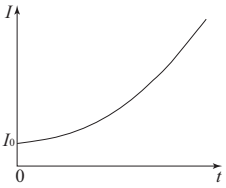
Экстраполяционные методы, основанные на аналоговых моделях, несмотря на их высокую степень формальности, все же несли на себе отпечаток интуитивных моделей. Само отражение инновационного процесса через динамику некоторого аналога, будь то свободно падающее тело или процесс деления клетки, представляет собой результат некоторого интуитивного чутья исследователя. Неоднозначность аналогового представления говорит о том, что интуиция не всегда дает единственно правильное решение. И все же интуитивные методы с точки зрения объективности восприятия процесса проигрывают экстраполяционным методам. Дело в том, что в интуитивных прогнозах экспертов наблюдается склонность к чрезмерному оптимизму в отношении близкого будущего и к излишнему пессимизму в отношении отдаленного будущего.

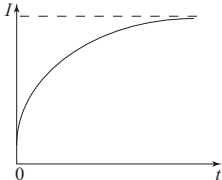
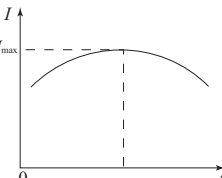
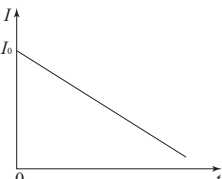
Следующим шагом, который в еще большей степени исключает влияние интуиции на результат прогноза, является использование тех же экстраполяционных функций, выбор которых осуществляется не на основании аналогии поведения объектов, а на основании того, насколько точно функция описывает тенденцию, сложившуюся в данном инновационном процессе. Таким образом, задача ЛПР сводится к выбору той функции, кривая которой в наибольшей степени напоминает поведение реального процесса, независимо от того, какой смысл необходимо будет вложить в отдельные параметры, описывающие функцию.

Если рассматривать инновационный процесс с точки зрения жизненных циклов, то для различных стадий предлагаются различные феноменологические модели (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2

**Математические функции, описывающие динамику
жизненных циклов**

<i>Стадия жизненного цикла</i>	<i>Название функции</i>	<i>Уравнение и график</i>
Зарождение	Экспоненциально-степенная	$I = e^{at} \cdot bt^c$ 
Ускорение роста	Экспоненциальная	$I = I_0 e^{at}$ 

Стадия жизненного цикла	Название функции	Уравнение и график
Замедление роста	Вторая функция Торнквиста	$I = k \frac{t + a}{t + b}$ 
Зрелость	Парабола	$I = a + bt + ct^2$ 
Спад	Прямая	$I = I_0 + bt$ 

После того как выбрана необходимая функция для описания определенной стадии инновационного процесса, перед ЛППР стоит задача оценить параметры этой функции. Это можно легко сделать при помощи *метода наименьших квадратов*, если, конечно же, есть статистические данные о динамике характеристики объекта управления в течение определенного периода наблюдения.

В общем виде задачу поиска значений параметров выбранной функции методом наименьших квадратов можно представить в виде следующего выражения:

$$\sum_{k=1}^n \left(I_k - \hat{I}(\bar{a}, t_k) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (5.20)$$

где I_k — наблюдаемое значение признака в момент времени k ;

$\hat{I}$ — расчетное значение признака в момент времени k ;

$\bar{a} = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ — вектор значений параметров;

t_k — моменты времени.

Общий смысл выражения (5.20) заключается в том, чтобы найти уравнение такой аналитической кривой, значения которой в наименьшей степени расходятся бы с наблюдаемыми значениями.

В итоге, после определения значений параметров $\bar{a}$, получается функция, описывающая изменение значение изучаемого признака I от времени. Такая зависимость носит название уравнения регрессии. Мы не будем подробно останавливаться на том, как находить уравнение регрессии, поскольку это является предметом многих учебных курсов, в том числе и математической статистики. В связи с этим мы считаем, что все эти процедуры очень хорошо известны студентам. Многие из процедур реализованы в прикладных программах, которые также, мы надеемся, известны тем, кто читает эти строки. Скажем лишь о том, что после нахождения уравнения регрессии существует необходимость проверить его качество при помощи специальных статистик. В частности, при помощи статистики Фишера (F -статистики) оценивается качество (значимость) всего уравнения регрессии, а при помощи статистик Стьюдента (t -статистик) — качество отдельных параметров этого уравнения. Если качество уравнения не является удовлетворительным, то использование его для решения задач прогнозирования очевидно может дать неверные результаты.

В отличие от экстраполяционных методов прогнозирования, построенных на аналитических моделях, позволяющих составить достаточно примерный прогноз на основе причинно-следственных связей, методы, основанные на моделях феноменологических (в том числе регрессионных), дают более точные результаты, выражающи-

еся в количественных единицах и отношениях. Однако феноменологические методы, как указывалось ранее, пренебрегают причинно-следственными связями, да и компоненты этих уравнений (параметры), как правило, не имеют содержательного смысла. Поэтому объяснить, почему получилось именно такое прогнозное значение, а не какое-либо другое, можно только на основании доводов из серии: “звезды так распорядились”, “карты так легли” и т. д. Понятно, что у ЛПР могут возникнуть трудности, чтобы доказать тому же владельцу проблемы правдивость прогноза. В целом же методы построения регрессии в качестве инструментов прогнозирования можно охарактеризовать как “максимум точности — минимум содержательности”.

Полиномиальные модели

Альтернативным способом определения значений параметров феноменологической модели является поиск параметров *полиномиальной модели*.

Полиномиальную модель динамики некоторой характеристики можно представить в виде уравнения:

$$I = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n. \quad (5.21)$$

Количество элементов полиномиальной модели определяется по виду тенденции, а также по количеству статистических данных, имеющих в распоряжении ЛПР. Если ЛПР обладает информацией о состоянии объекта исследования только в 2 момента времени, то на основании этих данных могут быть найдены значения параметров лишь для полиномиальной функции первого порядка:

$$I = a_0 + a_1 I. \quad (5.22)$$

Если же в распоряжении ЛПР есть данные о трех моментах наблюдения, то на их основании он может уже найти значения параметров для полиномиальной модели второго порядка:

$$I = a_0 + a_1 I + a_2 I^2. \quad (5.23)$$

Аналогично подбираются параметры для моделей большего порядка.

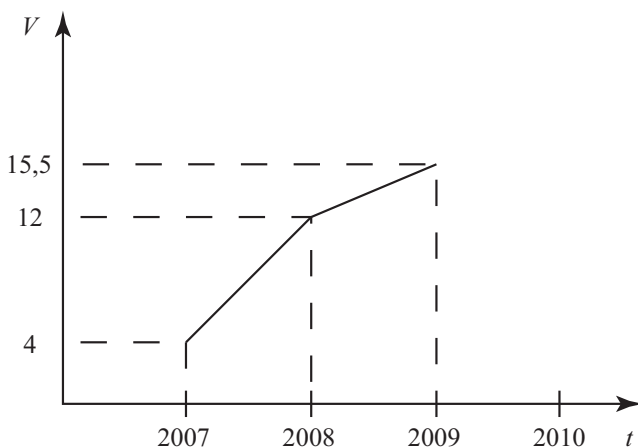


Рис. 5.5. График динамики мирового объема продаж iPhone

Полиномиальные модели, как и любые другие, относящиеся к классу феноменологических моделей, позволяют смоделировать тенденцию изменения значения характеристики и вычислить достаточно ее прогнозное значение. Преимущество полиномиальных моделей перед регрессионными заключается в том, что они позволяют сэкономить время для определения прогнозного значения. Кроме того, полиномиальные модели показывают свою эффективность при малом количестве статистических данных, т. е. в тех случаях, когда регрессионные модели считаются статистически незначимыми. Для иллюстрации того, как используется полиномиальный метод, рассмотрим следующий пример.

Пример 7. Мировой объем продаж продукта iPhone в год его выхода на рынок (2007) составил около 4 млн штук, в 2008 — около 12 млн, в 2009 — 15,5 млн. Используя полиномиальную модель, спрогнозировать объем продаж в 2010 году.

Решение. Для того чтобы определить тенденцию объема продаж (V), нарисуете график динамики этой характеристики (рис. 5.5).

По графику видно, что тенденция объема продаж данного инновационного продукта приближается к максимуму, следовательно,

продукт находится на этапе зрелости. В соответствии с табл. 5.2 для описания сложившейся тенденции необходимо выбрать параболу, которая является полиномом второго порядка (5.23). Для нахождения значений параметров подставим последовательно данные наблюдений в это уравнение (вместо значений моментов времени t равных 2007, 2008 и 2009, возьмем, соответственно, 0, 1 и 2). В итоге получим систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} a_0 = 4, \\ a_0 + a_1 + a_2 = 12, \\ a_0 + 2a_1 + 4a_2 = 15, 5. \end{cases}$$

Решая систему, получаем следующие значения параметров полиномиальной модели: $a_0 = 4$, $a_1 = 10, 25$, $a_2 = -2, 25$. Подставив эти значения в уравнение (5.23), получим полиномиальную модель, пригодную для прогнозирования:

$$V = 4 + 10, 25t - 2, 25t^2.$$

Для нахождения прогноза объема продаж в 2010 году, подставим в полученную модель $t = 3$:

$$V(3) = 4 + 10, 25 \cdot 3 - 2, 25 \cdot 3^2 = 14, 5.$$

Таким образом, по прогнозу, в 2010 году объем продаж в среднем за год снизится на 1 млн штук по сравнению с 2009 годом, что говорит о переходе товара в фазу спада. Для разработчика iPhone — это сигнал для разработки нового продукта, который должен будет выйти на рынок в 2011 году.

По аналогии с регрессионными моделями необходимо оценить качество полиномиальной модели. При малом количестве данных такая оценка не представляется возможной. Если же количество данных было большим, то прогнозное качество модели можно было бы оценить при помощи следующей операции. Выбрать часть наблюдений для составления модели, а несколько более поздних наблюдений оставить для проверки качества модели — они составят период упреждения прогноза. Затем при помощи модели составить прогноз на период упреждения и сравнить полученные значения с данными наблюдений.

5.3.3. Методы декомпозиционного анализа динамических рядов

В отличие от регрессионных и полиномиальных моделей, а также в отличие от аналитических моделей, которые пытаются выявить всего лишь тенденцию динамики некоторой характеристики объекта управления, декомпозиционный анализ динамических рядов предполагает выявление не только тенденции, но и колебательных элементов, которые допускают отклонение от тенденции.

В общем виде модель декомпозиции временного ряда можно представить в форме следующего уравнения:

$$I = T + C + S + E, \quad (5.24)$$

где T — значение, определяемое сложившимся трендом;

C — значение, определяемое циклическими колебаниями;

S — значение, определяемое сезонными колебаниями;

E — значение, определяемое случайными отклонениями от сложившегося тренда.

Нужно отметить, что в регрессионных моделях также присутствуют тренд и случайная составляющая. Что же касается циклических и сезонных колебаний, которых нет в регрессионных моделях, то они отличаются по природе происхождения. Сезонные колебания согласуются с годичным циклом. Циклические колебания, соответственно, не согласуются.

Представленная в уравнении (5.24) модель декомпозиции временного ряда называется *аддитивной*, поскольку все компоненты прогнозного значения складываются. Такое декомпозиционное представление не является единственным. Существуют также *мультипликативная* и *смешанная* модели, уравнения которых, соответственно:

$$I = T \cdot C \cdot S \cdot E, \quad (5.25)$$

$$I = T \cdot C \cdot S + E. \quad (5.26)$$

Выбор подвида модели для прогнозирования определяется поведением объекта в период основания прогноза (в период, за который имеются наблюдения). Если амплитуда колебаний прогнозируемой

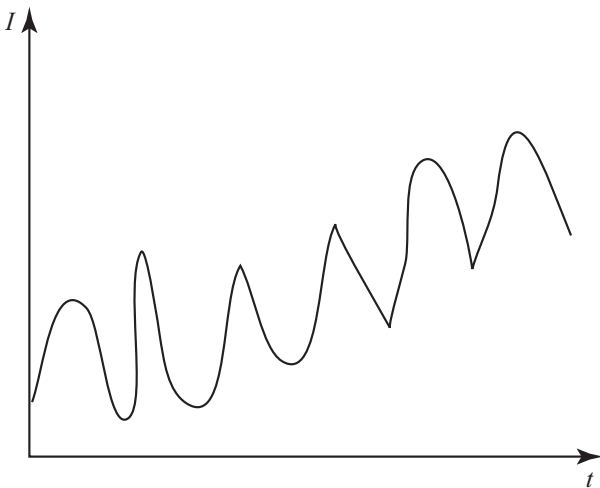


Рис. 5.6. График динамики характеристики с амплитудой колебаний близкой к постоянной

характеристики с течением времени не изменяется, то используется аддитивная модель (см. рис. 5.6), если же изменяется — мультипликативная (см. рис. 5.7).

Компоненты уравнения находятся методом последовательного исключения. Сначала находится трендовая компонента определением уравнения регрессии. После ее исключения из динамического ряда находится сезонная компонента, а затем циклическая.

Для получения достоверного прогноза при использовании модели декомпозиции временных рядов необходимо использование большого количества статистических данных, составляющих основание прогноза.

5.3.4. Параметрические модели

В случае, когда количество статистических данных, составляющих основание прогноза, не удовлетворяет требованиям моделей (относится, прежде всего, к регрессионным моделям и моделям деком-

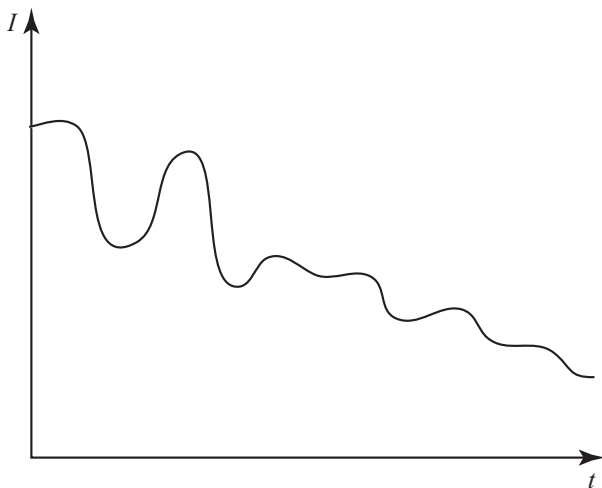


Рис. 5.7. График динамики характеристики с убывающей амплитудой колебаний

позиции временного ряда), а применение полиномиальных моделей не представляется возможным, используются параметрические модели.

Основное достоинство параметрических моделей для целей экстраполяции заключается в том, что они позволяют прогнозировать характеристики в отношении инновационных продуктов и технологий на основании характеристик, которые рассчитаны в отношении уже освоенных технологии и продукции, имеющей массовый выпуск. Освоенные технологии и продукты выступают в качестве аналогов для инноваций.

Общий вид функции, позволяющей определить прогнозное значение характеристики, можно представить в виде следующего выражения:

$$I_{jt} = \frac{I_b}{X_b} \cdot X_{jt} \cdot \prod_i K_{it}, \quad (5.27)$$

где I_{jt} — значение прогнозируемой переменной инновационного продукта в условиях эксплуатации j в период упреждения t ;

I_b — значение прогнозируемой характеристики базового продукта (выпускаемого организацией в настоящее время);

X_b — значение характеристики базового продукта, которая, по мнению ЛПР, является основным положительным фактором, влияющим на прогнозируемую характеристику (например, количество работников предприятия, производительность труда одного работника, производственные мощности и т. д.);

X_{jt} — значение положительного фактора инновационного объекта в условиях эксплуатации j в период упреждения t ;

K_{it} — коэффициент, учитывающий влияние i -го изменения организационно-технического уровня отдельных подсистем организации, связанного с производством инновационного продукта, в период времени t .

Значения коэффициентов, учитывающих изменение организационно-технического уровня, определяются также в соотношении проектируемого инновационного продукта (или технологии) и выпускаемого продукта. В общем виде расчет коэффициента можно представить следующей формулой:

$$K_{it} = \frac{H_{pt}^o / H_p}{H_b^o / H_b}, \quad (5.28)$$

где H_{pt}^o — освоенные технологические элементы инновационного продукта в момент времени t ;

H_p — общее количество технологических элементов инновационного продукта;

H_b^o — освоенные технологические элементы базового продукта;

H_b — общее количество технологических элементов базового продукта.

Индекс i , принадлежащий коэффициенту K , определяет вид осваиваемых технологий: технология промышленного изготовления, технология управления персоналом, технология маркетинга, технология продаж и т. д. Другими словами, данным индексом определяются все элементы системы менеджмента организации, влияющие на степень достижимости потенциального значения прогнозируемой характеристики.

Под количество технологических элементов можно понимать количество деталей, входящих в состав выпускаемого продукта организации (или инновационного продукта), количество технологических операций.

Рассмотрим на примере применение параметрического метода прогнозирования.

П р и м е р 8. Машиностроительное предприятие принимает решение наладить производство ручных пиротехнических ножниц для резки металла, работающих от энергии холостого винтовочного патрона. До сих пор на предприятии изготавливались лишь гидравлические ножницы.

Гидравлические ножницы состояли из 6 основных узлов, технология каждого из которых была полностью освоена. Устройство пиротехнических ножниц включает 7 основных узлов. Технологию изготовления 4-х из них предстоит освоить. Для освоения технологии изготовления новых узлов планируется проводить обучение всех работников, которые будут заняты изготовлением ножниц (20 человек), в течение 2 лет.

Проектная мощность производства пиротехнических ножниц составляет 50 изделий в день. Выход на проектную мощность планируется в течение 3 лет. Плановые цифры освоения производственных мощностей в течение 3-х лет представлены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

График освоения предприятием производственных мощностей по производству пиротехнических ножниц на конец периода

Время (месяцы)	6	12	18	24	30	36
Объем производства (шт./день)	10	25	35	40	45	50

Цена, по которой предприятие продавало гидравлические ножницы, составляла 7 тыс. руб. Предполагается, что новое изделие будет реализовываться по той же цене.

Предприятие берет на себя обязательства заменить изделие, если оно окажется бракованным или выйдет из строя до окончания гарантийного срока.

Используя параметрические модели, составить прогноз объема выручки, которую получит предприятие в течение 3 лет (вплоть до момента выхода на полную производственную мощность).

Р е ш е н и е. В качестве прогнозируемой характеристики (I_{jt}) предлагается использовать объем выручки, полученной предприятием от продажи пиротехнических ножниц. Составим математическую модель задачи:

$$\begin{aligned} I_{j(t-1), t}^m &= I_{j(t-1), t}^d \cdot d; \\ I_{j(t-1), t}^d &= \frac{I_{j(t-1)}^d + I_{jt}^d}{2}; \\ I_{jt}^d &= \frac{I_b}{X_b} \cdot X_{jt} \cdot K_t; \\ K_t &= \frac{H_{pt}^o / H_p}{H_b^o / H_b}, \end{aligned}$$

где $I_{j(t-1), t}^m$ — среднемесячный объем выручки в течение периода $(t-1, t)$;

d — среднее количество рабочих дней в течение месяца (для расчетов берется 20 дней);

I_{jt}^d — дневной объем выручки от продажи пиротехнических ножниц на конец периода $(t-1, t)$;

I_b — дневной объем выручки от продажи гидравлических ножниц;

X_b — дневной объем производства гидравлических ножниц;

X_{jt} — дневной объем производства пиротехнических ножниц на конец периода $(t-1, t)$;

K_t — коэффициент, учитывающий влияние изменения степени освоения работниками технологии изготовления пиротехнических ножниц на конец периода $(t-1, t)$;

H_p и H_b — количество узлов, из которых состоят, соответственно, пиротехнические и гидравлические ножницы;

H_{pt}^o — количество узлов пиротехнических ножниц, изготовление которых освоено производственными рабочими предприятия на конец периода $(t-1, t)$;

H_b^o — количество узлов гидравлических ножниц, изготовление которых освоено производственными рабочими предприятия.

Последовательно найдем значения всех характеристик, необходимых для расчета величины объема выручки.

$$H_b = H_b^o = 6,$$

$$H_p = 7.$$

Количество узлов пиротехнических ножниц, технология изготовления которых освоена H_{pt}^o , будет меняться с течением 2-х лет от 3 на момент начала запуска производства до 7 на конец второго года. Для расчета будем использовать полугодовые периоды, поскольку такие периоды используются в графике освоения производственных мощностей — таким образом период освоения технологии производства составит 4 периода. Будем также полагать, что освоение производства новой продукции находится в линейной зависимости от количества работников, прошедших обучение. Следовательно, на конец каждого периода в течение всего времени освоения технологии величину H_{pt}^o можно рассчитать по формуле:

$$H_{pt}^o = H_{p0}^o + (H_{p4}^o - H_{p0}^o) \cdot \frac{t}{4}. \quad (5.29)$$

Далее найдем значение коэффициента K_t , подставив полученные значения в соответствующую формулу математической модели, после чего последовательно вычислим значения I_{jt}^d , $I_{j(t-1, t)}^d$, $I_{j(t-1, t)}^m$, считая, что дневной объем выручки, полученной от реализации гидравлических ножниц I_b , составлял в среднем: $7 \cdot 50 = 350$ тыс. руб. Результаты вычислений представлены в табл. 5.4.

Последняя строка в табл. 5.4 представляет собой прогнозное значение объема ежемесячной величины выручки, которую получит предприятие в среднем в течение каждого месяца.

Итак, как удалось убедиться на примере, параметрический метод является достаточным простым инструментом прогнозирования, но доступным только в том случае, если имеется достоверная информация о тех характеристиках, которые используются в качестве

входных переменных для расчетов. Однако значения этих характеристик, как удалось убедиться, представляли собой некоторые плановые показатели, достижение которых вовсе не является достоверным событием. Ситуация осложняется еще и тем, что ЛПР не может оценить степень достоверности информации. Таким образом, можно сказать, что параметрический метод прогнозирования — это, скорее всего, некоторый инструмент планирования, позволяющий на основании ряда контрольных плановых цифр установить ориентировочные показатели, которые могут быть достигнуты предприятием.

Таблица 5.4

Таблица расчета основных характеристик модели прогноза величины выручки

t	0	1	2	3	4	5	6	7
X_{jt}	0	10	25	35	40	45	50	50
H_{pt}^o	3	4	5	6	7	7	7	7
K_t	0,43	0,57	0,71	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
I_{jt}^d	0	40	125	210	280	315	350	350
$I_{j(t-1, t)}^d$		20	82,5	167,5	245	297,5	332,5	350
$I_{j(t-1, t)}^m$		440	1815	3685	5390	6545	7315	7700

5.3.5. Метод Байеса

Прогнозирование событий является более сложным, чем прогнозирование состояний, поскольку событие предполагает факт качественного изменения состояния, что сказать лишь по виду значений переменных достаточно сложно.

Можно, конечно же, воспользоваться статистикой и вычислить вероятность события, как отношение числа опытов (наблюдений, случаев), в которых данное событие имело место, к общему числу случаев. Однако условия, в которых события происходят или не происходят, могут различаться, в связи с чем возникает необходимость учета дополнительных событий, которые, возможно, обуславливают

наступление интересующего события, а может быть и наоборот, дают основание полагать, что данное событие, скорее всего, не произойдет.

Метод Байеса, который используется для прогнозирования событий, основан на известной из теории вероятностей формуле Байеса, или ее еще называют теоремой “типотез”. В общем виде формула Байеса выглядит следующим образом:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B|A_i)P(A_i)}, \quad (5.30)$$

где $P(A_i|B)$ — апостериорная вероятность наступления события A_i , принадлежащего некоторому множеству несовместных событий при условии, что в момент наблюдения проявился признак B ;

$P(B|A_i)$ — априорная вероятность наступления события B каждый раз перед тем, как произойдет событие A_i ;

$P(A_i)$ — априорная вероятность события A_i .

Поскольку события A_i составляют полную группу, постольку:

$$\sum_{i=1}^n P(A_i|B) = 1, \quad (5.31)$$

$$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1. \quad (5.32)$$

Помимо того, что формула Байеса позволяет на основании правильной идентификации признаков прогнозировать события с определенной вероятностью, она также позволяет ЛПП корректировать прогнозы, если в течение периода упреждения произошли события, которые существенным образом могут отразиться на возможности наступления прогнозируемого события.

Пример 9. Автозавод, входящий в состав крупного концерна, предлагает высшему менеджменту этого концерна рассмотреть вопрос о налаживании на предприятии производства легковых автомобилей представительского класса. Конструкторским бюро предприятия разработана и сконструирована перспективная, как считают

сами конструкторы, модель автомобиля, который, возможно, найдет спрос у покупателя, что, в свою очередь, позволит предприятию сохранить рабочие места и загрузить простаивающие производственные мощности.

По информации, имеющейся в распоряжении предприятия, важным событием, которое влияет на востребованность автомобилей на рынке, является появление заказов на этот автомобиль со стороны госструктур. Чиновники высокого ранга, пользующиеся служебным транспортом, задают моду на автомобили представительского класса, создавая таким образом спрос со стороны других покупателей, чьим мотивом к приобретению автомобиля является стремление к “ощущению” престижа.

По статистике только 25% моделей легковых автомобилей, выпускавшихся автозаводом, имели спрос со стороны рядового покупателя. Те автомобили, что нравились рядовым покупателям, в 60% случаев приобретались госструктурами. Те же автомобили, которые не находили спроса в среде рядовых покупателей, только в 10% случаев приобретались госструктурами.

Автомобиль был продемонстрирован представителям одного из госведомств, которые заявили о том, что приобретут несколько единиц для служебного автопарка. Этими несколькими приобретениями спрос на автомобиль со стороны госструктур и ограничится. Как изменится вероятность того, что автомобиль понравится рядовым покупателям.

Р е ш е н и е. Априорная вероятность возникновения неэпизодического спроса на данную марку автомобиля со стороны рядового покупателя ($P(A_1)$), который позволил бы начать серийное производство на автозаводе, составляет 0,25. Соответственно, вероятность того, что автомобиль не будет продаваться так хорошо, что позволило бы автозаводу загрузить производственные мощности (A_2), в соответствии с уравнением (5.32) составляет 0,75.

Поскольку спрос на данную модель со стороны госструктур не ожидается, то можно считать, что событие B не произойдет. Так как, согласно статистическим данным, в 60% случаев автомобиль, который впоследствии находил спрос у массового покупателя, приобретался госструктурами, то в 40%, когда госструктуры отказы-

вались от заказов на данный автомобиль, он пользовался спросом у рядового покупателя. Следовательно,

$$P(B|A_1) = 0,6,$$

$$P(\overline{B}|A_1) = 0,4,$$

где $\overline{B}$ — обозначение того, что событие B (спрос на автомобили со стороны госструктур) не произошло.

Рассуждая аналогично в отношении случаев, когда рядовой покупатель отказывался от приобретения автомобиля представительского класса, а госструктуры давали или не давали заказы автозаводу на его приобретение, получим:

$$P(B|A_2) = 0,1,$$

$$P(\overline{B}|A_2) = 0,9.$$

Теперь, используя формулу (5.30), рассчитаем вероятность того, что на новый автомобиль будет спрос со стороны рядового покупателя, при условии, что госструктуры не проявили интереса к данной модели:

$$P(A_1|B) = \frac{p(B|A_1)P(A_1)}{\sum_{i=1}^n P(B|A_i)P(A_i)} = \frac{0,4 \cdot 0,25}{0,4 \cdot 0,25 + 0,9 \cdot 0,75} \approx 0,13.$$

Таким образом, вероятность того, что автомобиль найдет спрос у рядового покупателя, составляет 0,13, что почти в 2 раза меньше, чем априорная вероятность (вероятность без учета спроса на автомобили со стороны госструктур), равная 0,25.

В принципе не нужно применять теорему Байеса, если заранее известно, каким будет ключевое событие, определяющее событие прогнозируемое. Действительно, если в рассмотренном примере чиновники не проявили интереса к новому автомобилю, то этот инновационный продукт в понимании большей части рядовых покупателей не будет относиться к разряду “престижных”. Сложнее обстоит дело в случаях, когда на вероятность прогнозируемого события оказывают влияние два и более предшествующих событий. В этом случае

придется применять формулу Байеса несколько раз, определяя, как повлияло на вероятность прогнозируемого события каждое условие.

Если некоторому прогнозируемому событию A_i предшествуют два события, B_1 и B_2 , которые определены ЛППР в качестве факторов, влияющих на событие A_i , то вероятность того, что событие A_i все же произойдет в результате реализации условий B_1 и B_2 , определяется, согласно формуле Байеса (5.30), по следующей формуле:

$$\begin{aligned}
 P(A_i|B_1, B_2) &= \frac{P(B_2, B_1|A_i) \cdot P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_2, B_1|A_i) \cdot P(A_i)} = \\
 &= \frac{P(B_2|A_i) \cdot P(A_i|B_1)}{\sum_{i=1}^n P(B_2|A_i) \cdot P(A_i|B_1)} = \frac{P(B_2|A_i) \cdot \frac{P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_1|A_i)P(A_i)}}{\sum_{i=1}^n \left(P(B_2|A_i) \cdot \frac{P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_1|A_i)P(A_i)} \right)} = \\
 &= \frac{P(B_2|A_i)P(B_1|A_i)P(A_i)}{\sum_{i=1}^n P(B_2|A_i)P(B_1|A_i)P(A_i)}. \quad (5.33)
 \end{aligned}$$

Аналогично, рассуждая о воздействии на прогнозируемое событие большего количества предшествующих событий-факторов, можно вывести формулу для расчета вероятности события, которому предшествует произвольное количество событий-факторов:

$$P(A_i|B_1, B_2, \dots, B_m) = \frac{P(A_i) \prod_{j=1}^m P(B_j|A_i)}{\sum_{i=1}^n \left(P(A_i) \prod_{j=1}^m P(B_j|A_i) \right)}. \quad (5.34)$$

Для иллюстрации многократного применения формулы Байеса в прогнозировании события, рассмотрим следующий пример.

Пример 10. Компания, занимающаяся разработкой информационного обеспечения для поддержки и продвижения инновационных проектов, подбирает персонал на должность консультантов для работы с предприятиями, которые являются потенциальными площадками для реализации проектов. К кандидатам предъявляются требования по образованию (предпочтительно высшее техническое или математическое), навыки в сфере инновационного менеджмента, опыт участия в грантовых проектах, свободное владение компьютером на уровне пользователя прикладных программ, знание английского языка для ведения деловой переписки. Компания предполагает, что именно такой кандидат с наибольшей вероятностью успешно справится с возложенным на него объемом обязанностей.

Согласно статистическим данным, накопленным данной фирмой и другими подобными компаниями, с обязанностями консультанта успешно справлялись только 40% сотрудников, специально уполномоченных для выполнения подобной работы. Из тех, кто успешно справлялся с этими обязанностями, 24% имели высшее техническое или математическое образование, только 87% имели навыки в сфере инновационного менеджмента, 95% в совершенстве владели компьютером на уровне пользователя, 15% свободно владели английским языком.

Из тех же, кто не справлялся с возложенными на них обязанностями консультанта (а таковых 60%), 35% имели высшее техническое или математическое образование, 15% имели навыки в сфере инновационного менеджмента, 95% владели компьютером, 87% свободно владели английским (в том числе и разговорным).

Используя формулы Байеса, найти вероятностную оценку прогнозируемого события — кандидат, полностью соответствующий выдвинутым требованиям, справится со своими обязанностями.

Решение. Поскольку известно, что только 40% консультантов успешно справлялись со своими обязанностями, постольку априорная вероятность события A_1 составляет 0,4. Соответственно, $P(A_2) = 0,6$.

Апостериорные вероятности проявления событий B_j , предшествующих событию A_1 (успешно справился с обязанностями), составляют:

$$\begin{aligned}
P(B_1|A_1) &= 0,24, & P(\overline{B}_1|A_1) &= 0,76, \\
P(B_2|A_1) &= 0,67, & P(\overline{B}_2|A_1) &= 0,33, \\
P(B_3|A_1) &= 0,95, & P(\overline{B}_3|A_1) &= 0,05, \\
P(B_4|A_1) &= 0,15, & P(\overline{B}_1|A_1) &= 0,85,
\end{aligned}$$

где B_j , $j = \overline{1,4}$, — соответственно высшее техническое или математическое образование, навыки в сфере инновационного менеджмента, владение компьютером, владение английским языком;

$\overline{B}_j$ — отсутствие этих навыков.

Аналогично запишем апостериорные вероятности тех же событий B_j , если они предшествуют событию A_2 (не справился с обязанностями):

$$\begin{aligned}
P(B_1|A_2) &= 0,35, & P(\overline{B}_1|A_2) &= 0,65, \\
P(B_2|A_2) &= 0,15, & P(\overline{B}_2|A_2) &= 0,85, \\
P(B_3|A_2) &= 0,95, & P(\overline{B}_3|A_2) &= 0,05, \\
P(B_4|A_2) &= 0,87, & P(\overline{B}_1|A_2) &= 0,13.
\end{aligned}$$

Для получения вероятностной оценки события (кандидат на должность консультанта, соответствующий указанным требованиям к уровню квалификации, справится со своими обязанностями) подставим данные задачи в формулу (5.34). В итоге получим:

$$\begin{aligned}
P(A_1|B_1, B_2, B_3, B_4) &= \\
&= \frac{0,4 \cdot 0,24 \cdot 0,67 \cdot 0,95 \cdot 0,15}{0,4 \cdot 0,24 \cdot 0,67 \cdot 0,95 \cdot 0,15 + 0,6 \cdot 0,35 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot 0,87} \approx 0,26.
\end{aligned}$$

Таким образом, оценка апостериорной вероятности события A_1 (кандидат полностью соответствует требованиям компании) ниже, чем априорная вероятность, при которой умения и навыки не учитываются.

К сожалению, в большинстве случаев, и не только связанных с подбором персонала, ЛПР, обладая достаточно богатым статистическим материалом, не использует его для качественного прогнозирования ситуации, больше доверяя своей интуиции. Рассмотренная

задача могла бы показать, насколько ЛПР (или эксперты, если это они генерировали требования к кандидату) способны доверять своей интуиции.

Кроме решения задачи прогнозирования вероятности события метод Байеса позволяет также генерировать управленческие решения с указанием оценки вероятности успешной реализации каждого из них. Эта сторона вопроса будет рассмотрена позднее в главах, касающихся разработки и реализации управленческого решения.

5.4. Нормативные методы прогнозирования

Принципиальное отличие нормативных методов прогнозирования от изыскательских, как указывалось ранее, заключается в оценке функциональных свойств технологий с точки зрения удовлетворения потребностей потребителей товаров и услуг. Другими словами, нормативные методы необходимы для прогнозирования потенциальных способностей технологий, которые могут быть востребованы в будущем, или потенциальных недостатков, которые помешают дальнейшему развитию инновационного процесса.

В отличие от изыскательских методов, нормативные относятся к группе качественных методов, поскольку числовые значения характеристик не являются главной целью. Числовые значения используются в основном лишь для того, чтобы систематизировать представление ЛПР или экспертов о ситуации.

Все множество методов нормативного прогнозирования обычно делят на три основных вида:

1. Методы, использующие дерево целей.
2. Методы морфологического анализа.
3. Блок-схемы последовательного выполнения задач.

Рассмотрим подробнее перечисленные методы.

5.4.1. Использование дерева целей для прогнозирования направлений инноваций

С деревом целей мы уже знакомились, когда рассматривали вопросы, связанные с исследованием проблем и постановкой целей, а потому заострять внимание вновь на этом методе мы не будем. Скажем лишь, что ЛПР, строя дерево целей, формирует систему причинно-следственных взаимозависимостей между элементами, определяя таким образом возможные направления развития технологий, которые могут возникнуть при последовательном прохождении цепочек, составляющих дерево. Направления развития технологий в будущем определяются требованиями, которые формируются в конечных элементах такого дерева. Чтобы сказанное было более понятным, рассмотрим следующий пример.

Пример 11. Боевой вертолет 5-го поколения, разработкой которого сегодня занимаются КБ России, США, Франции и ряда других государств, предполагает наличие следующих качественных характеристик:

- увеличенная дальность полета;
- интеллектуальная система управления вооружением;
- возможность ведения воздушного боя с самолетами;
- скорость до 500 – 600 км/ч;
- система гиперспектрального химического анализа поверхности.

Представленный набор требований можно считать основаниями дерева. Первое из этих оснований — увеличенная дальность полета — предполагает уменьшение расхода топлива, уменьшение массы машины, увеличение размеров топливных баков, увеличение КПД винта, уменьшение потерь трансмиссии при охлаждении двигателя (см. рис. 5.8).

В свою очередь, уменьшение расхода топлива зависит, прежде всего, от КПД двигателя и от аэродинамических характеристик фюзеляжа. Уменьшение массы машины требует уменьшения массы

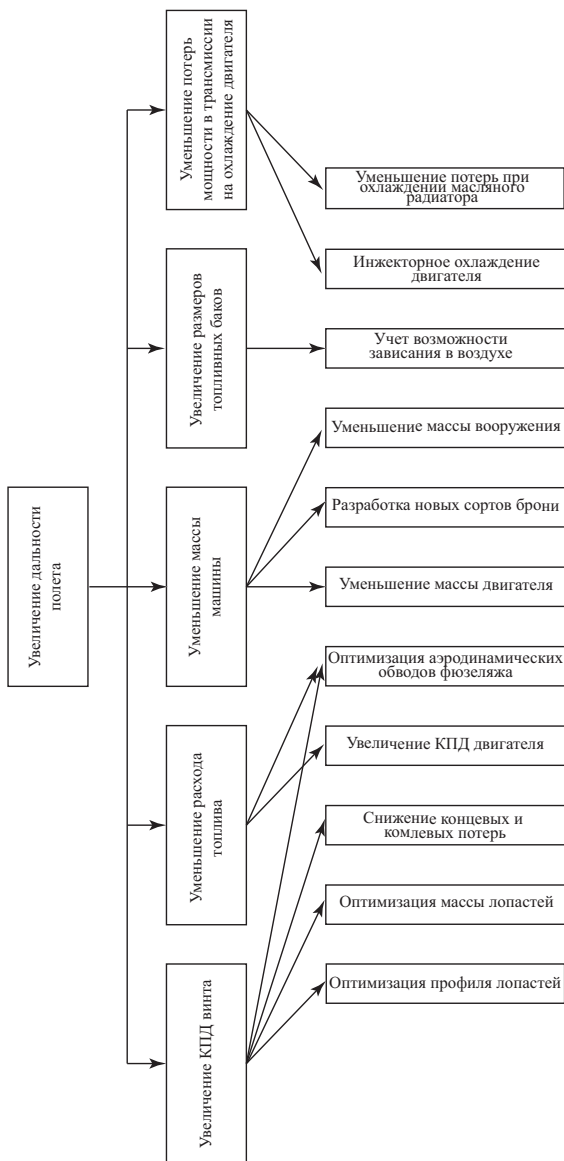


Рис. 5.8. Дерево целей, достижение которых необходимо для увеличения дальности полета вертолета

двигателя при сохранении мощности и КПД, уменьшения массы фюзеляжа и массы вооружения при сохранении поражающей силы. Увеличение размеров топливных баков, приводящее к увеличению доли массы топлива в общей взлетной массе вертолета, должно учитывать выполнение задачи зависания вертолета в воздухе. Увеличение КПД винта приводит к необходимости решения большего количества задач: оптимизации профиля лопастей; оптимизации массы лопастей; оптимизации аэродинамических обводов фюзеляжа; уменьшения комлевых и концевых потерь, возникающих при работе винта. Ну, и, наконец, задача уменьшения потерь мощности трансмиссии при охлаждении двигателя приводит к постановке задач о возможности использования инжекторных систем охлаждения, а также к отказу от единой системы охлаждения двигателя и масляного радиатора.

На основании построенного дерева целей, составить прогноз основных направлений развития инноваций в разработке и выпуске боевого вертолета, способного совершать полеты большей дальности.

Р е ш е н и е. Фактически направлениями инноваций являются задачи самого последнего уровня. Среди них можно выделить наиболее важные, решение которых сильно затянулось либо решение которых может частично или полностью снять другие проблемы того же уровня.

Нужно отметить, что прогнозирование на основании дерева целей является частично формализованным, поскольку требует некоторой доли интуитивности в оценке важности каждой поставленной задачи.

Во-первых, обращает на себя внимание решение задачи оптимизации аэродинамических обводов фюзеляжа, решение которой позволит частично снять проблемы увеличения КПД двигателя и уменьшения удельного расхода топлива.

Во-вторых, наибольшее количество задач нижнего уровня, относящихся к проблемам дальности полетов, относится к решению проблемы увеличения КПД винта. Следовательно, можно прогнозировать, что в конструкции вертолета нового поколения появится винт новой конструкции. Возможно, что этот винт появится раньше са-

мого вертолета и будет опробован на вертолетах 4-го поколения.

В-третьих, если верить источникам, в последние 20 лет не было никаких кардинальных решений в проектировании новых двигателей. Кроме того, каждый раз появление вертолета нового поколения было связано с разработкой принципиально нового двигателя. Поэтому стоит ожидать, что в ближайшие 5 лет появится принципиально новый двигатель.

Несомненным преимуществом данного метода является простота формулировки качественного прогноза. Недостатком метода является его неточность и излишняя надежда на интуицию ЛППР.

5.4.2. Методы морфологического анализа

С морфологическим анализом мы уже встречались, когда рассматривали этапы выявления проблем и анализ целей. На этапе прогнозирования данный метод, как и дерево целей, может быть использован для выявления наиболее узких мест, мешающих дальнейшему развитию инновационного процесса.

Для прогнозирования возможных вариантов развития технологий и появления инноваций требуется предварительное генерирование определенного множества решений. С этой целью после этапа выявления проблемы и разбиения ее на множество частных независимых проблем, решение каждой из которых связано с достижением определенной частной цели, определяется все множество возможных качественных значений характеристик. Для генерирования решения последовательно рассматриваются варианты, включающие по одному качественному значению от каждой характеристики. после этого определяется, насколько данное решение является жизнеспособным, с точки зрения возможности использования технологий для создания инновационного объекта с такими характеристиками. Кроме того данный инновационный объект оценивается с точки зрения достижения целевых характеристик. Наиболее вероятные направления развития инноваций можно прогнозировать исходя из сопоставления возможных решений с точки зрения соответствия их целям и возможности их реализации. Рассмотрим применение метода морфологического анализа на следующем примере.

Пример 12. Рассмотрим варианты организации начального образования. К существенным признакам начального образования можно отнести:

1. Вид организации — A ;
2. Форму собственности организации — B ;
3. Программу обучения — C .

Рассмотрим теперь перечни вариантов каждого признака.
Варианты *видов организации*:

- Школа (традиционная) — A_1 ;
- Обучение на дому — A_2 ;
- Обучение в отдельном (офисном) помещении — A_3 .

Варианты *формы собственности*:

- Государственная (муниципальная) — B_1 ;
- Частная (коммерческая организация) — B_2 ;
- Частная (общественная организация) — B_3 ;
- Частная (индивидуальный предприниматель) — B_4 .

Варианты *программ обучения*:

- Стандартная (утвержденная министерством образования) — C_1 ;
- Индивидуальная (отличающаяся от утвержденной министерством образования) — C_2 .

Рассмотреть возможные варианты организации начального образования, определить те из них, которые являются инновационными, в том числе те, что не могут быть организованы по причинам отсутствия законодательства либо по причинам отсутствия опыта подобной организации. Определить основные проблемы инновационных способов организации начального образования.

Р е ш е н и е. Сначала определим общее количество вариантов реализации начального образования. Для этого необходимо перемножить количества вариантов каждого существенного признака:

$$3 \cdot 4 \cdot 2 = 24.$$

Первый вариант организации начального образования: школа, находящаяся в муниципальной собственности, в которой обучение ведется по стандартной программе, утвержденной министерством образования — тот вариант, который реализован на сегодняшний день в большинстве школ. Остальные 23 варианта представляют собой инновационные способы организации начального образования (см. табл. 5.5).

Варианты реализации начального образования под номерами 3, 5 и 7 имеют реализацию на территории России, хотя и не такую распространенную, как муниципальные школы.

Все варианты, в которых программа обучения определяется не министерством образования, а самим учебным заведением или родителями школьников, будут испытывать трудности в реализации из-за законодательного утверждения государственного стандарта, устанавливающего минимальные требования к знаниям учащегося. Возможно, что согласование индивидуальных программ обучения с государственным стандартом будет одним из основных направлений инновационной деятельности в сфере начального образования, поскольку образовательные учреждения пытаются таким образом конкурировать друг с другом за возможность работать с более прилежными к учебе детьми.

По закону РФ “Об образовании” (ст. 11), учредителями образовательных учреждений общего образования могут быть государственные органы власти и органы местного самоуправления, а также коммерческие, общественные и религиозные организации и частные лица. Таким образом, форма собственности не является новшеством. Проблемой может стать регистрация образовательного учреждения и его государственная аккредитация, если учредителями являются не государственные органы власти и органы местного самоуправления, а частные лица и организации. Органы государственной власти будут более пристрастно подходить к проверке работы частных образовательных учреждений, нежели муниципальных школ.

Варианты организации начального образования

Вариант реализации	Вид организации	Форма собственности	Программа обучения
1	Школа	Муниципальная	Стандартная
2	Школа	Муниципальная	Индивидуальная
3	Школа	Коммерч. орг-я	Стандартная
4	Школа	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
5	Школа	Обществен. орг-я	Стандартная
6	Школа	Обществен. орг-я	Индивидуальная
7	Школа	Индивид. пр-ль	Стандартная
8	Школа	Индивид. пр-ль	Индивидуальная
9	На дому	Муниципальная	Стандартная
10	На дому	Муниципальная	Индивидуальная
11	На дому	Коммерч. орг-я	Стандартная
12	На дому	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
13	На дому	Обществен. орг-я	Стандартная
14	На дому	Обществен. орг-я	Индивидуальная
15	На дому	Индивид. пр-ль	Стандартная
16	На дому	Индивид. пр-ль	Индивидуальная
17	Офис	Муниципальная	Стандартная
18	Офис	Муниципальная	Индивидуальная
19	Офис	Коммерч. орг-я	Стандартная
20	Офис	Коммерч. орг-я	Индивидуальная
21	Офис	Обществен. орг-я	Стандартная
22	Офис	Обществен. орг-я	Индивидуальная
23	Офис	Индивид. пр-ль	Стандартная
24	Офис	Индивид. пр-ль	Индивидуальная

Проблемы могут возникнуть с обучением на дому и в других помещениях, которые условно названы “офисами”. В этой ситуации необходимо удовлетворение помещений различным требованиям, в первую очередь, санитарно-гигиеническим.

Конкуренция на рынке образования и определенные препятствия, возникающие при поступлении и в процессе обучения в муниципальной школе с более профессиональным педагогическим коллективом, могут заставить работников частных организаций требовать от работодателей участия в учреждении частных школ. Это и есть тот качественный прогноз о возможных инновационных изменениях, который был сделан при помощи морфологического анализа ситуации.

Преимуществом метода морфологического анализа является возможность получения качественных прогнозов, которые не могли бы быть получены при изыскательском прогнозировании.

Основной недостаток — высокая трудоемкость, связанная с определением существенных признаков, вариантов признаков и перебором вариантов с целью установления возможностей их реализации.

В целом можно сказать, что морфологический анализ предполагает работу с дополнительными источниками информации, в том числе использование в качестве составителей прогнозов экспертов.

5.4.3. Блок-схемы последовательного выполнения задач

Принципиальное отличие блок-схемы от дерева целей или морфологического анализа заключается в ориентации не на проблемы или составляющие элементы объекта управления, а на технологические процессы (как правило, реально существующие), которые используются или могут быть использованы в данной организации.

Блок-схема представляет собой схематическое изображение всех альтернативных путей или последовательностей, с помощью которых можно выполнить поставленную задачу. Составление качественного прогноза, как и в случае с построением дерева целей, а также в случае с морфологическим анализом, предполагает предварительную генерацию ЛПР возможных решений (вовсе не обязательно,

чтобы какое-либо из этих решений было терминальным, т. е. окончательным).

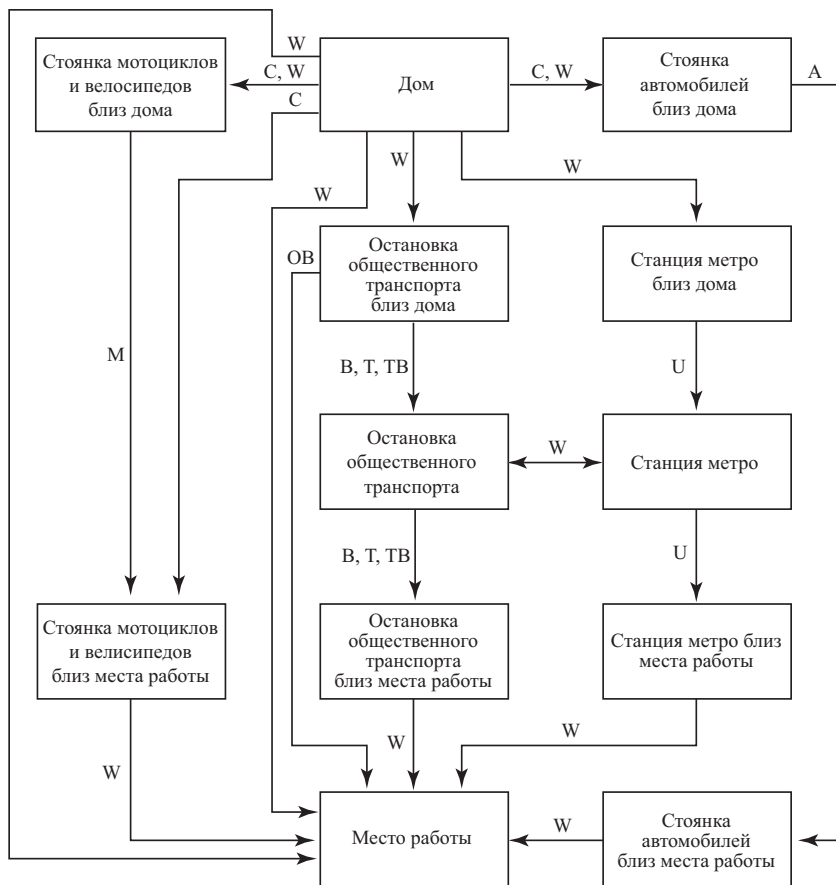
Блок-схема обычно представляется в виде ориентированного графа с одной висячей и одной тупиковой вершинами, а также множеством внутренних вершин. Все способы перехода от висячей вершины к тупиковой не имеют обратной связи, а потому они называются “путями” в полном смысле этого слова. Особенностью данного графа является наличие характеристик дуг, определяющих технологию перехода между вершинами. Именно технологии могут представлять основные трудности для реализации каждого альтернативного “пути”. Эти трудности и являются основными источниками требований к дальнейшему развитию технологий. На основании этих требований и строится прогноз возможных инноваций, но не столько как материальных объектов, сколько как элементов уже существующего технологического процесса. Это обстоятельство служит сильным ограничением возможностей использования блок-схем, следовательно, можно сразу сказать, что блок-схема, как метод нормативного прогнозирования в инновационной сфере, может быть эффективно использована в комбинации с другими методами, в том числе изыскательскими.

Рассмотрим применение блок-схемы для целей прогнозирования на следующем примере.

Пример 13. Основным направлением инноваций в сфере развития пассажирского и грузового транспорта является увеличение пропускной способности автомагистралей.

Решение. Внутригородские автомагистрали необходимо развивать для перемещения, в первую очередь, трудовых ресурсов от мест жительства к местам приложения труда и обратно. Этот пример был приведен в книге Дж. Мартино. Мы адаптируем этот пример для настоящего времени. Рассмотрим все альтернативные пути перемещения горожанина от места жительства до места работы (см. рис. 5.9). Последовательность рассмотрения альтернативных путей перемещения не имеет принципиального значения.

1. *Весь путь от дома до места работы преодолевается пешком.* В городских условиях такое возможно, если места прило-



Способы перемещения: А - автомобиль; В - автобус; С - велосипед; М - мотоцикл; ОВ - служебный автобус; Т - трамвай; ТВ - троллейбус; U - метро; W - пешком.

Рис. 5.9. Блок-схема перемещения жителя города от места жительства до места работы

жения труда находятся в пределах “пешеходной” доступности. Под “пешеходной” доступностью понимается расстояние, которое преодолевается пешком в пределах ограниченного времени. Например, в градостроительстве предел пешеходной доступности составляет 1,5–2 километра. Данное расстояние может быть получено, исходя из нормативного времени, которое отводится градостроителями для трудовой миграции от места жительства до места приложения труда — 45 минут в обе стороны, т. е. по 22,5 минуты в одну сторону. При средней скорости пешехода 5 км/час получим 1,875 км. Для того чтобы такая простейшая технология перемещения была реализована в рамках города, необходима децентрализация развития промышленных и коммерческих зон, чего, к сожалению, не наблюдается в российских мегаполисах. Инновационные решения, которые позволили бы развивать городские окраины, к сожалению, не относятся к инновациям, связанным непосредственно с развитием пассажирского транспорта. Скорее наоборот, инновационные решения, которые приведут к децентрализации городского развития, сделают решение проблем, связанных с развитием городского транспорта, неактуальными. Тем не менее из-за децентрализации развития города увеличится пропускная способность автотрассы.

2. *Путь до места работы горожанин преодолевает на мотоцикле.* В отличие от автомобиля мотоцикл более подвержен атмосферным воздействиям. Кроме того, мотоцикл легче угнать со стоянки. С точки зрения пропускной способности дорожной сети города, мотоцикл имеет предпочтение перед автомобилем, поскольку занимает меньшее место. Кроме того, мотоцикл обладает большей маневренностью, позволяя его владельцу использовать альтернативные пути передвижения по городским магистралям в случае возникновения заторов на дорогах. Для того чтобы воспользоваться мотоциклом, человеку необходимо дойти до стоянки или гаража. Поскольку большинство жителей города живет не в собственных домах, а в многоквартирных, постольку расстояние до гаража или стоянки преодолевается пешком (есть вариант преодолеть это расстояние на

велосипеде). Такой же стоянкой необходимо воспользоваться близ места работы и оставшееся расстояние от стоянки до места работы вновь преодолеть пешком. Нужно отметить, что на сегодняшний день в российских городах на стоянках очень редко можно встретить мотоцикл. Это связано с рядом трудностей природного и социального характера. Отсутствие специальных крытых стоянок с усиленной охраной является не единственным недостатком городской инфраструктуры. Существуют сложности эксплуатации мотоцикла во время атмосферных осадков, а также в течение зимнего сезона. Городские автодорожки в зимний период на сегодняшний день не подходят для активной эксплуатации мотоцикла. Это дает повод для инновационной активности в разработке специальных зимних костюмов для мотоциклистов, а также специальных шин для мотоциклов, которые не позволили бы им скользить во время гололеда. Кроме того, двигатель мотоцикла нуждается в защите от воздействия низких температур. Особые условия хранения мотоциклов в зимний период должны быть обеспечены и на стоянках.

3. *Путь до места работы горожанин преодолевает на велосипеде.* В отличие от мотоцикла и автомобиля, велосипед можно оставлять дома, а не в гараже или на стоянке. Также в отличие от мотоцикла и автомобиля велосипед является экологически чистым видом транспорта. Однако велосипед передвигается намного медленнее, чем автомобиль или мотоцикл по свободной трассе. В условиях транспортных заторов, скорость передвижения велосипедиста (18 км/ч) сравнима со скоростью передвижения автомобилей по сильнозагруженной автотрассе. Как и мотоцикл, велосипед имеет преимущество перед автомобилем — маневренность. Недостатком же велосипеда является его ограниченное использование в течение всего года. Известно, что активное пользование велосипедами в средней полосе России начинается в середине апреля и завершается в начале октября. Воспользоваться зимой велосипедом пока не представляется возможным из-за низкого качества содержания коммунальными службами дорог и тротуаров. Также у людей,

использующих велосипеды для трудовых миграций, возникают проблемы, связанные с парковками велосипедов. Велосипеды легче угнать, чем автомобиль и чем мотоцикл. Кроме того, велосипед, в отличие от автомобиля, не защищен от атмосферных воздействий, и ему потребуется закрытая стоянка, которых в современных городах очень мало. В качестве альтернативы хранения велосипедов предлагается использовать часть автомобильной стоянки, на которой необходимо соорудить многоярусные велобоксы. Считается, что на месте стоянки одного легкового автомобиля можно разместить многоярусную стоянку для 20 велосипедов или 40 велосипедов. При использовании велосипедов (скорость которых по автомагистралям города не уступает скорости легковых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания) подобные многоярусные стоянки имеют смысл организовывать и во дворах домов. Устройство такой велостоянки, несомненно, является инновационным проектом, который позволит существенно изменить структуру пассажиропотоков в современном городе, последствием чего станет увеличение пропускной способности городских дорог. Общие сведения о пропускной способности городской автотрассы при использовании различных видов транспорта представлены в табл. 5.6. Данные приведены из расчета средней величины пассажироперевозок различными видами транспорта.

Таблица 5.6

Данные о пропускной способности полосы городской автотрассы (чел./час)

Вид транспорта	Пропускная способность
Легковой автомобиль	2720
Велосипед	3500
Веломобиль	3650
Автобус	7000

Здесь необходимо добавить, что пропускная способность трамвайных путей составляет 10–15 тыс. человек в час, а метро — 30–40 тыс. человек в час.

Прогнозировать можно и строительство дорог, предусматривающих создание специальной полосы для движения велосипедов и автомобилей либо строительство специальной дороги для движения транспортных средств на мускульной силе.

4. *Путь до места работы горожанин преодолевает на автомобиле.* Достаточно распространенный в настоящее время способ трудовой миграции. Для того чтобы воспользоваться автомобилем, необходимо добраться до стоянки или гаража. Это можно сделать пешком или на велосипеде. Такой же стоянкой необходимо воспользоваться и по приезду к месту работы, и от стоянки вновь добираться до места работы пешком. Автомобиль сложнее угнать, чем велосипед или мотоцикл. Автомобиль меньше подвержен влиянию атмосферных явлений. Пользуясь, эти владельцы оставляют свои автомобили непосредственно около дома и около места работы, доставляя тем самым неудобства как для соседей, так и для коллег по работе. Кроме того, автомобиль, припаркованный на дороге около обочины, уменьшает пропускную способность автотрассы. Самый большой минус от использования автомобиля в качестве основного средства при перемещении между местами жительства и местами приложения труда заключается в загрязнении воздуха. На сегодняшний день автомобильный транспорт находится на первом месте по количеству вредных выбросов в атмосферу, опережая промышленные предприятия. Даже массовый выпуск относительно дешевого автомобиля на альтернативном топливе (электрическом, водородном) не позволит решить проблему увеличения пропускной способности городской магистрали. Частично проблема может быть решена самими производителями автомобиля, которые могли бы уменьшить его размеры или создали бы специальный малолитражный автомобиль для трудовой миграции небольших размеров. Это позволило бы, с одной стороны, увеличить пропускную способность автотрассы за счет уменьшения размеров автомобиля, с другой — уменьшить количество выбросов продуктов сгорания топлива. Однако подобные прогнозы являются своего рода утопией, поскольку, несмотря на то, что малолитражные авто-

мобили существуют, спрос на них невелик. Как сказал в своем романе “Колеса” Артур Хейли: “...если гражданин... хочет иметь надежное средство передвижения,... то ему следует купить дешевую, простую, экономичную модель без всяких украшательств... Однако почти все хотят большего — они хотят лучшую машину, потому что проехаться в роскошной машине — все равно что пройти за руку с аппетитной крошкой или иметь элегантный дом — это греет душу”. Автомобиль является не столько средством передвижения, сколько элементом престижа, подчеркивающим социальный статус ее обладателя, даже если в реальности этот социальный статус отсутствует. Таким образом, проблема увеличения пропускной способности автомагистралей города становится проблемой больше социального характера, связанной с мировоззрением человека, с его системой ценностей. Вполне вероятно, что активную позицию в вопросе переоценки ценностей могут сыграть церковь и общественные организации.

5. *Путь до места работы горожанин преодолевает на общественном транспорте.* Как удалось убедиться, общественный транспорт (автобусы, троллейбусы, трамваи и особенно метро) обладает наибольшей пассажироместимостью и в течение единицы времени позволяет перевезти большее количество пассажиров, в отличие от индивидуального транспорта. Для того чтобы воспользоваться общественным транспортом при поездке от места жительства до места работы, горожанину достаточно добраться до остановки общественного транспорта от дома и от остановки до места работы. При пользовании услугами общественного транспорта житель города может воспользоваться двумя основными стратегиями: ждать один-единственный автобус (троллейбус, трамвай), который довезет его непосредственно до остановки, находящейся поблизости от места работы, либо воспользоваться комбинацией автобусов, троллейбусов, трамваев, чтобы ускорить перемещение по городу (особенно актуально при наличии заторов на дорогах, которые иногда приходится преодолевать пешком). В первом случае горожанин рискует потратить на поездку большое количество вре-

мени из-за большого интервала движения, из-за перегруженности пассажирами, из-за заторов на дорогах. Второй случай требует больших расходов, которые можно сократить, приобретая проездной билет. Положительная сторона данного способа передвижения по городу заключается в относительной дешевизне (не считая изношенной одежды и потраченных нервов), негативная сторона — относительно большие затраты времени на трудовые миграции. По поводу перегруженности и больших временных затрат можно сказать следующее. Перегрузка дорожной сети сверх пропускной способности негативно влияет на скорость передвижения по городу. Снижение скорости при постоянной интенсивности потока пассажиров увеличивает загрузку общественного транспорта пассажирами, вызывая перегрузки автобусов, троллейбусов, трамваев. Возможно, что как и в случае с велосипедами и велосипедами, для автобусов и троллейбусов потребуется отдельная полоса движения, которой не смогут воспользоваться другие виды транспорта. Также, возможно, потребуется оградить трамвайные пути от заезда на них других видов транспорта.

6. *Путь до места работы горожанин преодолевает на метро.* Метро является самым выгодным, с точки зрения пропускной способности, видом городского транспорта. Альтернативой метро можно назвать открытую монорельсовую дорогу. И тот и другой вид транспорта являются достаточно дорогими, требующими больших первоначальных инвестиций на прокладку путей и достаточно крупной суммы на поддержание этих путей в пригодном состоянии. Пассажиры, пользующиеся комбинациями общественного транспорта, могут в процессе поездки совершать пересадки. Для сокращения расходов при таких пересадках пассажирам можно предложить приобретение единого проездного билета.
7. *Путь до места работы горожанин преодолевает на служебном автобусе.* Основным преимуществом такого рода общественного транспорта является целенаправленность его маршрута: остановка общественного транспорта — место работы.

Безусловно, такое решение позволяло сократить нагрузку на городские дороги и уменьшить расходы пассажиров на трудовые поездки. Отрицательной стороной работы служебного автобуса было большее время и большая длина маршрута, который автобусу приходилось преодолевать. Частично данные проблемы могут быть решены созданием специальных экспресс-маршрутов, которые будут ходить лишь в часы-пик между крупными остановками, находящимися поблизости соответственно от места жительства и места приложения труда. Такие служебные автобусы будут принадлежать отдельным транспортным компаниям.

Подытожим наши рассуждения о возможных инновационных прогнозах в таблице (см. табл. 5.7).

Как удалось убедиться, использование блок-схем для нужд прогнозирования является достаточно трудоемким занятием. По содержанию прогнозов данный метод очень сильно походит на интуитивный метод, связанный с написанием сценариев, только обоснованных трудностями реализации некоторых технологий, определенных блок-схемой. В целом же данный метод, как и предыдущие рассмотренные нами методы нормативного прогнозирования, позволяет прогнозировать возможные действия как самого ЛПР, так и внешнего окружения, в отношении данного и ему подобных объектов управления.

5.4.4. Метод программного прогнозирования (метод прогнозного графа)

Метод программного прогнозирования был предложен советским академиком В. М. Глушковым для определения времени и вероятности наступления событий, в первую очередь связанных с инновациями. Практическую реализацию данный метод получил в методике, утвержденной Госкомитетом по науке и технике Совета Министров СССР.

Таблица 5.7

Прогнозы развития системы городского транспорта при различных способах перемещения пассажиров по городу по маршруту “дом — место приложения труда”

Способ перемещения	Прогноз инноваций
Пешком	Децентрализация развития города
На мотоцикле	1. Спецстоянки для мотоциклов 2. Новые всепогодные костюмы для мотоциклистов 3. Защита двигателя мотоцикла от воздействия низких температур
На велосипеде	1. Спецстоянки для велосипедов 2. Выпуск веломобилей 3. Строительство спецдорог для веломашин
На автомобиле	1. Производство малолитражных автомобилей 2. Активизация деятельности церкви и общественных организаций
На наземном общественном транспорте	Выделение спецполосы для общественного транспорта
На метро	Единый проездной на все виды общественного транспорта
На служебном автобусе	Организация экспресс-маршрутов в часы-пик

Данный метод является обобщением сразу нескольких методов прогнозирования, относящихся к интуитивному (метод сценариев, метод Дельфи), изыскательскому (метод PERT) и нормативному (дерево целей) классам.

В общем виде метод прогнозного графа (МПГ) Глушкова представляет собой сложную систему экспертных оценок возможных сценариев развития событий, генерирования решений и оценки вероятности событий и времени их наступления.

Результаты, полученные при помощи МПГ, позволяют прогнозировать возможность реализации последовательности событий, определять наиболее вероятные из них, а также прогнозировать возможности влияния отдельных решений (в первую очередь инновационных) на развитие ситуации.

МПГ является многоэтапным методом. Рассмотрим подробно каждый из них.

1. В первую очередь составляется перечень конечных целей $S_1, S_2, \dots, S_m$, вероятность достижения каждой из которых с учетом возможных инновационных решений является итоговой задачей всего метода. Число m — это общее количество конечных целей.
2. Первая группа экспертов оценивает степень важности (значимости) каждой из поставленных целей: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ — для последующей оценки степени решения всей задачи. Шкала оценки важности целей, как правило, устанавливается предварительно перед оценкой и является общей для всех экспертов. Вариации данного метода предусматривают отход от жесткой позиции в отношении установки единой шкалы и допускают, что эксперты самостоятельно выбирают шкалу для оценки степени важности целей с обязательным ее описанием. При обработке информации оценки важности целей, выставленные экспертами, пересчитываются по единой унифицированной шкале. Важно отметить, что каждый представитель первой группы экспертов работает независимо от других. Состав экспертов подбирается таким образом, чтобы учесть наибольшее количество возможных вариантов реализации сценариев, а потому

степень объективности оценки зависит от степени неоднородности состава экспертов.

3. Далее каждый представитель первой группы экспертов выстраивает в виде графа последовательность событий, которые, по его мнению, должны привести к каждой из установленных целей. Эти события называются промежуточными целями: $S_{m+1}, S_{m+2}, \dots, S_{m+n_j}$. Число n_j — количество промежуточных целей, установленных j -м экспертом. Для того чтобы каждый из экспертов серьезно подходил к построению графа, каждому из них предлагается представить себя на месте ЛПР, несущего полную ответственность за принятое решение. Например, если необходимо оценить вероятность и время, необходимое для создания новой автоматической линии, то эксперту предлагается примерить на себя роль конструктора этой линии. Понятно, что это требование является по большей части наивным, а потому для придания методу большего качества экспертам предлагается обмениваться информацией. Кроме того, эксперты могут самостоятельно оценить степень своей компетентности и информированности в вопросах достижения каждой промежуточной цели. Для этого вместе с оценками вероятности и времени наступления событий эксперты указывают также оценку своей компетентности применительно к каждой цели и оценку степени уверенности в своем прогнозе. Эти оценки переводятся в весовые коэффициенты β_{ij} и γ_{ij} , как правило, выраженные в условных единицах в пределах от 0 до 1.
4. Обмен информацией представляет собой следующий этап МПГ. После того как эксперты определили граф промежуточных целей, достижение которых позволяет осуществить конечные цели прогнозной задачи, они передают составленный граф вместе с оценками другому эксперту. При передаче информации эксперт, построивший граф и указавший оценки времени и вероятности достижения промежуточных и конечных целей, а также степень своей уверенности и компетентности, может указать имя эксперта, который, по его мнению, в большей степени может придать объективность структуре графа и его оценкам. Та-

ким образом, первоначальная группа экспертов начинает увеличиваться. Каждый из экспертов, получивших для анализа граф с оценками, может вносить свои изменения в структуру графа и давать новые оценки вероятности, времени достижения целей, указывая при этом также степень своей уверенности в прогнозе и уровень собственной компетентности аналогично тому, что делали его предшественники. По окончании анализа новые эксперты передают граф далее для анализа другим экспертам, предварительно указав их имена. Те из экспертов, чьи имена будут указаны их коллегами, получают добавку $\Delta\beta_{ij}$ к оценке собственной компетентности β_{ij} тем большую, чем чаще упоминаются их фамилии. Количество экспертов будет продолжать расти до тех пор, пока не наступит стабилизация графа (т. е. структура графа больше не будет существенно изменяться). Количество экспертов можно ограничивать рамками организации и предельной численностью, чтобы не дать затянуться процессу построения графа. На практике вся процедура построения графа занимала несколько месяцев.

5. На следующем этапе осуществляется обработка данных, полученных от экспертов. В первую очередь структура графа проверяется на предмет наличия циклов, которые должны быть устранены. Для этого проводится дополнительная работа с экспертами, которые должны принять решение об исключении некоторых связей, для того, чтобы избавить граф от циклических связей. Для исключения выбирается наименее существенная связь. Такие связи могут быть определены и без участия экспертов, если ЛПР испытывает затруднения с получением коллективного решения. Для определения того, какая из связей является наименее существенной, служат показатели компетентности экспертов. Та из связей между промежуточными целями (событиями), для которой средняя оценка компетентности экспертов $\bar{\beta}_{ij}$ будет наименьшей, и будет устранена.
6. После того как граф приведен к виду, в котором нет циклов, множество его вершин (событий) разбивается на слои, начиная с уровня событий, не имеющих предпосылок. Данный слой на-

зывается в прогнозном графе “землей”. Что же касается всех остальных событий, то каждое из них S_i считается принадлежащим уровню ρ , если все его предпосылки принадлежат меньшим уровням и хотя бы одна — принадлежит в точности уровню $\rho - 1$, начиная с “земли”.

7. Далее определяются временные характеристики событий (целей). Для этого используется взвешенный средний арифметический показатель:

$$t(S_i) = \frac{\sum_j^{R_i} t_j \cdot V_{ij}}{\sum_j^{R_i} V_{ij}}, \quad (5.35)$$

где $t(S_i)$ — время свершения события S_i ;

t_j — время свершения события S_j согласно варианту прогноза, данному экспертом j ;

V_{ij} — вес эксперта j при оценке события S_i ;

R_i — количество экспертов, оценивших событие S_i . Значения времени t_j свершения событий S_i для каждого эксперта оцениваются как сумма времени t_{ij} , указанного экспертом j для свершения события S_i после того, как произошли все предшествующие события, и максимального времени $\max_r t(S_{ir})$, необходимого для того, чтобы произошли все события S_{ir} , предшествующие событию S_i :

$$t_j(S_i) = t_{ij} + \max_r t(S_{ir}). \quad (5.36)$$

8. Параллельно определяются и вероятностные характеристики событий. Вероятность события S_i , оцениваемого экспертом j при условии выполнения предшествующих событий S_{ir} рассчитывается по формуле:

$$P(S_i) = P(S_{ir}) \cdot P(S_i|S_{ir}), \quad (5.37)$$

где $P(S_i|S_{ir})$ — вероятность наступления события S_i , рассчитанная при условии, что для его наступления созданы предпосылки r (наступили предыдущие события, необходимые для наступления события i);

$P(S_{ir})$ — вероятность событий, непосредственно предшествующих событию S_i .

Для расчета оценок вероятностей предшествующих событий $P(S_{ir})$ необходимо воспользоваться правилами, следующими из теории вероятностей. Для любой пары независимых событий S_{i1} и S_{i2} , предшествующих непосредственно событию S_i , выполняются следующие соотношения:

$$\begin{aligned} P(S_{ir}) &= P(S_{i1}) \cdot P(S_{i2}), \quad S_i = S_{i1} \wedge S_{i2}, \\ P(S_{ir}) &= P(S_{i1}) + P(S_{i2}) - P(S_{i1}) \cdot P(S_{i2}), \quad S_i = S_{i1} \vee S_{i2}. \end{aligned}$$

В случае, если свершение события S_{ir} является недопустимым для свершения события S_i , используется вероятность противоположного события $P(\bar{S}_{ir})$:

$$P(\bar{S}_{ir}) = 1 - P(S_{ir}).$$

Общая оценка вероятности события S_i при условии, что необходимые для его осуществления предыдущие события произошли, выполняется на основе обычного усреднения оценок экспертов с учетом их весов, определенных оценками β и γ , отражающих, соответственно, степень компетентности применительно к данной цели и степень уверенности в прогнозе:

$$P(S_i|S_{ir}) = \frac{\sum_{j=1}^{R_i} P_j(S_i|S_{ir})V_{ij}}{\sum_{j=1}^{R_i} V_{ij}}, \quad (5.38)$$

где V_{ij} — вес j -го эксперта при оценке события i . Вес эксперта определяется оценками его компетентности и степени уверенности в прогнозе:

$$V_{ij} = \beta_{ij} \cdot \gamma_{ij}. \quad (5.39)$$

Рассмотрим применение МПГ на следующем примере.

Пример 14. ЛПР необходимо прогнозировать основные направления развития системы ликвидации последствий аварий, которые могут происходить на буровых установках, базирующихся на водных объектах. С этой целью трем экспертам было предложено составить граф событий, которые, по их мнению, позволят решить три основные проблемы, возникающие при авариях на морских буровых платформах:

1. Прекратить поступление нефти из аварийной скважины.
2. Убрать из акватории водного объекта разлитую нефть.
3. Нормализовать экологию акватории водного объекта.

Решение. Каждый из экспертов самостоятельно, не общаясь со своими коллегами, составил граф событий, которые, по его мнению, могут привести к решению трех поставленных задач (см. рис. 5.10–5.12). Каждый из экспертов также указал вероятность наступления каждого промежуточного события, предвещающего наступление цели, а также время (в днях), необходимое для того, чтобы событие, бывшее предпосылкой, привело к появлению события, являющегося следствием. Для оценки качества собственного прогноза каждый из экспертов указал степень своей уверенности в собственном прогнозе и уровень квалификации, пользуясь единой шкалой от 0 до 1.

Затем эксперты передавали друг другу результаты собственного моделирования (будем считать, что круг экспертов ограничился этими тремя лицами), в результате чего граф последовательности событий стабилизировался в следующем состоянии (см. рис. 5.13).

Разделим события в итоговом графе на слои (см. табл. 5.8).

В таблице 5.9 представим значения времени наступления событий при условии, что все предыдущие события произошли. Эксперт № 1 решил, что в некоторых вопросах более компетентным является эксперт № 2, поэтому в некоторых строках в столбце с оценками времени наступления событий у эксперта № 1 стоят прочерки.

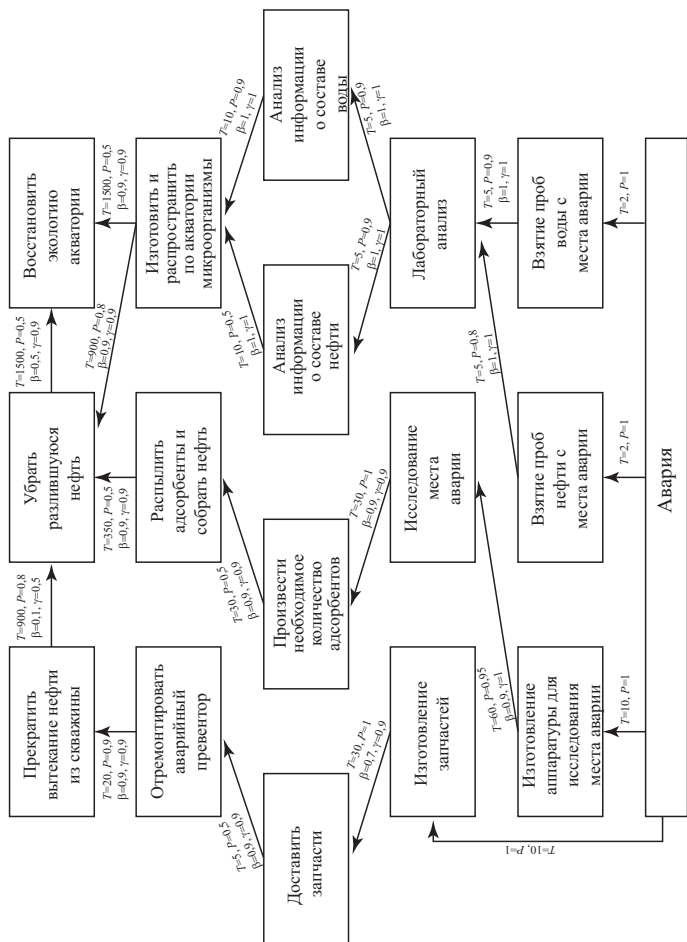


Рис. 5.10. Граф событий, предшествующих ликвидации последствий экологической катастрофы при разливе нефти в акватории водного объекта, составленный экспертом № 1

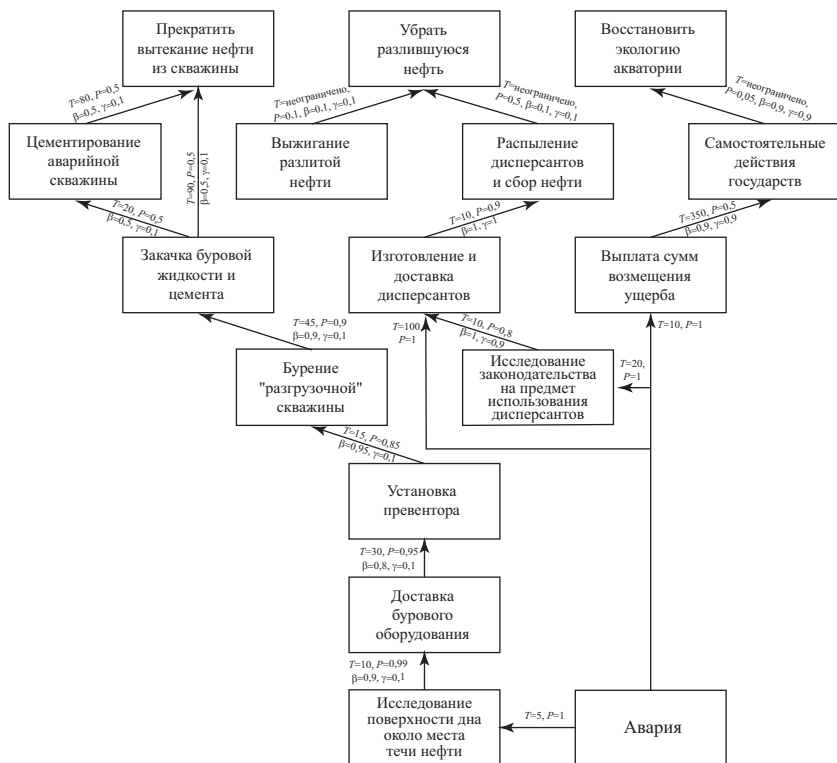


Рис. 5.11. Граф событий, предшествующих ликвидации последствий экологической катастрофы при разливе нефти в акватории водного объекта, составленный экспертом № 2

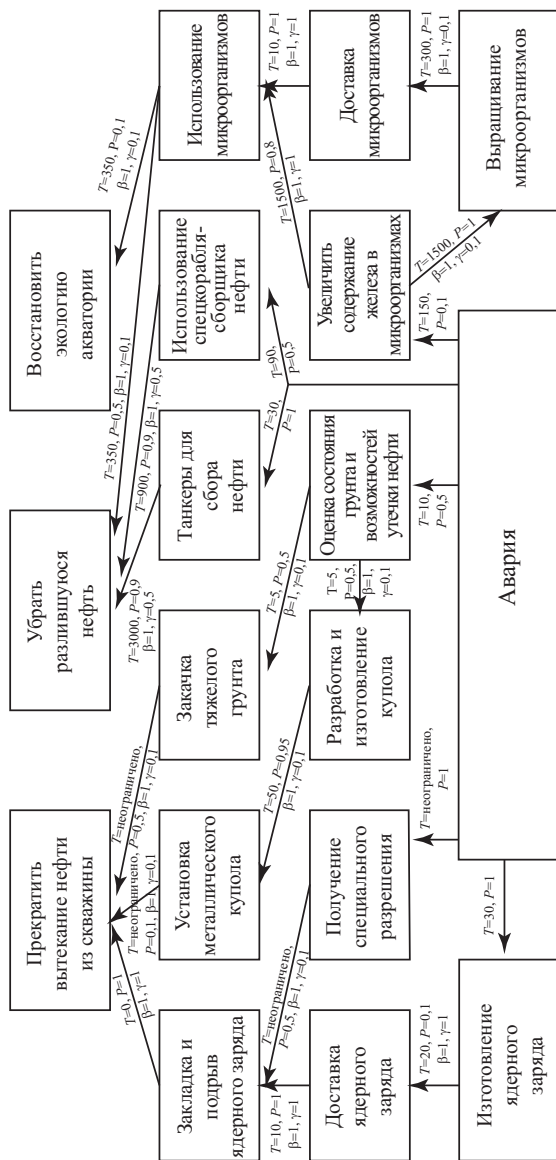
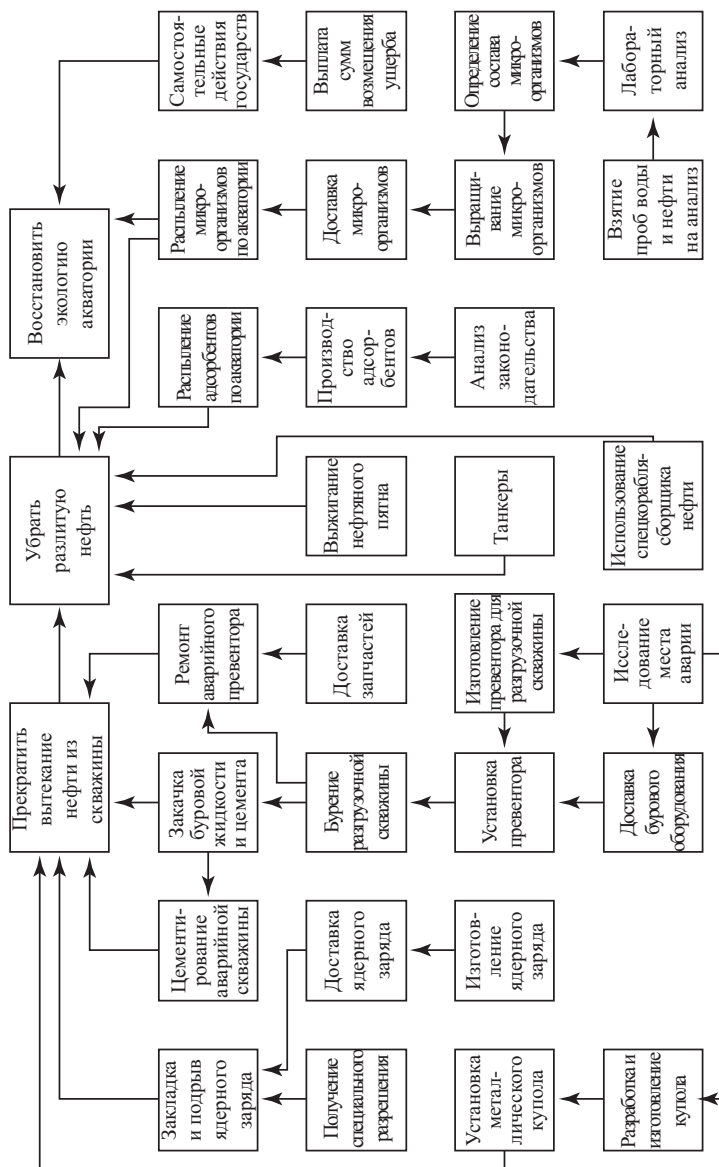


Рис. 5.12. Граф событий, предшествующих ликвидации последствий экологической катастрофы при разливе нефти в акватории водного объекта, составленный экспертом № 3



**События итогового графа с определением их
последовательности и принадлежности к слою**

Событие	Номер собы- тия	Номера пре- дыдущих событий	Слой
Изготовление ядерного заряда	1	0	1
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	2	0	1
Исследование места аварии	3	0	1
Изготовление и доставка запчастей	4	0	1
Использование спецкорабля- сборщика нефти	5	0	1
Использование танкеров	6	0	1
Выжигание нефтяного пятна	7	0	1
Анализ законодательства	8	0	1
Взятие проб воды и нефти на анализ	9	0	1
Выплата сумм ущерба	10	0	1
Разработка и изготовление металлического купола	11	3	2
Доставка ядерного заряда	12	1	2
Доставка бурового оборуд-я	13	3	2
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	14	3	2
Производство адсорбентов	15	8	2
Лабораторный анализ проб воды и нефти	16	9	2
Самостоятельные действия государств	17	10	2

Событие	Номер собы- тия	Номера пре- дыдущих событий	Слой
Закладка и подрыв ядерного заряда	18	2, 12	3
Установка металлического купола	19	11	3
Установка превентора	20	13, 14	3
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	21	15	3
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	22	16	3
Бурение разгрузочной скважины	23	20	4
Выращивание микроорганизмов	24	22	4
Закачка буровой жидкости и цемента	25	23	5
Ремонт аварийного превентора	26	23	5
Доставка микроорганизмов	27	24	5
Цементирование аварийной скважины	28	25	6
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	29	27	6
Прекращение вытекания нефти из скважины	30	18, 19, 25, 26, 28	7
Сбор разлитой нефти	31	5, 6, 7, 21, 29, 30	8
Восстановление экологии акватории водного объекта	32	17, 29, 31	9

**Оценка экспертами времени наступления событий
при условии, что все предыдущие события произошли**

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Изготовление ядерного заряда	—	10	20
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	—	14	2500
Исследование места аварии	30	10	5
Изготовление и доставка запчастей	30	10	14
Использование спецкорабля- сборщика нефти	—	330	900
Использование танкеров	—	900	3000
Выжигание нефтяного пятна	—	3000	60
Анализ законодательства	—	10	3
Взятие проб воды и нефти на анализ	5	2	3
Выплата сумм ущерба	—	350	360
Разработка и изготовление металлического купола	—	20	50
Доставка ядерного заряда	—	10	10
Доставка бурового оборудования	—	30	14
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	—	10	14
Производство адсорбентов	30	5	7
Лабораторный анализ проб воды и нефти	5	2	3
Самостоятельные действия государств	—	3000	3000

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Закладка и подрыв ядерного заряда	—	14	0
Установка металлического купола	—	90	3000
Установка превентора	—	15	15
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	350	14	30
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	10	30	7
Бурение разгрузочной скважины	—	45	45
Выращивание микроорганизмов	450	100	300
Закачка буровой жидкости и цемента	—	90	3000
Ремонт аварийного превентора	20	14	30
Доставка микроорганизмов	—	5	10
Цементирование аварийной скважины	—	80	30
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	—	20	350
Прекращение вытекания нефти из скважины	900	0	0
Сбор разлитой нефти	1500	0	0
Восстановление экологии акватории водного объекта	0	0	0

Для того чтобы рассчитать обобщенный показатель времени наступления событий, необходимо использовать весовые коэффициенты каждого эксперта. В табл. 5.10 и 5.11 представлены значения коэффициентов β_{ij} и γ_{ij} , выражающих уровень квалификации и степень уверенности в происхождении каждого события. Поскольку по некоторым позициям эксперт $\mathcal{N}^{\circ} 1$ отдает предпочтение мнению эксперта $\mathcal{N}^{\circ} 2$, то в соответствующих строках уровень компетентности эксперта $\mathcal{N}^{\circ} 2$ увеличивается на величину β_{i2} . В табл. 5.10 мы представим уже итоговый уровень компетентности экспертов, т. е. у эксперта $\mathcal{N}^{\circ} 2$ по позициям, где не указаны оценки эксперта $\mathcal{N}^{\circ} 1$, стоят удвоенные значения уровня квалификации. Для последнего события “Восстановление экологии акватории” итоговый показатель компетентности не рассчитывается, поскольку это событие считается наступившим, если выполнено условие по наступлению непосредственно предшествующих ему событий.

Затем по формуле (5.39) определим веса экспертом. А уже на основании весов по формуле (5.35) определим средневзвешенные временные характеристики событий. Результаты вычислений представлены в табл. 5.12 и 5.13. Отметим, что данные, представленные в табл. 5.13, определены после последовательного вычисления событий с учетом всех произошедших непосредственно перед ними событий (эти промежуточные вычисления мы не приводим в этом примере). Результаты прогнозирования временной характеристики окончания всего комплекса работ по восстановлению экологии водного объекта недостаточно оптимистичные — это произойдет через 7612 дней, считая с момента аварии (т. е. более чем через 20 лет). Причиной столь нерадужных перспектив является достаточно продолжительные работы, связанные с прекращением течи нефти из аварийной скважины (временная оценка 6112 дней). Двигаясь по графу в направлении, обратном направлению стрелок, обнаруживаем, что причиной столь большой временной оценки события, связанного с перекрытием аварийной скважины, является недостаточная проработка взрывных методов, в частности ядерных зарядов малой мощности, при герметизации нефтяных скважин.

**Коэффициенты уровня компетентности экспертов
при оценке событий итогового прогнозного графа**

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Изготовление ядерного заряда	—	0,1	1
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	—	0,2	0,4
Исследование места аварии	0,9	0,9	0,7
Изготовление и доставка запчастей	0,6	0,7	0,1
Использование спецкорабля- сборщика нефти	—	0,2	1
Использование танкеров	—	0,6	1
Выжигание нефтяного пятна	—	0,2	0,8
Анализ законодательства	—	2	0,5
Взятие проб воды и нефти на анализ	1	0,5	0,5
Выплата сумм ущерба	—	1,8	0,1
Разработка и изготовление металлического купола	—	0,6	1
Доставка ядерного заряда	—	0,2	1
Доставка бурового оборудования	—	1,6	0,7
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	—	2	0,1
Производство адсорбентов	0,9	0,1	0,1
Лабораторный анализ проб воды и нефти	1	0,3	0,1
Самостоятельные действия государств	—	1,8	0,1

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Закладка и подрыв ядерного заряда	—	0,2	1
Установка металлического купола	—	1,8	1
Установка превентора	—	1,9	0,1
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	0,9	0,1	0,1
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	1	0,2	0,1
Бурение разгрузочной скважины	—	1,8	0,1
Выращивание микроорганизмов	0,9	0,1	1
Закачка буровой жидкости и цемента	—	1	1
Ремонт аварийного превентора	0,9	0,9	0,1
Доставка микроорганизмов	—	0,6	1
Цементирование аварийной скважины	—	1	0,1
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	—	0,2	1
Прекращение вытекания нефти из скважины	0,1	0	0
Сбор разлитой нефти	0,5	0	0

**Коэффициенты уровня уверенности экспертов при оценке
событий итогового прогнозного графа**

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Изготовление ядерного заряда	—	0,1	1
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	—	0,1	0,9
Исследование места аварии	0,9	0,1	0,5
Изготовление и доставка запчастей	0,8	0,7	0,5
Использование спецкорабля- сборщика нефти	—	0,8	0,5
Использование танкеров	—	0,7	0,5
Выжигание нефтяного пятна	—	0,1	0,7
Анализ законодательства	—	0,9	0,9
Взятие проб воды и нефти на анализ	1	0,5	0,9
Выплата сумм ущерба	—	0,9	0,2
Разработка и изготовление металлического купола	—	0,1	0,1
Доставка ядерного заряда	—	0,1	1
Доставка бурового оборудования	—	0,1	0,7
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	—	1	0,1
Производство адсорбентов	0,9	0,9	0,1
Лабораторный анализ проб воды и нефти	1	0,7	0,8
Самостоятельные действия государств	—	0,9	0,5

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Закладка и подрыв ядерного заряда	—	0,1	1
Установка металлического купола	—	0,5	0,1
Установка превентора	—	0,1	0,1
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	0,9	0,4	0,1
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	1	0,6	0,8
Бурение разгрузочной скважины	—	0,1	0,1
Выращивание микроорганизмов	0,9	0,1	0,1
Закачка буровой жидкости и цемента	—	0,1	0,1
Ремонт аварийного превентора	0,9	0,5	0,5
Доставка микроорганизмов	—	0,8	0,1
Цементирование аварийной скважины	—	0,1	0,9
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	—	0,3	1
Прекращение вытекания нефти из скважины	0,5	0	0
Сбор разлитой нефти	0,9	0	0

Веса экспертов по отдельным событиям

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Изготовление ядерного заряда	0	0,02	1
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	0	0,02	0,36
Исследование места аварии	0,81	0,09	0,35
Изготовление и доставка запчастей	0,48	0,49	0,05
Использование спецкорабля-сборщика нефти	0	0,16	0,5
Использование танкеров	0	0,42	0,5
Выжигание нефтяного пятна	0	0,02	0,56
Анализ законодательства	0	1,8	0,45
Взятие проб воды и нефти на анализ	1	0,25	0,45
Выплата сумм ущерба	0	1,62	0,02
Разработка и изготовление металлического купола	0	0,06	0,1
Доставка ядерного заряда	0	0,02	1
Доставка бурового оборудования	0	0,16	0,49
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	0	2	0,01
Производство адсорбентов	0,81	0,09	0,01
Лабораторный анализ проб воды и нефти	1	0,21	0,08
Самостоятельные действия государств	0	1,62	0,05

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Закладка и подрыв ядерного заряда	0	0,02	1
Установка металлического купола	0	0,9	0,1
Установка превентора	0	0,19	0,01
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	0,81	0,04	0,01
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	1	0,12	0,08
Бурение разгрузочной скважины	0	0,18	0,01
Выращивание микроорганизмов	0,81	0,01	0,1
Закачка буровой жидкости и цемента	0	0,1	0,1
Ремонт аварийного превентора	0,81	0,45	0,05
Доставка микроорганизмов	0	0,48	0,1
Цементирование аварийной скважины	0	0,1	0,09
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	0	0,06	0,1
Прекращение вытекания нефти из скважины	0,05	0	0
Сбор разлитой нефти	0,45	0	0

**Средневзвешенные временные характеристики
наступления событий с момента аварии**

Событие	$t(S_i)$
Изготовление ядерного заряда	49
Получение специального разрешения на подрыв ядерного заряда	5211
Исследование места аварии	68
Изготовление и доставка запчастей	39
Использование спецкорабля-сборщика нефти	859
Использование танкеров	2064
Выжигание нефтяного пятна	170
Анализ законодательства	25
Взятие проб воды и нефти на анализ	6
Выплата сумм ущерба	360
Разработка и изготовление металлического купола	107
Доставка ядерного заряда	59
Доставка бурового оборудования	86
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	78
Производство адсорбентов	52
Лабораторный анализ проб воды и нефти	10
Самостоятельные действия государств	3360
Закладка и подрыв ядерного заряда	5212
Установка металлического купола	488
Установка превентора	101
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	383
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	22
Бурение разгрузочной скважины	146

Событие	$t(S_i)$
Выращивание микроорганизмов	452
Закачка буровой жидкости и цемента	1691
Ремонт аварийного превентора	164
Доставка микроорганизмов	458
Цементирование аварийной скважины	1747
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	684
Прекращение вытекания нефти из скважины	6112
Сбор разлитой нефти	7612

Даже достаточно редкое на сегодняшний день применение ядерных зарядов при ликвидации последствий катастроф имеет большие риски возникновения новых разломов в слоях литосферы, а также немаловажное распространение радиоактивного загрязнения по акватории водного объекта. Однако нет сомнений, что из-за непропорционально больших по исполнению временных масштабов и высокой эффективности, методики использования ядерных зарядов являются основным направлением инновационного развития в сфере ликвидации последствий катастроф техногенного характера.

Теперь посмотрим, насколько временные масштабы прогноза событийного ряда устранения последствий техногенной аварии связаны с вероятностными характеристиками. В табл. 5.14 представлены данные вероятностных оценок экспертов соответствующих событий. Как и в случае с временными характеристиками, эксперт $\mathcal{N}^{\circ} 1$ отказался от выставления вероятностных оценок по некоторым позициям, считая, что эксперт $\mathcal{N}^{\circ} 2$ обладает большим авторитетом. Представленные в таблице оценки вероятности являются условными, поскольку события являются зависимыми.

Далее найдем средневзвешенные оценки условных вероятностей событий, а также оценки вероятностей предшествующих событий и оценки всей последовательности событий. Для этого выполним вы-

числения в соответствии с формулами (5.37–5.38). Результаты вычислений представим в табл. 5.15.

По значению итоговой вероятностной оценки $P(S_{ir})$ последнего события “Восстановление экологии акватории”, равному 0,02, можно говорить о сильно пессимистическом результате прогноза. Для определения причин столь низкой вероятностной оценки исхода всего комплекса мероприятий, направленных на ликвидацию последствий техногенной катастрофы, обратимся к значениям оценок предшествующих событий. Из событий, непосредственно предшествующих “Восстановлению экологии акватории”, обращает на себя внимание очень низкая вероятностная оценка события, связанного с распылением специальных микроорганизмов, поедающих нефть в эпицентрах катастрофы. Эффективность этого мероприятия имеет двойное значение для наступления финального события, поскольку влияет на наступление события “Сбор разлитой нефти”. Двигаясь по графу в направлении обратном направлению дуг, обнаруживаем, что причиной столь малой вероятности, связанной с распространением микроорганизмов, является достаточно низкая вероятность определения оптимального набора микроорганизмов. Это, в свою очередь, вызывает необходимость дополнительных прикладных исследований в данной сфере биологической науки и необходимости запаса определенного количества микроорганизмов, которые могут понадобиться для устранения подобных аварий в различных частях земного шара. Наверняка, такой инновационный продукт будет обладать высоким спросом.

Сравнивая результаты прогнозов направлений развития инноваций по временным и вероятностным характеристикам прогнозного графа, получаем еще одну нерешенную проблему, требующую, по всей видимости, фундаментальных исследований. Это проблема воздействия радиации на поведение и жизнеспособность микроорганизмов.

Экспертные вероятностные оценки событий итогового прогнозного графа, рассчитанные при условии, что произошли события, предшествующие данному

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Изготовление ядерного заряда	—	1	0,1
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	—	0,1	0,5
Исследование места аварии	1	0,99	0,5
Изготовление и доставка запчастей	0,5	0,5	0,5
Использование спецкорабля-сборщика нефти	—	0,5	0,9
Использование танкеров	—	0,8	0,9
Выжигание нефтяного пятна	—	0,3	0,5
Анализ законодательства	—	0,8	1
Взятие проб воды и нефти на анализ	0,72	1	1
Выплата сумм ущерба	—	0,5	0,5
Разработка и изготовление металлического купола	—	0,5	0,95
Доставка ядерного заряда	—	0,1	1
Доставка бурового оборудования	—	0,95	0,5
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	—	0,95	0,5
Производство адсорбентов	0,5	0,9	0,5
Лабораторный анализ проб воды и нефти	0,9	1	1
Самостоятельные действия государств	—	0,05	0,3

Событие	Эксперты		
	№ 1	№ 2	№ 3
Закладка и подрыв ядерного заряда	—	0,1	1
Установка металлического купола	—	0,5	0,1
Установка превентора	—	0,85	0,1
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	0,5	0,5	0,5
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	0,75	0,5	0,9
Бурение разгрузочной скважины	—	0,9	0,7
Выращивание микроорганизмов	0,9	0,7	1
Закачка буровой жидкости и цемента	—	0,5	0,5
Ремонт аварийного превентора	0,9	0,6	0,1
Доставка микроорганизмов	0,9	0,9	1
Цементирование аварийной скважины	—	0,5	0,5
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	0,5	0,5	0,1
Прекращение вытекания нефти из скважины	0,8	1	1
Сбор разлитой нефти	0,5	1	1

**Обобщенные вероятностные оценки событий итогового
прогнозного графа**

Событие	$P(S_i S_{ir})$	$P(S_{ir})$	$P(S_i)$
Изготовление ядерного заряда	0,12	1	0,12
Получение спецразрешения на подрыв ядерного заряда	0,48	1	0,48
Исследование места аварии	0,86	1	0,86
Изготовление и доставка запчастей	0,5	1	0,5
Использование спецкорабля- сборщика нефти	0,8	0,5	0,4
Использование танкеров	0,85	1	0,85
Выжигание нефтяного пятна	0,49	1	0,49
Анализ законодательства	0,84	1	0,84
Взятие проб воды и нефти на анализ	0,84	1	0,84
Выплата сумм ущерба	0,5	1	0,5
Разработка и изготовление металлического купола	0,78	0,86	0,67
Доставка ядерного заряда	0,98	0,12	12
Доставка бурового оборудования	0,61	0,86	0,52
Изготовление превентора для разгрузочной скважины	0,95	0,86	0,81
Производство адсорбентов	0,54	0,84	0,45
Лабораторный анализ проб воды и нефти	0,92	0,841	0,77
Самостоятельные действия государств	0,06	0,50	0,03

Событие	$P(S_i S_{ir})$	$P(S_{ir})$	$P(S_i)$
Закладка и подрыв ядерного заряда	0,98	0,06	0,05
Установка металлического купола	0,46	0,67	0,31
Установка превентора	0,81	0,43	0,35
Распыление адсорбентов по акватории водного объекта	0,5	0,45	0,23
Определение состава микроорганизмов для очистки акватории	0,49	0,77	0,37
Бурение разгрузочной скважины	0,89	0,35	0,31
Выращивание микроорганизмов	0,91	0,37	0,34
Закачка буровой жидкости и цемента	0,5	0,31	0,15
Ремонт аварийного превентора	0,77	0,31	0,24
Доставка микроорганизмов	0,92	0,34	0,31
Цементирование аварийной скважины	0,5	0,15	0,08
Распыление микроорганизмов по акватории водного объекта	0,25	0,31	0,08
Прекращение вытекания нефти из скважины	0,8	0,38	0,3
Сбор разлитой нефти	0,5	0,29	0,15
Восстановление экологии акватории водного объекта	—	0,02	—

5.5. Форсайт-технологии прогнозирования

В последние два десятилетия в практике научно-технического прогнозирования получили распространение методы Форсайт-технологий.

Согласно одному из общепринятых определений, Форсайт представляет собой набор подходов, обеспечивающих условия для долгосрочного прогнозирования ситуаций в процессе принятия стратегических решений. Причем эти условия включают в обязательном порядке информационное взаимодействие экспертов, осуществляющих определение направлений прогнозирования и собственно прогнозирование.

Данная методика нашла свое распространение, прежде всего, на национальном уровне, что было предопределено усилившейся конкуренцией товаропроизводителей на международном уровне. Обострение конкуренции привело к уменьшению жизненного цикла товаров. Политика привлечения покупателей товаров за счет снижения цен, которые, в свою очередь, требовали снижения производственных затрат, поставила экономические системы на грань выживания. Возможность дальнейшего развития фирм и экономического роста национальных экономик в целом могло быть обеспечено лишь за счет усиления инновационной деятельности. Однако конкурентная борьба и снижение расходов сделали процесс инновационного развития на уровне отдельных фирм и даже целых отраслей невозможным. Необходимыми условиями выживания стали информированность и социальное доверие. Таким образом, Форсайт стал своего рода ответом на вызовы экономической ситуации.

Впервые термин “foresight” употребил в 1930 году известный писатель-фантаст Герберт Уэллс. В интервью радиокomпании BBC он заявил о необходимости создать специальные должности — “профессоров предвидения”. Такие специалисты должны были, по мнению Уэллса, анализировать исторические, технологические, экономические, социальные направления развития человечества и формировать наиболее вероятные картины будущего.

Впервые Форсайт-технологии в качестве инструментов долгосрочного технологического прогнозирования были применены в 50-х годах прошлого века американской корпорацией RAND. В 1970 году

на национальном уровне программа Форсайт была использована для прогнозирования научно-технического развития в Японии. В начале 80-х годов Форсайт вышел на национальный уровень и в США. В странах Европы, Азии и Латинской Америки, а также в России Форсайт получил признание в качестве национальной программы уже в середине 90-х годов.²

За время своего существования, программы Форсайт претерпели значительные изменения. Если в первых Форсайтах картины будущего формировались в основном лишь в отношении развития производственных технологий, то в настоящее время объектом исследования является взаимодействие инновационных систем и общества в глобальном масштабе.

Цели Форсайт прогнозирования многообразны и зависят от уровня и глубины исследования. На уровне развития конкретных технологий — это разработка “технологических карт” (или их еще называют “дорожными картами”), которые показывают путь развития технологии на период прогнозирования. На уровне развития науки и техники в целом целями Форсайт-прогнозирования являются основные направления, результаты которых будут востребованы для реализации инноваций. Посредством такого прогнозирования государство и корпорации, осуществляющие финансирование науки, прежде всего фундаментальной, формируют основу для распределения ресурсов, предназначенных на НИОКР. На национальном и мировом уровне целями прогнозирования в рамках Форсайт-программ является определение основных направлений научно-технического развития в социально-экономическом контексте (как будет развиваться общество; каким образом будут формироваться политические структуры; какими будут взаимоотношения между государствами; грозят ли обществу техногенные и природные катастрофы).

Конечным результатом Форсайт-прогнозирования является формирование возможных состояний будущего социально-экономических систем, выработка рекомендаций для принятия решений, формирование приоритетов развития научно-исследовательских работ.

Несмотря на общность подходов, Форсайт-технологии имеют ха-

²Соколов А. В. Форсайт: взгляд в будущее. // Форсайт, 2007, № 1. — С. 8–15.

рактерные отличия от традиционных методов прогнозирования, в том числе и в инновационной сфере. Во-первых, это касается объектов прогнозирования (в традиционных методах они, как правило, определены, а в Форсайт-программах объекты нуждаются в определении и уточнении). Во-вторых, Форсайт-технологии требуют достижения компромисса между участниками процесса, а традиционные методы этого не предполагают. В-третьих, Форсайт-технологии требуют большого количества ЛПР, в то время как традиционные технологии предполагают, что можно ограничиться одним ЛПР. Ну и, возможно, главное отличие Форсайт-технологий заключается в том, что обязательное информационное взаимодействие между участниками процесса прогнозирования, создает синергетический эффект коллективного мышления, который, как ни странно это звучит, является одним из важных результатов Форсайт-программы. Это связано с тем, что посредством информационного взаимодействия существенно снижается уровень неопределенности в процессе принятия решения.

В зависимости от уровня проведения Форсайт-программ, различают:

- национальный Форсайт;
- региональный Форсайт;
- отраслевой Форсайт;
- корпоративный Форсайт.

Масштабы, глубина, качество прогнозирования зависят не только от целей, но и от ресурсов, которые выделяются на данные мероприятия. Как показывает практика, на сегодняшний день Форсайт-программы чаще выходят за рамки бюджета. Это связано с высокой степенью неопределенности времени и количества участников Форсайт-программ.

Поскольку в настоящее время не существует устойчивой структуры Форсайт-программы, то планирование мероприятий, связанных с реализацией очередного Форсайта, включает различное количество этапов. Например, в Германии, Форсайт-программа *FUTUR* состояла из трех стадий, каждая из которых включала четыре этапа. На

первой стадии выявлялись тенденции будущего развития, затем проводился анализ этих тенденций, из которых выбирались ключевые. Завершением первой стадии программы FUTUR было формирование фокус-групп для дальнейших работ по долгосрочному прогнозированию.

Вторая стадия начиналась разработкой “картин будущего”, после чего уточнялся состав фокус-групп, определялись сферы спроса на исследования. На завершающем этапе второй стадии определялись темы для формирования сценариев по следующим критериям:

- стимулирование социальных и культурных инноваций;
- лидерство в развитии новых технологий;
- новизна;
- инновационность.

Начало третьей стадии программы FUTUR — предварительное определение сценариев для “ориентиров будущего”. После этого начинается собственно разработка сценариев. Затем разрабатываются рекомендации и руководства к достижению “ориентиров будущего”, на основании которых формируется конкретная программа принятия и реализации стратегического решения, направленного на достижение установленного “ориентира”.³

Сам по себе Форсайт не представляет какого-то особенного метода прогнозирования. Скорее, наоборот, в рамках Форсайта используются известные методы и методологии прогнозирования. Однако эти методы используются не в единственном числе и не сами по себе, а, как правило, в системе с другими методами. В частности, на этапе предварительного прогнозирования, когда определяются основные тенденции развития технологического развития экономики, в качестве основных методов прогнозирования одновременно используются обзор технической литературы, методы библиометрии (например, расчет количества публикаций в отношении определенного научного

³Бойкова М. В., Салазкин М. Г. Форсайт в Германии. //Форсайт, 2008, № 1. — С. 60–69.

направления), а также анализ временных рядов и установление статистических зависимостей. После того как определены основные тенденции исследования и начинается набор дополнительных участников Форсайт-проектов, качественные методы прогнозирования смещаются в сторону опросов и анкетирования. Далее, на этапе генерирования возможных вариантов развития будущего, использование методов прогнозирования становится более разнообразным. Реализуется арсенал всевозможных вариаций метода “мозгового штурма”, метод написания сценариев, метод Дельфи, метод морфологического анализа. Затем на стадии обсуждения выдвинутых гипотез используются фокус-группы экспертов или рядовых граждан, не участвовавших в предыдущих мероприятиях Форсайта. По результатам качественных исследований составляются компромиссные варианты последовательности действий, которые могут привести к прогнозируемым состояниям. Как правило, в качестве методики построения такой последовательности событий используется метод “дорожной карты” и методы голосования. После того как составлен и утвержден прогноз, наступает фаза мониторинга событий, на основании которого прогноз проходит процедуру уточнения и коррекции. На этих этапах Форсайта проводятся интервью экспертов, изучаются результаты проводимых научно-практических конференций. В региональных и корпоративных Форсайтах на завершающем этапе широко используется известный в маркетинге метод бенчмаркинга, который сам по себе трудно назвать методом прогнозирования, однако его назначение (оценить степень развития технологии по сравнению с лучшим известным результатом) позволяет четко проследить тенденцию развития и сделать количественный прогноз.

Набор методов прогнозирования, применяемых в Форсайт-программах, может варьироваться в зависимости от поставленных в программе задач и ресурсного обеспечения. Однако данные факторы являются не единственными условиями определения набора методов. Некоторые исследователи Форсайт-технологий отмечают закономерность между методами и степенью демократичности общества. В более демократических обществах (государства Западной Европы, США, Канада) существует тенденция к использованию открытого обсуждения ситуаций, тогда как в молодых демократиях (Восточ-

ная Европа, Россия, Япония, Латинская Америка) предпочтение отдается закрытым процедурам, к которым, например, относится метод Дельфи. Для того чтобы ответить на вопрос, какие же методы являются более эффективными, необходимо вспомнить об основной цели Форсайта — создании синергетического эффекта коллективного мышления. И здесь возникает явная склонность к тому, чтобы назвать открытые коммуникации экспертов более эффективным методом. Однако не стоит забывать, что достижение компромиссного решения в открытом обсуждении вовсе не обязательно может привести к истине, поскольку мнение большинства может оказаться неверным, а используемые методы голосования при определении компромиссного решения не всегда защищены от манипуляций. Таким образом, нельзя однозначно сказать о том, какой набор методов, применяемых в Форсайт-программе, окажется оптимальным с точки зрения определения истинного состояния “картины будущего”.

Определение оптимального набора методов является на сегодняшний день далеко не единственной проблемой успешного использования Форсайт-технологий прогнозирования. К проблемной стороне Форсайта можно также отнести высокую неопределенность ситуации, расплывчатость целей, невозможность учесть все множество получаемых выводов, несопоставимость простоты методов прогнозирования со сложностью причинно-следственных связей, устанавливаемых в процессе обсуждения, а также высокую стоимость мероприятий. Но несмотря на это, Форсайт, на сегодняшний день, доказал свою применимость в качестве эффективного инструмента управления неопределенностью, что существенно снижает риск принятия решений. Кроме того, Форсайт показывает, каким образом можно получить взаимодополняющий эффект при использовании различных традиционных методов прогнозирования развития инновационных систем.

Глава 6

Особенности многокритериального выбора в управлении инновациями

6.1. Сущность задач многокритериального выбора

6.1.1. Определение многокритериального выбора

Недостаток информации, которая находится в распоряжении ЛПР, приводит к тому, что для принятия решения ему необходимо пользоваться не одним, а целым рядом показателей, которые не могут быть однозначно сведены в единую функцию полезности. Большое количество показателей приводит ЛПР к необходимости использования более сложных методов обработки информации, с которыми он не в состоянии справиться на интуитивном уровне.

С другой стороны, неоднозначность требований, предъявляемых к значениям показателей, требует от ЛПР использования не одного,

а целого ряда критериев, которые часто находятся в противоречии друг к другу. Типичной ситуацией в компании, активно занимающейся развитием инноваций, является децентрализация управления, связанного с разработкой новых продуктов. Конечно, это оправдано необходимостью предоставления большей свободы действий подразделениям, занимающимся непосредственно развитием инновационных направлений. Однако слишком высокая степень децентрализации, как известно, приводит к нарушению согласованности действий и снижению эффективности управления, в результате чего сами инновации становятся маловероятными.

Обе описанные ситуации порождают задачи многокритериальной оптимизации. Только первые заключаются в выборе решения, которое характеризуется рядом показателей, к каждому из которых предъявляется определенный критерий. Вторые характеризуются рядом критериев, которые предъявляются к одному показателю. Необходимо отметить, что возможны еще более сложные ситуации, когда имеет место проблема многокритериального выбора, порожденная как невозможностью определить единственную целевую функцию, которой ЛПР будет руководствоваться в процессе выбора, так и множеством критериев, которые предъявляются как минимум к одному из целевых показателей.

В зависимости от объема и характера информации, имеющейся в распоряжении у ЛПР, проблемы многокритериального выбора могут приобретать окраску стохастичности, хаотичности, расплывчатости, неполноты и динамичности. Указанные признаки могут присутствовать в различных ситуациях в различных комбинациях. В данной главе мы не будем рассматривать подробно представленные особенности, поскольку это является предметом отдельных глав. Мы сосредоточимся, главным образом, на определении основных принципов многокритериального выбора.

К основным особенностям задач многокритериального выбора можно отнести следующие характерные черты:

1. Все задачи имеют уникальный характер, поскольку отсутствуют информация о том, какие существуют связи между отдельными целевыми показателями и отдельными критериями, которые предъявляются к одному и тому же показателю.

2. На момент принятия решения отсутствует информация, которая позволила бы оценить последствия принятого решения.

6.1.2. Виды задач многокритериального выбора

В зависимости от характера неопределенности, имеющей место в задачах многокритериального выбора, различают задачи *векторной оптимизации* и задачи *поиска компромисса в условиях множества критериев*.

Первый класс задач относится к тем случаям, когда необходимо выбрать решение, которое по всем показателям (не путать с критериями) будет наилучшим с точки зрения ЛПР. Методология поиска лучшего решения направлена на определение если не единственной интегральной функции, то, по крайней мере, на определение эквивалентных взаимных замещений самих значений целевых показателей.

В классе задач векторной оптимизации выделяют задачи, определенные отношениями независимой релевантности, отношениями зависимой релевантности и отношениями эквивалентных приращений. Кроме того, выделяют вид задач, определенных комбинированными отношениями. Отношение независимой релевантности предполагает, что влияния отдельных компонент на целевую функцию являются независимыми друг от друга. Для отношений зависимой релевантности, наоборот, влияние одной компоненты зависит от значений других. Ситуация усложняется тем, что сам вид целевой функции остается неизвестным.

Прежде чем перейти к рассмотрению отдельных видов задач, рассмотрим основные принципы поиска решений.

6.1.3. Принцип доминирования

Если считать, что инновационное решение a^1 приводит к последствиям $x^1 = (x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1)$, а инновационное решение a^2 — к последствиям $x^2 = (x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2)$, то говорят, что решение a^1 доминирует над решением a^2 , если в отношении последствий этих инновационных решений выполняются следующие соотношения:

$$\begin{aligned} x_i^1 &\succcurlyeq x_i^2 && \text{для всех } i, \\ x_i^1 &\succ x_i^2 && \text{хотя бы для одного } i. \end{aligned} \tag{6.1}$$

Решение a^2 называется *доминируемым*, соответственно, решение a^1 — *недоминируемым*.

Знак $\succcurlyeq$ означает, что решение является не менее предпочтительным (или нестрого предпочтительным). Знак $\succ$ говорит о строгой предпочтительности.

Понятно, что нет смысла рассматривать инновационное решение, которое является по всем целевым показателям не лучшим, а хотя бы по одному даже худшим, чем какое-либо другое решение. И в этой ситуации можно было бы говорить о достаточной простоте выбора. Необходимо лишь отбросить доминируемые решения. Однако много ли таких решений. На практике получается, что доминируемых решений очень мало, а среди инновационных решений таких практически нет. В связи с этим актуальным становится вопрос о выборе окончательного, или еще говорят терминального, решения на множестве недоминируемых решений.

По отношению друг к другу недоминируемые решения являются несравнимыми по значениям последствий x^j . Это означает, что для некоторых компонентов вектора исходов x_i^j одно из решений является более предпочтительным, для других компонентов — предпочтительным будет другое решение. Множество таких недоминируемых решений составляет так называемое паретовское множество, которое также называют ядром предпочтения Парето.

6.2. Методы поиска терминального инновационного решения в ситуации многокритериального выбора

6.2.1. Исследование эффективной границы

Также ядро предпочтения Парето называют *эффективной границей*. По сути, эффективная граница (ядро предпочтений Парето) представляет собой решения, которые являются самыми лучшими

по какому-либо одному показателю и не обязательно лучшими по другим. Понятно, что терминальным может быть признано любое решение из числа недоминируемых, поскольку между собой недоминируемые решения являются несравнимыми. Несравнимость решений создает неопределенность, связанную с невозможностью сопоставления оценок последствий (прежде всего негативных).

Самым простым способом ограничения количества недоминируемых решений, которые потенциально могут стать терминальными, является введение ограничений на значения целевых показателей. На момент образования ядра предпочтений Парето нижней границей целевых показателей (в смысле предпочтения) являлись наихудшие значения решений, которые собственно и вошли в состав этого ядра, т. е. составили эффективную границу. Далее для уменьшения списка решений, можно увеличить значение нижних границ по каждому или ряду показателей. Таким образом изменяется эффективная граница, что приводит к отбрасыванию части решений, признанных ранее в качестве недоминируемых. В результате такого отбрасывания количество решений, которые могут быть использованы в качестве терминальных, сократится. Затем вновь можно изменить ограничения, что приведет к изменению эффективной границы, и вновь отбросить некоторое количество решений, не соответствующих этой границе. Такое изменение эффективных границ можно проводить до тех пор, пока не останется единственное решение. Такой метод поиска терминального решения на множестве Парето носит название *метода искусственных ограничений*.

По своему смыслу метод искусственных ограничений, применяемый для исследования эффективной границы, представляет собой метод поиска решения на множестве эффективных альтернатив (множестве Парето). Рассмотрим использование этого механизма на примере выбора инновационного решения.

Пример 15. Строительная фирма разрабатывает стратегию строительства жилых зданий. В качестве сегмента рынка фирма выбрала граждан преклонного возраста, сориентировав определенным образом маркетинговую стратегию. Поскольку большинство строительных фирм при строительстве жилья ориентируются на молодые или уже сформировавшиеся семьи с детьми, то новую стратегию

фирмы, ориентированную на пожилых людей, можно считать инновационной.

Предполагается, что пожилые граждане обладают достаточно большим капиталом, накопленным в течение жизни, часть которого они готовы передать своим детям и внукам, а часть оставить для собственного потребления. Поскольку заранее неизвестно поведение пожилых граждан в смысле возможности совместного или отдельного проживания со своими детьми, руководство фирмы решило рассмотреть последствия всех возможных стратегий, каждая из которых будет ориентирована на определенную ситуацию. Также фирма разработала проект идеального жилья для каждого типа семьи, в которой проживает пожилой человек. Эргономико-стоимостные показатели проектов строительной фирмы приведены в табл. 6.1.

Первая оценка — стоимость обслуживания — представляет собой количество денежных средств, которое пожилой семье придется ежегодно затрачивать на содержание и ремонт жилья.

Возможность обмена на предыдущее жилье — является оценкой вероятности использования схемы, по которой приобретаемой жильё частично или полностью может быть оплачено сдачей старого жилья продавцу.

Возможность общения с родственниками представляет собой оценку вероятности пребывания и временного проживания в жилом помещении близких родственников пожилых людей. Четвертый проект — квартира в доме на 2–3 семьи — предполагает, что пожилые люди могут проживать в одном доме со своими детьми и внуками.

Показатель наличия собственной рекреационной зоны является оценкой вероятности пребывания пожилых людей в отдельной комнате или отдельной рекреации, даже если в квартире временно или постоянно проживают близкие родственники (дети, внуки). Для выбора терминального решения необходимо определить ядро Парето-оптимальных решений, а затем путем изменения эффективной границы определить терминальное решение.

Р е ш е н и е. Для определения на основании выражений (6.1) Парето-оптимальных решений необходимо провести парные сравнения всех решений друг с другом по всем показателям.

Таблица 6.1

Эргономико-стоимостные показатели проектов строительной фирмы

Проект жилья	Стоимость обслуживания (тыс. руб.)	Продажная цена (млн. руб.)	Возможность обмена на предыдущее жилье	Возможность общения с родствен- никами	Наличие рекреа- ционной зоны
Комната с общей кухней	15	0,8	1	0	0,4
1-комн. квартира в многокв. доме	25	2	0,8	0,2	0,5
2-комн. квартира в многокв. доме	30	3	0,7	0,3	0,8
Квартира в доме на 2-3 семьи	40	10	0,1	1	1,0
Отдельный дом на 1 семью	50	4	0,4	0,5	1,0

Сравнивая комнату с общей кухней, которая в простонародии называется “гостинкой”, с 1-комнатной квартирой в многоквартирном доме, видим, что первый проект является более дешевым как по цене, так и по стоимости обслуживания. Кроме того, “гостинку” легко приобрести путем оплаты ее стоимостью предыдущим жильем. Что же касается 1-комнатной квартиры, то она дает больше возможностей для общения с близкими родственниками и создает большие возможности, чем “гостинка” для использования жилья как рекреационной зоны. Таким образом, невозможно сделать вывод о том, какое из этих двух решений является более предпочтительным:

$$\begin{aligned}x_i^1 &\succ x_i^2, & i = 1, 2, 3, \\x_i^1 &\prec x_i^2, & i = 4, 5.\end{aligned}$$

Аналогично сравниваем “гостинку” с двухкомнатной квартирой в многоквартирном доме:

$$\begin{aligned}x_i^1 &\succ x_i^3, & i = 1, 2, 3, \\x_i^1 &\prec x_i^3, & i = 4, 5,\end{aligned}$$

и вновь делаем вывод — решения являются несравнимыми.

Те же выводы получим, сравнивая первый проект с остальными:

$$\begin{aligned}x_i^1 &\succ x_i^4, & i = 1, 2, 3, \\x_i^1 &\prec x_i^4, & i = 4, 5, \\x_i^1 &\succ x_i^5, & i = 1, 2, 3, \\x_i^1 &\prec x_i^5, & i = 4, 5.\end{aligned}$$

В итоге делаем вывод, что первый проект относится к числу Парето-оптимальных решений.

К точно таким же выводам мы придем, если будем сравнивать остальные проекты друг с другом. В итоге получим, что все предлагаемые проекты относятся к числу Парето-оптимальных решений, т.е. каждое решение является эффективным. Далее для выбора терминального решения воспользуемся изменением эффективной границы при помощи метода искусственных ограничений.

Поскольку каждое исходное решение на основании принципа оптимальности Парето относится к эффективным, то и все значения его показателей можно считать эффективными, в том числе и те, которые не как и не позволяют сказать, что данный проект является более предпочтительным, чем какой-либо другой. А поскольку мы допускаем для эффективных решений некоторые далеко не лучшие значения показателей, то для определения эффективной границы как раз и будем использовать эти худшие значения показателей. Таким образом, первоначальная эффективная граница будет представлять собой следующий вектор показателей x^l :

$$x^l = (50; 10; 0, 1; 0; 0, 4).$$

Изменим эффективную границу, увеличив значения каждого целевого показателя. Четких правил по поводу того, насколько необходимо изменять значения эффективной границы нет, однако существуют некоторые рекомендации. По одной из них рекомендуется изменять эффективную границу пропорциональности разности между наихудшими и наилучшими значениями показателей. Данный метод носит название *компромисса эквивалентных приращений*.

Согласно методу поиска компромисса на основе эквивалентного приращения, находим вектор наилучшего идеального решения, составив его из лучших значений целевых показателей представленных проектов:

$$x^h = (15; 0, 8; 1; 1; 1).$$

Определяем разность между вектором лучших идеальных значений x^h и исходной эффективной границей x^l :

$$x^h - x^l = (-35; -9, 2; 0, 9; 1; 0, 6).$$

Для определения эквивалентного приращения разделим разность $x^h - x^l$ на некоторое натуральное число $n \in R$. Это число будет определять число шагов (этапов), в течение которых исходная эффективная граница превратится в вектор идеального решения, составленного из наилучших результатов. Предположим, это число равно 5. Тогда величина эквивалентного приращения δx будет равна:

$$\Delta x = \frac{x^h - x^l}{n} = \frac{(-35; -9, 2; 0, 9; 1; 0, 6)}{5} = (-7; -1, 84; 0, 18; 0, 2; 0, 12). \quad (6.2)$$

Увеличим вектор эффективной границы, изменив уровень притязаний на величину Δx :

$$x^{l+1} = (50; 10; 0, 1; 0; 0, 4) + (-7; -1, 84; 0, 18; 0, 2; 0, 12) = (41; 8, 16; 0, 28; 0, 2; 0, 52).$$

Теперь посмотрим, какие из решений (проектов) соответствуют новому уровню притязаний (новой эффективной границе). Напомним, что исходной эффективной границе соответствовали все решения.

Первое решение x^1 не может соответствовать уровню притязаний x^{l+1} по показателям возможности общения с родственниками и наличия рекреационной зоны.

Второе решение — 1-комнатная квартира в многоквартирном доме — также не соответствует новой эффективной границе, но лишь по показателю наличия рекреационной зоны.

Четвертый проект — квартира в доме на 2–3 семьи — также не соответствует эффективной границе x^{l+1} по показателям продажной цены и возможности частичной оплаты стоимости приобретаемого жилья предыдущим жильем.

Пятый проект — отдельный дом на 1 семью — не соответствует эффективной границе по стоимости обслуживания.

Таким образом, третий проект — двухкомнатная квартира в многоквартирном доме — является единственным решением, который соответствует уровню притязаний ЛПР. А потому это единственное решение и выбирается в качестве терминального решения. Таким образом, строительной фирме для освоения данного сегмента рынка необходимо сосредоточиться на строительстве домов с доминированием двухкомнатных квартир.

Если бы оказалось, что новой эффективной границе соответствовует не единственное решение, а как минимум два, то для выбора терминального решения вновь необходимо было изменить эффективную

границу. Если же ни одно из решений не соответствовало бы вновь выбранной эффективной границе, то уровень притязаний необходимо было бы уменьшить.

Вот таким образом, только за счет исследования эффективной границы, можно определить терминальное решение. Однако бывают ситуации, при которых любое изменение эффективной границы, приводящее к изменению каждого значения вектора целевой функции $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, влечет исключение всех решений, соответствовавших ядру предпочтений Парето. Такая ситуация может возникнуть, когда каждое решение включает хотя бы одну целевую функцию с наихудшим по сравнению с другими Парето-оптимальными решениями значение. В таких случаях изменением эффективной границы невозможно добиться выбора терминального решения.

6.2.2. Лексикографическое упорядочение

Данный метод относится к способам принятия решений на основе предварительного упорядочения альтернатив и является наиболее простым из них. Лексикографическое упорядочение предполагает упорядочение значений целевых показателей каждого решения, в соответствии с которым и осуществляется выбор.

Перед тем как сделать выбор, ЛПР упорядочивает компоненты вектора целевой функции по приоритету. Приоритет может быть установлен как самим ЛПР, так и владельцем проблемы. Решения сравниваются друг с другом сначала по наиболее приоритетному показателю. Если находится решение, которое является наиболее предпочтительным по этому наиболее приоритетному показателю, оно и принимается в качестве терминального. Если же такое решение не является единственным, то для определения того, какое из них является терминальным, проводится сравнение по следующему по степени приоритетности показателю и т. д., пока не останется единственное решение.

Применение метода лексикографического упорядочения рассмотрим на примере развития учреждений начального образования.

Пример 16. В примере 12 на странице 167 рассматривались инновационные проекты, связанные с использованием раз-

личных форм существований учреждений начального образования. Предполагалось, что обучение может быть организовано традиционно в школе, на дому, а также в отдельном офисном помещении, которое не является школой. Учреждение начального образования может находиться в государственной или муниципальной, а также в частной (организаций или частных лиц) собственности. Кроме того, в учреждении образования может реализовываться стандартная или индивидуальная программа обучения. Сочетание всех возможных признаков нам дало возможность говорить о существовании 24 различных способах организации учреждений начального образования, из которых только один является традиционным: муниципальная школа со стандартной образовательной программой. Остальные 23 проекта можно считать инновационными. Сам проект подготовки специалистов с уровня младшей школы также можно считать инновационным, поскольку профильные классы, как правило, создаются только для старших школьников.

Предположим, что высшее учебное заведение желает заняться подготовкой специалистов с младшего школьного возраста. С этой целью организуется учреждение начального образования, выпускники которого продолжают обучение уже в профильной школе. Вуз также рассматривает заключение договора с уже существующим учреждением начального образования.

Предположим, что ЛПР в лице администрации вуза уже сформировало систему приоритетов в отношении показателей вектора целевой функции. На первое место в организации учреждения начального образования ЛПР поставило вариант программы обучения (С), далее следует вид организации (А), а затем и форма собственности учреждения (В).

В табл. 6.2 представлены 6 видов организаций учреждений начального образования, каждому из которых присвоен код в соответствии с характеристиками учреждения.

Р е ш е н и е. Для того чтобы выявить наиболее способных учеников, которые в будущем продолжать обучение в данном вузе, ЛПР (в лице администрации вуза) заинтересовано в том, чтобы обучение в начальной школе проводилось по специальной программе. Данное требование исключает из числа возможных терминальных решений

частную школу, учреждения образования, финансируемые за счет политической партии и производственной компании, а также агентство домашнего персонала. Остаются отдел образования, осуществляющий индивидуальное обучение на дому, и частное агентство гувернеров.

Таблица 6.2

Проекты организации учреждений начального образования

Вид учреждения	Код
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	$A_2B_1C_{1,2}$
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	$A_1B_4C_1$
3. Частное агентство гувернеров	$A_2B_4C_2$
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	$A_3B_3C_1$
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	$A_1B_2C_1$
6. Агентство домашнего персонала	$A_2B_4C_1$

Далее два оставшихся решения сравниваются по показателю вида организации. Оба решения предполагают обучение на дому, а потому являются несравнимыми.

Ну и, наконец, оставшиеся решения сравниваются по показателю формы собственности. Вузу невыгодно заключать договоры с государственными и муниципальными организациями, поскольку их персонал, как правило, не очень заинтересован в результатах своего труда из-за низкого уровня оплаты труда. Следовательно, терминальным решением будет заключение договора о подготовке младших школьников по индивидуальной программе на дому частным агентством гувернеров.

По сути метод лексикографического упорядочения представляет собой некоторое решающее правило, применяемое тогда, когда

никакие другие критерии не позволяют определить терминальное решение. Применение метода в предыдущем примере можно расценить как аналог применения критерия принятия в качестве решающего правила. Действительно, определяя терминальное решение, мы выбирали альтернативу на основании правила принятия, принимая во внимания, прежде всего, лучшие качества решения и не обращая внимания на недостатки. Аналогично можно использовать метод лексикографического упорядочения как аналог другому решающему правилу — правилу отвержения, когда в первую очередь из числа возможных терминальных решений будут исключаться альтернативы имеющие наибольшее количество недостатков. Для этого необходимо сравнивать решения в том же порядке компонентов вектора целевой функции. Только в этом случае будем пользоваться принципом исключения лишь наихудших вариантов. По сути данное видоизменение метода лексикографического упорядочения представляет собой изменение уровня притязаний. Другими словами, это не что иное, как то же самое изменение эффективной границы, которое имеет место в случае, когда исследуется ядро оптимальных по Парето решений.

Изменение решающего правила не может привести к изменению терминального выбора, поскольку отказ от наименее предпочтительных решений очевидно не предполагает отказ от наиболее предпочтительных. Чтобы подчеркнуть устойчивость терминального решения инновационного проекта, полученного лексикографическим методом, вновь рассмотрим пример с учебными учреждениями.

Пример 17. В условиях предыдущего примера определить терминальный выбор, если в основе лексикографического метода принятия решения лежит принцип отказа от наименее привлекательных решений.

Предположим, что для каждого компонента вектора целевой функции имеют место следующие отношения предпочтения:

$$A_1 \succ A_3 \succ A_2, \quad B_2 \succ B_4 \succ B_3 \succ B_1, \quad C_2 \succ C_1.$$

Решение. Поскольку на первом этапе рассматривается вариант образовательной программы, которая имеет лишь два значения: стандартная и индивидуальная, то все инновационные проекты,

предусматривающие использование стандартных программ (C_1), исключаются как наименее предпочтительные. В итоге после первого показателя сравнения в качестве вариантов терминального решения остаются все те же отдел образования, осуществляющий индивидуальное обучение на дому, и частное агентство гувернеров.

На втором этапе необходимо исключить наименее предпочтительные решения по показателю вида организации. Оба варианта являются наименее предпочтительными, поскольку предполагают обучение на дому (A_2). Однако в виду отсутствия других вариантов с более предпочтительными значениями данного показателя, исключать оставшиеся два решения из числа терминальных не имеет смысла. Вспомним, что когда речь шла об эффективной границе, то в таких случаях уровень притязаний снижался.

На третьем этапе из оставшихся двух решений исключаем наименее предпочтительное по показателю формы собственности учреждения (B_1). Таковым является отдел образования муниципалитета, занимающийся обучением на дому по индивидуальной программе. Таким образом, терминальное решение — частное агентство гувернеров — осталось неизменным.

При использовании правила отвержения в качестве решающего правила терминальное решение может оказаться не единственным. Действительно, если бы в последнем примере индивидуальное обучение на дому оказывали не муниципальные служащие (B_1), а, предположим, сотрудники частного предприятия или общественной организации (B_2 , B_3 , B_4), то данное решение нельзя было бы исключать из числа терминальных.

В рассмотренном примере все представленные проекты, как предполагалось, должны были составлять ядро предпочтительных по Парето альтернатив. Однако предварительное выявление эффективных по Парето решений в рассмотренных задачах специально не выполнялось. Это было необходимо, чтобы подчеркнуть отличительные особенности метода лексикографического упорядочения, который достаточно часто применяется как самостоятельный метод без предварительной проверки альтернатив решений на свойство недоминируемости. Если такой анализ проводить, то, на первый взгляд, можно предположить, что решение могло бы быть совсем другим.

Пример 18. Рассмотрим теперь случай, когда перед применением метода лексикографического упорядочения, определяется множество эффективных альтернатив (множество оптимальных по Парето решений). Если оптимальных по Парето решений как минимум два, то для выбора терминального решения необходимо воспользоваться методом лексикографического упорядочения.

Решение. Сравним альтернативы попарно друг с другом, как это выполняли ранее.

Отдел образования муниципалитета, организующий обучение на дому по стандартной и индивидуальной программе ($A_2B_1C_2$) является менее предпочтительным вариантом организации учреждения, чем частное агентство гувернеров ($A_2B_4C_2$):

$$x^1 \prec x^3, \quad \text{т. к. } A_2 \sim A_2, B_1 \prec B_4, C_1 \sim C_1.$$

Частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю, ($A_1B_4C_1$), менее предпочтительна, чем школа, принадлежащая коммерческой организации ($A_1B_2C_1$):

$$x^2 \prec x^5, \quad \text{т. к. } A_1 \sim A_1, B_4 \prec B_2, C_1 \sim C_1.$$

Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии ($A_3B_3C_1$), менее предпочтительно в качестве инновационного проекта, чем, например, частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю ($A_1B_4C_1$):

$$x^4 \prec x^2, \quad \text{т. к. } A_3 \sim A_1, B_3 \prec B_4, C_1 \sim C_1.$$

Частное агентство домашнего персонала ($A_2B_4C_1$) также менее предпочтительно, чем частная школа, принадлежащая индивидуальному предпринимателю ($A_1B_4C_1$):

$$x^6 \prec x^2, \quad \text{т. к. } A_2 \prec A_1, B_4 \sim B_4, C_1 \sim C_1.$$

Таким образом, после исключения доминируемых альтернатив в число оптимальных по Парето решений попадают частное агентство гувернеров и школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы.

Теперь для выбора терминального решения применим метод лексикографического упорядочения. Для этого сравним альтернативы между собой по наиболее приоритетному целевому показателю — программе обучения. Поскольку только частное агентство губернаторов предусматривает обучение школьников по индивидуальной программе (что является более приоритетным для ЛПР), то инновационный проект будет осуществляться именно с данным учреждением.

Как видно из примера, решение, разработанное на основании лексикографического метода, не изменилось, даже при условии, что его поиск велся на множестве оптимальных по Парето альтернатив. Действительно, терминальное решение, найденное на основании лексикографического упорядочения на всем множестве альтернатив, обязательно должно попасть в число эффективных по Парето решений. Ну а если это решение попадает в множество оптимальных по Парето альтернатив (а оно не может туда не попасть), то на основании лексикографического упорядочения меньшего множества оно вновь будет выбрано в качестве терминального.

Таким образом, применение метода лексикографического упорядочения альтернатив:

1. Не противоречит принципу недоминируемости терминального решения;
2. Не зависит от того, выбирается ли это решение на всем множестве альтернатив или только на множестве альтернатив оптимальных по Парето.

6.2.3. Ранговое упорядочение

Упорядоченная структура компонентов вектора целевой функции могла бы быть более простой для восприятия, если бы все целевые компоненты измерялись по единому показателю. В качестве такого единого эквивалента может выступать ранг значений. В отличие от именованных данных ранг позволяет упорядочить структуру в условиях, когда имеет место неопределенность в системе ценностей

самого ЛПР. То есть ЛПР само не представляет, какой из компонентов вектора целевой функции является более приоритетным.

Для того чтобы воспользоваться данным методом определения терминального решения, необходимо присвоить ранг каждому значению компонента вектора целевой функции рейтинг с тем условием, что сами компоненты являются дискретными величинами и могут принимать только те значения, которые представлены альтернативами.

По традиции рассмотрим задачу принятия решения в условиях, когда терминальное решение выбирается из исходного множества решений и из множества решений оптимальных по Парето.

Пример 19. В условиях примера 16 определить терминальное решение на основании рангового упорядочения альтернатив без выделения ядра предпочтительных по Парето альтернатив.

Решение. Присвоим ранговые оценки всем трем показателям каждому из предложенных вариантов решений, предполагая, что целевые показатели могут принимать только такие значения и никакие больше. Нужно отметить, что в данной задаче все целевые показатели принимают лишь номинальные значения, т. е. значения определенные лишь на шкале наименований. Лишь ЛПР может указать отношения предпочтения между такими значениями. Кроме того, набор значений является исчерпывающим. Ранги, поставленные вместо каждого значения в соответствии с отношениями предпочтения, установленными ЛПР (см. стр. 210), представлены в табл. 6.3.

Теперь упорядочим ранги для каждого решения в отдельности безотносительно к целевому показателю, которому принадлежит каждое ранговое значение. В результате для каждой альтернативы получим следующие последовательности, представленные в табл. 6.4.

Теперь сравним между собой упорядоченные последовательности ранговых оценок. Данное сравнение равносильно сравнению по количеству достоинств и недостатков. Поскольку ранговое упорядочение применяется в ситуации, когда структура предпочтений ЛПР сильно расплывчата, постольку высший ранг, присвоенный форме учреждения, приравнивается к высшему рейтингу, присвоенному форме собственности или виду учебной программы.

Таблица 6.3

Ранговые оценки показателей проектов учреждений начального образования

Вид учреждения	Форма учреждения	Форма собственности	Программа обучения
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	3	4	1
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	1	2	2
3. Частное агентство гувернеров	3	2	1
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	2	3	2
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1	1	2
6. Агентство домашнего персонала	3	2	2

Упорядоченные последовательности рангов

Вид учреждения	Упорядоченная последовательность рейтинговых значений
1. Отдел образования муниципалитета, индивидуальное обучение на дому	1, 3, 4
2. Частная школа заслуженного педагога Иванова (стандартная программа)	1, 2, 2
3. Частное агентство гувернеров	1, 2, 3
4. Учреждение образования, финансируемое за счет средств политической партии	2, 2, 3
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1, 1, 2
6. Агентство домашнего персонала	2, 2, 3

Сравнение ранговых последовательностей проводится по принципу отброса доминируемых решений (точно также, как это выполнялось для определения Парето-оптимальных альтернатив). Например, сравнивая первое решение со вторым, обнаруживаем, что ранговая последовательность второго решения является более предпочтительной:

$$r^1 \prec r^2, \quad \text{т. к.} \quad r_1^1 \sim r_1^2, \quad r_2^1 \prec r_2^2, \quad r_3^1 \prec r_3^2,$$

где r^1 и r^2 — ранговые последовательности, соответственно, первого и второго решений;

r_1^j — значение j -ой компоненты ранговой последовательности.

Сравнивая попарно все решения, получаем результат: школа, находящаяся на балансе крупной производственной фирмы, является

единственным решением, чья рейтинговая последовательность является недоминируемой. Следовательно, именно данное решение должно быть выбрано в качестве терминального.

Итак, мы рассмотрели самостоятельное применение метода рангового упорядочения без предварительного определения ядра предпочтительных по Парето альтернатив. Теперь рассмотрим действие данного механизма определения терминального решения в условиях, когда такое ядро определено. Это необходимо, чтобы оценить устойчивость решения, определенного на всем множестве альтернатив.

Пример 20. В условиях примера 16 (стр. 207) определить множество оптимальных по Парето альтернатив. Затем на множестве оптимальных по Парето альтернатив выполнить ранговое упорядочение, на основании которого определить терминальное решение.

Решение. Как известно из примера 18 (см. стр. 212), в число оптимальных по Парето альтернатив попадают лишь частное агентство гувернеров и школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы. Поскольку множество альтернатив, на основе которого выполняется выбор терминального решения, сократилось, постольку сокращается и количество ранговых оценок. В данном случае — до двух. В табл. 6.5 представлены эти оценки.

Упорядочив эти оценки для каждой альтернативы, мы увидим, что терминальное решение останется неизменным:

$$r^3 \prec r^5, \quad \text{т. к.} \quad r_1^3 \sim r_1^5, \quad r_2^3 \prec r_2^5, \quad r_3^3 \sim r_3^5.$$

Непосредственное ранговое упорядочение можно использовать для поиска решения при векторной функции полезности в условиях, когда влияние отдельных компонентов на функцию полезности является независимым. Такой подход к решению задач векторной оптимизации является слишком идеальным, поскольку не позволяет говорить о синергетическом эффекте влияния системы факторов на состояние объекта управления. В инновационном менеджменте такое системное влияние факторов тем более сложно оценить, поскольку сами объекты являются еще не изученными, а потому о влиянии на состояние этого объекта группы факторов можно лишь предполагать.

**Ранговые оценки показателей проектов учреждений
начального образования (Парето-оптимальных)**

Вид учреждения	Форма учреждения	Форма собственности	Программа обучения
3. Частное агентство губернаторов	2	2	1
5. Школа, находящаяся на балансе крупной частной производственной фирмы	1	1	2

6.2.4. Метод ЗАПРОС

Для того чтобы учесть в решении эффект системного влияния группы факторов ЛПП приходится прибегать к помощи экспертов. Однако эксперты, в силу ограниченных человеческих возможностей оценки взаимного влияния факторов, могут давать противоречивые ответы даже в случае, если они пытаются оценить системное влияние всего лишь пары факторов. Для того чтобы усовершенствовать процедуру экспертной оценки, с точки зрения процедуры ведения диалога с экспертом и получения качественных оценок состояния объекта, необходимо использовать специальные методы принятия решения, к одним из которых относится метод ЗАПРОС (Замкнутые Процедуры у Опорных Ситуаций), подробно описанный в одном из учебников по теории принятия решений О. Ларичева и Е. Мошковиц.

Метод ЗАПРОС позволяет оценить влияние системы факторов на состояние объекта управления на основании опроса экспертов

о предпочтительности определенного сочетания значений векторных оценок целевой функции.

Допустимой для опроса экспертов ситуацией в методе ЗАПРОС считается ситуация, когда пара векторных оценок отличается компонентами только по двум показателям. Такой подход связан, по убеждению его авторов, с большими трудностями, которые начинают испытывать эксперты, когда для оценки состояния объекта им предлагается сопоставить влияние не двух, а сразу трех и более факторов одновременно.

Под *опорными ситуациями* понимаются векторные оценки, имеющие только лучшие или только худшие показатели. Такие идеальные варианты решения должны быть представлены заранее, а для этого необходимо точно знать все возможные значения компонентов вектора целевой функции. Следовательно, экспертная оценка должна проводиться не в отношении каких-либо альтернатив, предложенных в качестве вариантов решения, а в отношении всего множества возможных решений с различными сочетаниями значений компонентов вектора целевой функции.

Для оценки всего множества возможных альтернатив в методе ЗАПРОС используются лишь такие векторные оценки, которые по всем показателям, кроме одного, имеют те же значения, что и опорные ситуации. Множество таких оценок называется списком векторных оценок у опорной ситуации. Именно по этому множеству и можно будет упорядочить все комбинации оценок компонентов вектора целевой функции.

Результатом применения метода является сведение различных значений компонентов вектора функции полезности к единой порядковой шкале с рейтинговыми оценками значений.

Для подробного рассмотрения применения метода ЗАПРОС к выбору терминального решения рассмотрим следующий пример.

Пример 21. В целях совершенствования системы медицинского страхования граждан предлагается рассмотреть несколько инновационных проектов. Каждый из них будет оценен по следующим четырем показателям:

1. Свобода доступа врачей на рынок медицинских услуг.

2. Ограничение стоимости лекарств, выписываемых врачом каждому застрахованному пациенту.
3. Величина гонорара, выплачиваемого врачу за лечение застрахованного лица.
4. Ограничение лечебных учреждений, в которые может обратиться за помощью застрахованное лицо.

Каждый показатель может быть оценен по своей шкале с качественными значениями.

Доступ врачей на рынок медицинских услуг может быть:

1. Свободным (любое застрахованное лицо может обратиться к любому врачу; ограничения касаются только специальности врача) — A_1 .
2. Ограниченным (застрахованное лицо может обратиться за помощью лишь к врачу, имеющему специальное разрешение или лицензию) — A_2 .
3. Сильно ограниченным (застрахованное лицо может обратиться за помощью лишь к тому врачу, который работает в специальном медицинском учреждении) — A_3 .

Стоимость лекарств:

1. Отсутствие пределов стоимости — B_1 .
2. Дорогие лекарства выписывается только в случае отсутствия в аптеке дешевых — B_2 .
3. Врач обязан выписывать застрахованному лицу лишь самые дешевые лекарства (только на них будут распространяться льготы по приобретению) — B_3 .

Величина гонорара, выплачиваемая страховой фирмой врачу, оказавшему медицинские услуги:

1. Врач самостоятельно устанавливает величину вознаграждения за свои услуги — C_1 .

2. Размер вознаграждения устанавливается лечебным учреждением, в котором работает врач, либо утверждается местным муниципалитетом, на территории которого была оказана врачебная помощь застрахованному лицу — C_2 .
3. Величина вознаграждения устанавливается страховой фирмой — C_3 .
4. Никакого дополнительного вознаграждения врачу не выплачивается (каждому врачу определен план приема больных независимо от того, с какой страховой фирмой у пациента заключен договор) — C_4 .

Ограничение лечебных учреждений, в которые может обратиться за помощью застрахованное лицо:

1. Застрахованное лицо может обратиться в любое лечебное учреждение — D_1 .
2. Застрахованное лицо может обратиться лишь в те лечебные учреждения, которые определены в списке данной страховой фирмы, а также страховых фирм-партнеров — D_2 .
3. Застрахованное лицо может обратиться лишь в те лечебные учреждения, которые определены в списке данной страховой фирмы — D_3 .

На основании опроса экспертов необходимо ранжировать возможные проекты с различными наборами характеристик, установив, чтобы наивысшие ранги (равные 1) по всем показателям имеет первая опорная ситуация.

Р е ш е н и е. На первом этапе опроса экспертов необходимо выяснить, проект с какой векторной оценкой является наилучшим, а с какой является наихудшим. Таким образом удастся установить первую и вторую опорные ситуации.

Предположим, что по мнению экспертов, полученному, например, на основании того же метода Дельфи, первой опорной ситуацией является проект системы медицинского страхования, который предусматривает свободный доступ врачей на рынок медицинских

услуг, отсутствие пределов стоимости выписываемых лекарств, самостоятельное установление врачом вознаграждения за свои услуги, а также возможность застрахованного лица обратиться в любое лечебное учреждение на территории страны. В соответствие с указанным в условии задачи обозначением величины компонентов вектора функции полезности это будет проект $A_1 B_1 C_1 D_1$.

Теперь необходимо составить список векторных оценок у первой опорной ситуации. Согласно определению, они будут отличаться от первой опорной оценки значением единственной компоненты вектора целевой функции:

- $A_2 B_1 C_1 D_1$;
- $A_3 B_1 C_1 D_1$;
- $A_1 B_2 C_1 D_1$;
- $A_1 B_3 C_1 D_1$;
- $A_1 B_1 C_2 D_1$;
- $A_1 B_1 C_3 D_1$;
- $A_1 B_1 C_4 D_1$;
- $A_1 B_1 C_1 D_2$;
- $A_1 B_1 C_1 D_3$.

Все позиции списка векторных оценок у первой опорной ситуации представляют собой допустимую для опроса экспертов ситуацию.

Эксперты также устанавливают порядок оценок для каждой компоненты вектора. Предположим, что порядок оценок для каждой компоненты совпадает с номером этой оценки (чем выше индекс, тем менее предпочтительно данное значение должно быть для ЛПР).

Далее экспертам будет предложено сравнить по парам все векторные оценки списка и указать, какие из них являются более, а какие менее предпочтительными. Для этого необходимо сделать $\frac{1}{2} N (N - 1)$ сравнений, где N — число векторных оценок в списке

у опорного решения. На самом деле не все эти сравнения необходимо проводить. Некоторые из них в силу установленного порядка значений могут быть получены на основании простого умозаключения. Например, векторная оценка $A_2B_1C_1D_1$ является более предпочтительной, чем $A_3B_1C_1D_1$. Такое умозаключение выполняется с предположением о том, что векторная оценка с менее предпочтительным значением одной из характеристик и эквивалентными значениями других является менее предпочтительной. Другими словами, предполагается, что функция полезности обладает свойством монотонности. Другими словами, предполагается, что совместное влияние факторов на функцию полезности ухудшится, если один из факторов ухудшится при неизменных значениях остальных факторов.

Нужно также отметить, что данное свойство полностью совпадает с принципом доминирования, описанным выше.

Таким образом, еще до опроса экспертов можно составить следующую таблицу соотношений предпочтения векторных оценок (см. табл. 6.6). Отношение превосходства проекта организации системы медицинского страхования с векторной оценкой, представленной в строке, по отношению к проекту, представленному в столбце, определим через значение 1. Отношение обратного предпочтения через -1. Отношение эквивалентности через 0. Несравнимость альтернатив через “—”.

Далее проведем опрос экспертов, предлагая им каждый раз выбрать из двух альтернатив более предпочтительную. После каждого ответа будем изменять значения в таблице предпочтительности векторных оценок инновационных проектов систем медицинского страхования.

Например, сравнивая альтернативы с векторными оценками $A_2B_1C_1D_1$ и $A_1B_2C_1D_1$, эксперт выбрал вариант $A_1B_2C_1D_1$ как более предпочтительный. Другими словами при прочих равных условиях эксперт указал на то, что более предпочтительной является система медицинского страхования, в которой все врачи имеют право оказывать помощь застрахованным лицам вне зависимости от наличия специального разрешения, но при этом существуют ограничения на выписку дорогих лекарств. Система медицинского страхования с ограничениями работы врачей в виде специального разрешения и

отсутствием ограничений на выписку лекарств является менее предпочтительной. А так как

$$A_2B_1C_1D_1 \succ A_3B_1C_1D_1,$$

то

$$A_1B_2C_1D_1 \succ A_3B_1C_1D_1.$$

Аналогичным образом сравниваем остальные векторные оценки. После опроса получим следующую таблицу предпочтений. Для облегчения заполнения таблицы и избежания возможных противоречий при определении оценок рекомендуется при опросе экспертов ориентироваться на поиск наиболее предпочтительной векторной оценки. После того как она определена и на основании умозаключений установлены все отношения предпочтения, связанные с данной векторной оценкой, в диалоге с экспертом определяется следующая по предпочтительности оценка и т. д.

Предположим, что в результате опроса экспертов была составлена следующая таблица отношения предпочтений векторных оценок (см. табл. 6.7).

Теперь на основании отношений предпочтения в табл. 6.7 введем единую рейтинговую шкалу, в которой будут отражены значения всех компонентов вектора целевой функции. Всем наиболее предпочтительным значениям каждого компонента вектора целевой функции дадим значение, равное 1, т. е. $A_1 = 1$, $B_1 = 1$, $C_1 = 1$ и $D_1 = 1$.

Поскольку из списка всех векторных оценок инновационных проектов организации систем медицинского страхования была $A_1B_2C_1D_1$, постольку значению B_2 присваиваем рейтинг, равный 2. Далее следуют:

- $A_2 = 3$;
- $C_2 = 4$;
- $D_2 = 5$;
- $C_3 = 6$;
- $D_3 = 7$;

Таблица 6.6

Соотношения предпочтения проектов с векторными оценками у первой опорной ситуации до опроса экспертов

	$A_2 B_1 C_1 D_1$	$A_3 B_1 C_1 D_1$	$A_1 B_2 C_1 D_1$	$A_1 B_3 C_1 D_1$	$A_1 B_1 C_2 D_1$
$A_2 B_1 C_1 D_1$	0	1	—	—	—
$A_3 B_1 C_1 D_1$	-1	0	—	—	—
$A_1 B_2 C_1 D_1$	—	—	0	1	—
$A_1 B_3 C_1 D_1$	—	—	-1	0	—
$A_1 B_1 C_2 D_1$	—	—	—	—	0
$A_1 B_1 C_3 D_1$	—	—	—	—	-1
$A_1 B_1 C_4 D_1$	—	—	—	—	-1
$A_1 B_1 C_1 D_2$	—	—	—	—	—
$A_1 B_1 C_1 D_3$	—	—	—	—	—

	$A_1B_1C_3D_1$	$A_1B_1C_4D_1$	$A_1B_1C_1D_2$	$A_1B_1C_1D_3$
$A_2B_1C_1D_1$	—	—	—	—
$A_3B_1C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_2C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_3C_1D_1$	—	—	—	—
$A_1B_1C_2D_1$	1	1	—	—
$A_1B_1C_3D_1$	0	1	—	—
$A_1B_1C_4D_1$	-1	0	—	—
$A_1B_1C_1D_2$	—	—	0	1
$A_1B_1C_1D_3$	—	—	-1	0

- $C_4 = 8$;
- $A_3 = 9$;
- $B_3 = 10$.

Теперь предположим, что в некотором регионе рассматриваются три инновационных проекта организации системы медицинского страхования, один из которых (более предпочтительный) станет основой для нового закона. Первый проект предусматривает возможность свободного обращения застрахованного лица к любому врачу в любом медицинском учреждении. При этом врачу предписывается выписывать пациенту только самые дешевые наименования лекарств. Что же касается вознаграждения за услуги, предоставленные врачом, то оно является фиксированным. При этом каждому врачу устанавливается план приема больных (например, не менее 10 человек в день).

Второй проект предусматривает введение специальной разрешительной процедуры для работ врачей в виде специальных лицензий. Пациенты могут обращаться за медицинской помощью лишь в те учреждения, которые определены в договоре страховой фирмой. При этом врач сам устанавливает размер вознаграждения за свои услуги и может выписывать (применять при стационарном лечении) любые виды лекарств, независимо от их стоимости.

Третий проект предполагает, что застрахованное лицо может обратиться за медицинской помощью в любое лечебное учреждение, но только к определенному врачу, которого назначит само лечебное учреждение. Врач самостоятельно устанавливает размер своего вознаграждения. Что же касается выписки лекарств (а также выбора метода лечения), то дорогие лекарства могут быть использованы при лечении, если только в свободном обороте в настоящее время отсутствуют дешевые лекарства.

Каждому из представленных инновационных проектов развития системы медицинского страхования можно поставить в соответствие с его характеристиками определенную векторную оценку целевой функции. Первый проект, согласно его описанию, можно охарактеризовать векторной оценкой $A_1B_3C_4D_1$, второй — $A_2B_1C_1D_1$, третий — $A_3B_2C_1D_1$.

Таблица 6.7

Соотношения предпочтения проектов с векторными оценками у первой опорной ситуации после опроса экспертов

	$A_2 B_1 C_1 D_1$	$A_3 B_1 C_1 D_1$	$A_1 B_2 C_1 D_1$	$A_1 B_3 C_1 D_1$	$A_1 B_1 C_2 D_1$
$A_2 B_1 C_1 D_1$	0	1	-1	1	-1
$A_3 B_1 C_1 D_1$	-1	0	-1	1	-1
$A_1 B_2 C_1 D_1$	1	1	0	1	1
$A_1 B_3 C_1 D_1$	-1	-1	-1	0	-1
$A_1 B_1 C_2 D_1$	1	1	-1	1	0
$A_1 B_1 C_3 D_1$	-1	1	-1	1	-1
$A_1 B_1 C_4 D_1$	-1	1	-1	1	-1
$A_1 B_1 C_1 D_2$	-1	1	-1	1	-1
$A_1 B_1 C_1 D_3$	-1	1	-1	1	-1

Окончание таблицы 6.7

	$A_1B_1C_3D_1$	$A_1B_1C_4D_1$	$A_1B_1C_1D_2$	$A_1B_1C_1D_3$
$A_2B_1C_1D_1$	1	1	1	1
$A_3B_1C_1D_1$	-1	-1	-1	-1
$A_1B_2C_1D_1$	1	1	1	1
$A_1B_3C_1D_1$	-1	-1	-1	-1
$A_1B_1C_2D_1$	1	1	1	1
$A_1B_1C_3D_1$	0	1	-1	1
$A_1B_1C_4D_1$	-1	0	-1	-1
$A_1B_1C_1D_2$	1	1	0	1
$A_1B_1C_1D_3$	-1	1	-1	0

Каждому компоненту векторной оценки поставим в соответствие значение ранга в соответствии с экспертными оценками, полученными в результате опроса экспертов. Затем упорядочим эти ранговые оценки от наименьшего (соответствующего более предпочтительным значениям компонент векторной оценки проекта медицинского страхования) к наибольшему. Результаты сравнения представим в табл. 6.8.

Таблица 6.8

**Сравнение инновационных проектов организации
системы медицинского страхования**

Номер проекта	Исходная векторная оценка	Векторная оценка по единой шкале	Векторная оценка по возрастанию рангов
1	$A_1B_3C_4D_1$	1 10 8 1	1 1 8 10
2	$A_2B_1C_1D_3$	3 1 1 7	1 1 3 7
3	$A_3B_2C_1D_1$	9 2 1 1	1 1 2 9

После того как ранги будут упорядочены, мы увидим, что векторная оценка, соответствующая первому инновационному проекту организации системы медицинского страхования, является наименее предпочтительной. Она доминируется векторными оценками 2-го и 3-го проектов: отсутствие дополнительного вознаграждения за труд врача и определение строго плана приема намного хуже, чем введение системы лицензирования врачей и ограничения на использование дорогих лекарств и методов лечения; а использование только дешевых лекарств и методов лечения менее предпочтительно, чем назначение лечащего врача самим лечебным учреждением или ограничение страховой компанией списка лечебных учреждений, в которые может обратиться застрахованное лицо.

Второй и третий инновационные проекты являются несравнимыми: система лицензирования врачей, предусматриваемая во втором проекте, менее предпочтительна, чем введение ограничений на использование дорогих лекарств в третьем проекте, но определение

страховой компанией списка лечебных учреждений, в которые может обратиться застрахованное лицо, более предпочтительно, чем назначение медицинским учреждением лечащего врача, игнорируя желание пациента. Для определения терминального решения в этом случае можно, как в методе рангового упорядочения, воспользоваться решающим правилом и выбрать проект по правилу принятия или правилу отвержения, то есть по максимуму достоинств или по минимуму недостатков. Поскольку инновационный проект организации системы медицинского страхования является социальным проектом, который подвергается критике, как правило, со стороны недостатков без учета достоинств, то в качестве терминального решения следует выбрать второй проект (последнее значение векторной оценки по упорядочению рангов у 2-го проекта является меньшей, чем у 3-го проекта).

Упорядочение значений компонент вектора целевой функции по единой ранговой шкале на основании сравнения векторных оценок, полученных у первого опорной ситуации, является не единственным. Аналогичное упорядочение можно выполнить на основании сравнения векторных оценок у второй опорной ситуации, т. е. на основании наименее предпочтительной из возможных векторных оценок. Возможно, что решение, полученное на основании сравнения векторных оценок у второй опорной ситуации привело бы к другим результатам. Тогда возникает проблема определения условий, когда необходимо пользоваться сравнением оценок у первой и второй опорных ситуаций.

По всей видимости, разумно использовать первую опорную ситуацию, когда существует возможность выбрать проект с наименьшим количеством недостатков. Это связано с тем, что сам список векторных оценок у первой опорной ситуации представляет собой ухудшенные (по одной компоненте) варианты наиболее предпочтительного возможного решения. Таким образом, экспертам предлагается оценить, какие недостатки будут более предпочтительными. В случае, если на основании единой ранговой шкалы, которая будет определена после опроса экспертов, единственное недоминируемое решение не будет найдено, то для его выбора будет использовано решающее правило отвержения, которое является наиболее приемле-

мым в данной ситуации. Подобная ситуация была рассмотрена нами в разобранном выше примере. Соответственно, если рассматривается задача о выборе инновационного решения по максимальному количеству достоинств, то опрос экспертов в этом случае необходимо проводить на основании списка векторных оценок, составленных у второй (наихудшей) опорной ситуации, а для поиска терминального решения использовать решающее правило принятия.

Рассмотренная нами процедура поиска решения на основании векторных оценок позволила использовать единую шкалу для определения степени влияния каждого отдельного значения каждой компоненты вектора целевой функции на саму целевую функцию. При этом возникали ситуации, когда терминальное решение могло быть найдено только на основании решающего правила. Такие ситуации возникают из-за несовершенства шкалы. Действительно, ранговая шкала не позволила определить, насколько разность между значениями B_2 и A_2 больше (а может и меньше), чем разность между значениями A_3 и D_3 . Для того чтобы глубже понять влияние отдельных факторов на целевую функцию, необходимо дать содержательный смысл этим новым значениям, что можно сделать только в интервальных шкалах. Далее мы рассмотрим некоторые методы, предполагающие построение таких шкал.

6.2.5. Методы “стоимость — эффективность”, “затраты — прибыль”

Наиболее простым методом объединения различных показателей в интегральные обобщенные показатели является метод “затраты — прибыль”. Данный метод предполагает разделение всего множества компонентов, составляющих вектор целевой функции на показатели, которые составляют затраты при реализации инновационного проекта, и прибыль, которая получается от реализации этих проектов.

Основная трудность объединения различных показателей в интегральные заключается в их неоднородности. Действительно, если мы говорим об инновационном проекте и его реализации, то в качестве показателей прибыли мы можем выбрать потоки платежей в денежных единицах за определенный временной период, о сроке

окупаемости, измеряемом во временных единицах и т. д. То же самое, хотя и в меньшей степени, можно говорить о затратах.

Агрегирование осуществляется посредством расчета единого интегрального показателя затрат и единого интегрального показателя прибыли. Как правило, интегральные показатели представляют собой аддитивные процедуры обобщения влияния отдельных компонент на целевую функцию. Таким образом, интегральные показатели прибыли и затрат можно представить в виде следующих формул:

$$B = \sum_{i=1}^n \alpha_i B_i, \quad (6.3)$$

$$C = \sum_{j=1}^m \beta_j C_j, \quad (6.4)$$

где B и C — соответственно, интегральные показатели прибыли и затрат;

B_i — i -ый показатель прибыли инновационного проекта;

C_j — j -ый показатель затрат инновационного проекта;

n и m — общее количество показателей, соответственно, прибыли и затрат;

α_i — вес i -го показателя прибыли в формировании интегрального показателя прибыли;

β_j — вес j -го показателя затрат в формировании интегрального показателя затрат.

Если сами частные показатели прибыли и затрат являются статистическими данными, которые можно назвать надежными в отношении истинности информации, которую они несут, то весовые коэффициенты α_i и β_j не могут быть определены на основании той же статистики столь же достоверно. Для того чтобы преодолеть неопределенность, связанную с определением весовых коэффициентов, как правило обращаются к экспертам. Однако есть и альтернативные методы, которые позволяют сократить расходы на опрос экспертов.

Однако же определение весовых коэффициентов, даже если определены близко к истине, не позволяют полностью преодолеть неопределенность, связанную с многокритериальностью. Множество показателей вектора целевой функции путем группировки по показате-

лям прибыли и затрат сводится к двухкритериальной задаче, в котором одновременно необходимо найти решение, при котором получится минимум затрат и максимум прибыли. Как правило, такое терминальное решение является скорее исключением, чем правилом. Для преодоления данной неопределенности в теории принятия решений ранжируют отношения B/C , обращая при этом внимание на абсолютные значения прибыли и затрат.

В качестве альтернативы выбора терминального решения интегральные показатели прибыли и затрат рассматриваются в качестве единственных компонент вектора целевой функции. Выбор терминального решения осуществляется на основании методов и процедур, которые были рассмотрены нами ранее (метода смещения эффективной границы, метода лексикографического упорядочения, рангового упорядочения и т. д.).

В отличие от метода “затраты — прибыль” метод “*стоимость — эффективность*” не предполагает расчет интегральных показателей, хотя по содержанию затраты и стоимость, с одной стороны, и прибыль и эффективность — с другой, — почти тождественные понятия, если стоимость сводить лишь до затрат, которые необходимы для того, чтобы разработать и реализовать инновационный проект, а под эффективностью понимается объем получаемой прибыли после реализации инновационного проекта.

В общем случае понятия стоимости и эффективности шире, чем понятия затрат и прибыли, поскольку не все виды стоимости относятся к затратам организации. Например, вред, наносимый экологии при реализации инновационного проекта, относится к издержкам, которые чаще всего организация не оплачивает. Также и эффективность не подразумевает всего лишь улучшение экономических показателей состояния организации. Согласно методам оценки, основанным на технократическом подходе, в качестве показателей эффективности реализации инновационных проектов рассматривают уровни автоматизации и механизации технологических процессов в организации.

Поскольку метод “стоимость — эффективность” не предполагает построение интегрального показателя на основании сведения частных показателей в аддитивной или мультипликативной форме, то

для разработки такого единого показателя предполагается построение специальных моделей (математических или логических). Специальные модели разрабатываются отдельно для определения показателя эффективности и показателя стоимости. При этом вовсе необязательно интегральные показатели стоимости и эффективности должны быть иметь стоимостное измерение.

Для определения терминального решения по оценкам инновационных проектов, полученных на основании моделей эффективности и стоимости, используются три основных подхода.

Первый основывается на определении множества Парето-оптимальных решений из представленных для рассмотрения решений в форме оценок эффективности и стоимости. Затем на множестве эффективных альтернатив при помощи методов, уже рассмотренных нами ранее, принимается терминальное решение.

Второй подход предполагает определение терминального решения на основании решения задачи:

$$\begin{aligned} P_k &\rightarrow \min_k, \\ EF_k &\geq EF_0, \end{aligned} \tag{6.5}$$

где P_k — стоимость k -го проекта;

EF_k — эффективность k -го проекта;

EF_0 — минимальный уровень эффективности.

k — номер инновационного проекта, представленный для рассмотрения ЛПР.

Данный подход предполагает определение проекта с наименьшей стоимостью при заданном уровне эффективности.

Третий подход, по аналогии с предыдущим, предполагает поиск терминального решения на основании решения задачи:

$$\begin{aligned} EF_k &\rightarrow \max_k, \\ P_k &\leq P_0, \end{aligned} \tag{6.6}$$

где P_0 — заданный предельный уровень стоимости.

Согласно третьему подходу к определению терминального решения, необходимо выбрать самый эффективный проект при условии,

что бюджетные расходы на его разработку и реализацию ограничены.

В инновационном менеджменте используется каждый из приведенных подходов. Например, если мы имеем дело с инновациями в сфере космических и военных технологий, то, как правило, устанавливается предельный нижний уровень эффективности (например, минимальная точность поражения цели) и затем выбирается самый низкий по стоимости проект. Если речь идет, например, о реализации инновационных проектов в сфере информационных технологий, то здесь, как правило, используется подход, основанный на бюджетных ограничениях.

По существу поиск самого дешевого инновационного проекта при заданном уровне эффективности и наиболее эффективного проекта при заданном уровне стоимости представляют собой некоторую модификацию метода изменения эффективной границы. В качестве эффективной границы рассматриваются фиксированная эффективность или фиксированная стоимость. Критерий в отношении другого показателя является своего рода решающим правилом при выборе терминального решения.

Рассмотрим применение методов “стоимость — эффективность” и “затраты — прибыль” на следующем примере.

Пример 22. Для каждого из шести инновационных проектов экспертами определены значения 3-х видов затрат и 4-х видов прибыли (см. табл. 6.9–6.10).

На основании приведенных данных определить наиболее привлекательный проект, используя метод многокритериальной оценки “затраты — прибыль”.

Решение. Рассчитаем интегральные значения показателей прибыли и затрат, используя модели (6.3) и (6.4). Результаты вычислений представим в таблице (см. табл. 6.11). Затем на основании полученных данных определим множество эффективных решений, из которого выберем терминальное решение, например, методом рангового упорядочения с решающим правилом отвержения.

Таблица 6.9

Данные о значениях затрат инновационных проектов

Проекты	Виды затрат		
	1	2	3
<i>A</i>	3	7	8
<i>B</i>	1	10	9
<i>C</i>	10	9	2
<i>D</i>	10	4	7
<i>E</i>	1	7	4
<i>F</i>	8	8	3
Весовые коэффициенты	0,3	0,5	0,2

Таблица 6.10

Данные о значениях прибыли, прогнозируемой при реализации инновационных проектов

Проекты	Виды прибыли			
	1	2	3	4
<i>A</i>	6	6	10	5
<i>B</i>	11	10	13	9
<i>C</i>	11	14	5	13
<i>D</i>	10	7	8	13
<i>E</i>	11	5	6	11
<i>F</i>	11	5	7	6
Весовые коэффициенты	0,1	0,4	0,2	0,3

Данные об интегральных показателях затрат и прибыли

Проекты	Интегральные показатели	
	затрат	прибыли
<i>A</i>	6	6,5
<i>B</i>	7,1	10,4
<i>C</i>	7,9	11,6
<i>D</i>	6,4	9,3
<i>E</i>	4,6	7,6
<i>F</i>	7	6,3

По табл. 6.11 видно, что проекты *A* и *F* не являются эффективными решениями, поскольку оба являются менее предпочтительными, чем проект *E*. Таким образом, для рангового упорядочения и выбора терминального решения будем использовать только 4 проекта (*B, C, D, E*).

Присвоим ранги интегральным показателям каждого проекта:

B: 3, 2,

C: 4, 1,

D: 2, 3,

E: 1, 4.

Упорядочим ранги:

B: 2, 3,

C: 1, 4,

D: 2, 3,

E: 1, 4.

По решающему правилу отвержения в качестве терминального решения можно выбрать либо проект *B*, либо проект *D*. Для преодоления этой неопределенности используем еще одно решающее правило — величину отношения интегрального показателя прибыли

к интегральному показателю затрат. Для инновационных проектов B и D эти отношения составят, соответственно:

$$\text{проект } B : \quad \frac{10,4}{7,1} \approx 1,46, \quad \text{проект } D : \quad \frac{9,3}{6,4} \approx 1,45.$$

Таким образом, инновационный проект B выбирается в качестве терминального решения.

Поскольку по содержанию показатели затрат и прибыли являются близкими к показателям стоимости и эффективности, используем данные предыдущего примера для иллюстрации метода “стоимость — эффективность”. При рассмотрении примера мы не будем вдаваться в подробности создания моделей эффективности и стоимости, поскольку это тема отдельных достаточно глубоких исследований.

Пример 23. Пусть в отношении инновационных проектов экспертами сделаны оценки показателей модели стоимости и модели эффективности (в табл. 6.9 и 6.10), принять показатели затрат за показатели стоимости, а показатели прибыли за показатели эффективности). Необходимо выбрать самый эффективный проект при условии, что размер стоимости 10 единиц.

Решение. Предположим, что для определения показателей эффективности и стоимости разработаны следующие модели:

$$EF_k = \prod_{i=1}^4 EF_{ik}^{\alpha_i},$$

$$P_k = \prod_{j=1}^3 P_{jk}^{\beta_j},$$

где EF_{ik} — i -ый показатель k -го инновационного проекта, используемый в модели эффективности;

P_{jk} — j -ый показатель k -го проекта, используемый в модели стоимости;

α_i и β_j — параметры моделей эффективности и стоимости. В примере им соответствуют значения весовых коэффициентов таблиц, соответственно, 6.10 и 6.9.

Подставляя данные показателей и параметров в указанные модели, получим следующие значения эффективности и стоимости (см. табл. 6.12).

Таблица 6.12

Значения эффективности и стоимости инновационных проектов

Проекты	Эффективность	Стоимость
<i>A</i>	5,58	6,29
<i>B</i>	4,91	10,31
<i>C</i>	6,88	10,88
<i>D</i>	5,89	8,97
<i>E</i>	3,49	7,11
<i>F</i>	6,58	6,11

Поскольку стоимость инновационных проектов *B* и *C* превышает 10 единиц, то они не могут быть выбраны в качестве терминальных решений. Из оставшихся для рассмотрения проектов наибольшую эффективность имеет проект *F*. Он и будет выбран в качестве терминального решения.

Использование в качестве решающих правил моделей (6.5) и (6.6) имеет некоторые недостатки, поскольку введение ограничения на уровень эффективности или на уровень стоимости напрямую не определяется условиями задачи, а задается ЛПР. Таким образом, возникает неопределенность, связанная с возможностью отвержения наилучшего решения, ответственность за которое несет владелец проблемы. В связи с этим очень важно при использовании подобных методов, чтобы ЛПР согласовывало введение подобных ограничений с владельцем проблемы, а также с другими участниками процесса принятия решения.

Безусловно, методы “стоимость — эффективность” и “затраты — прибыль” существенно снижают степень неопределенности и облегчают процедуру выбора. Вместе с тем, эти процедуры не могут быть применены, если данные о решениях носят номинальный характер

и им никоим образом невозможно присвоить количественные или хотя бы порядковые значения. В подобных случаях приходится возвращаться к процедурам, в которых интегральные показатели не рассчитываются (лексикографическое упорядочение, ранговое упорядочение, метод ЗАПРОС).

Итак, нами были рассмотрены основные механизмы принятия многокритериальных решений в управлении инновациями. Нужно заметить, что мы рассмотрели лишь самые распространенные процедуры. В реальной действительности существует множество частных процедур, имеющих свои особенности, которым мы не уделили внимания. Однако все эти не рассмотренные нами процедуры в большей или меньшей степени включают те самые механизмы, которые были представлены в этой главе.

Глава 7

Методы принятия стратегических решений в инновационном менеджменте

7.1. Основные принципы выбора стратегического решения в инновационном менеджменте

7.1.1. Понятие стратегии и стратегического решения

Подробное описание системы разработки и выбора управленческого решения, представленное в предыдущих главах учебного пособия, в первую очередь, относится к решениям, разрабатываемым на долгосрочную перспективу и принимаемым на высшем и среднем уровнях менеджмента организации. Такие решения в теории менеджмента называются стратегическими. Соответственно, реше-

ния, принимаемые на короткий период времени, а также на младшем уровне менеджмента или на уровне исполнителей, относятся к тактическим и оперативным. Последние, как правило, являются стандартными, принимаются в согласовании со стратегическими решениями и не нуждаются в тщательной проработке. Однако определение сроков и уровень менеджмента являются расплывчатыми признаками для разделения решений на стратегические, тактические и оперативные. Для того чтобы глубже понять разницу между ними, обратимся к определению стратегии.

В переводе с греческого стратегия определяется как умение управлять войсками. В рамках менеджмента в целом и теории принятия решений в частности до сих пор не существует общепринятого толкования того, что можно считать стратегией. Стратегия рассматривается и как процесс принятия решения; и как принципы и правила, в соответствии с которыми принимается решение; и как продуманные и долгосрочные задачи; и даже как направление развития фирмы. Мы считаем, что стратегия — это все-таки решение, но не всякое, а то, которое направлено на осуществление философии организации. Философия организации включает в себя видение и миссию организации, цели организации и систему ценностей, т. е. те элементы процесса разработки решения, которые были рассмотрены в предыдущих главах.

Как указывается в литературе по теории принятия решений, стратегия должна включать наличие долгосрочных целей; технологии, с помощью которых возможно достижение этих целей; ресурсы, которые будут использованы для достижения стратегических целей; систему управления, обеспечивающую достижение стратегических целей. Несмотря на перечисление основных компонентов, составляющих стратегическое решение, его определение остается достаточно расплывчатым. Действительно, сложно определить, какие цели необходимо считать долгосрочными, а какие краткосрочными. Для решений на оперативном и тактическом уровне также используются определенные технологии (пусть и на интуитивном уровне). Каждое решение требует использования определенного набора ресурсов. И, наконец, каждое решение предполагает наличие системы управления (в т. ч. самоуправления), необходимой для

его реализации. По всей видимости, решающим признаком, который позволил бы выделить из всего множества решений стратегические являются не перечисленные признаки, а результат этого решения. А результатом стратегического решения (в этом вопросе наблюдается достаточно согласованная позиция большинства исследователей) являются изменения самой организации, которые позволяют ей выйти на новый качественный уровень. А подобные решения вовсе не обязательно должны быть связаны уровнем менеджмента, временем, ресурсами и технологиями. Таким образом, стратегический характер решения можно определить только по его результату (наступившему или хотя бы ожидаемому).

Теперь более очевидной становится связь между стратегическими решениями и инновациями. Поскольку решение об инновациях приводит к качественному изменению продукта, процесса его выпуска, появлению нового рынка сбыта, использованию нового источника сырья и изменениям в самой организации, постольку такое решение может быть названо инновационным. Классики теории менеджмента М. Х. Мескон, М. Альберт и Ф. Хедоури заявляют, что “основной задачей стратегического планирования, элементом которой является стратегическое решение, является обеспечение нововведений и изменений в организации в достаточной степени”.

7.1.2. Классификация стратегических инновационных решений

В основании определения инновационных стратегий предлагается использовать специфические инновационные детерминанты, т. е. “факторы, определяющие направления развития предприятия, возможности и интенсивность обновления продукции и производственного аппарата”. К таким детерминантам относятся научно-кадровый потенциал организации, состояние опытно-экспериментальной базы, состояние нематериальных активов, структура выпускаемой продукции — в целом ресурсы, необходимые для осуществления инноваций. К специфическим инновационным детерминантам относится также наличие угроз технического и функционального замещения, которые исходят из внешней среды.

В зависимости от сочетания используемых специфических инновационных детерминант различают стратегии НИОКР и стратегии внедрения и адаптации инновационного продукта. К стратегиям НИОКР относятся лицензионная стратегия, стратегия параллельной разработки, стратегия исследовательского лидерства и т. д. К стратегиям внедрения и адаптации относятся сохранение технологических позиций, радикальное опережение конкурентов, процессная имитация и другие.

Стратегический характер перечисленные выше стратегии приобретают после того, как достигнуто качественно новое состояние организации. В частности, для того чтобы достичь увеличения масштабов производства организации, необходимо использовать стратегии опережающей наукоемкости, т.е. увеличения доли наукоемкой продукции в общем объеме производства; исследовательского лидерства и радикального опережения конкурентов. Данные стратегии могут быть использованы организации при условии, что доля научно-технических работников выше среднего уровня по отрасли; при условии, что в распоряжении организации имеется опытно-экспериментальное производство; при условии, что есть задел собственных НИОКР. При отсутствии специфических инновационных детерминант организации для достижения качественно нового состояния предлагается использовать стратегии продуктовой и процессной имитации, заимствования технологий у лидеров отрасли.

В качестве других оснований классификации инновационных стратегий немецкий маркетинголог Рольф Берт предлагает использовать право собственности на идею и степень новизны (см. рис. 7.1).

Однако по этой классификации вновь невозможно определить, какие стратегии относятся к решениям, позволяющим перейти организации в новое качественное состояние.

7.1.3. Определение качественных состояний организации

По всей видимости, для определения инновационных решений, которые в соответствии с принятым выше определением позволяют перейти организации в новое качественное состояние, необходимо



Рис. 7.1. Виды инновационных стратегий по классификации Р. Берта

определить множество этих качественных состояний. Данная задача не является однозначно определенной, поскольку можно предложить различные основания для классификации таких состояний.

В качестве примера определения множества таких качественных состояний организации воспользуемся классификацией А. Ю. Юдакова. Согласно этой классификации качественное состояние организации в первую очередь зависит от того, к рамках какого бизнеса (стандартного или специфического) лежит рыночная ниша организации. В рамках стандартного бизнеса различают организации, которые стараются глобализировать свою деятельность, охватив в гео-

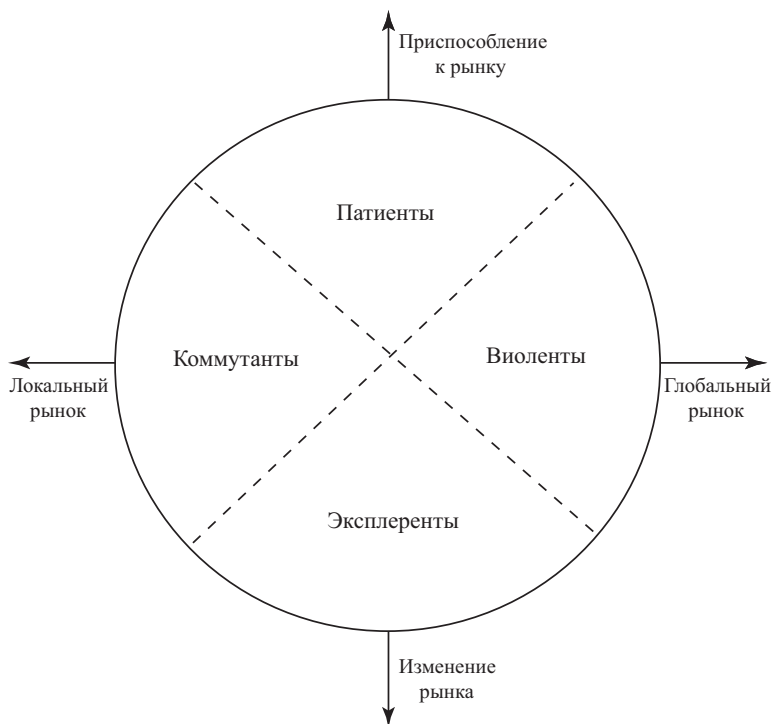


Рис. 7.2. Классификация качественных состояний организации

графическом масштабе наибольшую долю рынка, а также организации, которые намеренно сосредотачивают свои усилия на локальном рынке. Первые называются *виолентами*, вторые — *коммутантами*.

В рамках специфического бизнеса организации пытаются приспособиться к рынку, максимально удовлетворив потребности покупателей. Такие организации называются *пациентами*. Другие, наоборот, сами пытаются изменить рынок. Такие организации носят название *эксплерентов* (см. рис. 7.2).

Виоленты — это крупные производители товаров массового спроса. В отличие от других организаций виоленты обладают большим парком оборудования, в том числе и узкоспециализированного. По-

стоянные издержки у виолентов в расчете на одно изделие достаточно низкие благодаря большим производственным масштабам. Как правило, такие организации не стремятся к изменению своего качественного состояния, а потому любые управленческие решения, в том числе и инновационные, будут направлены на поддержку того состояния, которое достигнуто организацией. Позиции виолентов постоянно подвергаются атакам со стороны других участников рынка, в том числе и других виолентов. Отсутствие активной стратегической позиции со стороны менеджмента виолентов объясняется также тем, что в крупных компаниях большая часть высшего менеджмента вынуждена затрачивать значительное количество времени на политическую борьбу. Особенно это касается некоммерческих организаций. Как отмечает классик теории стратегического менеджмента И. Ансофф, в этой ситуации “менеджменту не отводится роль подкласса, который оказывает влияние”. Но несмотря на все негативные стороны состояния виолента, инновационные решения могут носить стратегический характер. Для того чтобы не превратиться в неповоротливого монстра, постоянно подвергающегося атакам со стороны конкурентов и постепенно сдающего лидирующие позиции, виолент использует стратегию подавления конкурентов, прежде всего ценового, после чего следует поглощение слабого конкурента. С мелкими инновационными компаниями так происходит довольно часто. Альтернативным вариантом активной стратегической позиции является использование своего научно-технического потенциала, который является мощным (по крайней мере в техническом плане) для разработки и внедрения инновационных продуктов.

Коммутанты — это мелкие производители товаров широкого потребления, которые стараются получить максимум полезности от освоения локального рынка. Коммутанты не являются конкурентами виолентам, поскольку занимают те ниши, которые невыгодны виолентам с их высокоспециализированным трудовым и производственным потенциалом. В процессе развития организации, являющиеся типичными коммутантами, стараются перейти в новую фазу. Автор классификации указывает, что коммутанты могут становиться пациентами, если соответствующее такому превращению стратегическое решение будет направлено на специализацию деятельно-

сти организации. Не имея достаточного количества специфических инновационных детерминант в своем распоряжении, для перехода в состояние пациента коммутант, скорее всего, будет разрабатывать новые принципы организации деятельности либо заниматься копированием чужих инноваций.

Пациенты — это организации, контролирующие достаточно специфические рынки, в процессе развития стремятся к диверсификации своей деятельности, в результате чего будет происходить расширение ассортимента продукции и будут появляться новые рынки сбыта. Инновационные решения, представляющие собой собственные улучшающие безрисковые инновации и перенос инноваций с предсказуемым риском, позволят пациенту достичь состояния виолента.

Эксплеренты — это организации, которые со всей уверенностью можно отнести к чисто инновационным, поскольку целью их деятельности является реализация прорывных инноваций. Эксплерент, как правило, не довольствуется своим состоянием и стремится достичь состояния пациента или виолента, полностью реализовав свой инновационный потенциал. Таким образом, все решения эксплорента являются стратегическими.

7.1.4. Традиционные модели выбора стратегических инновационных решений

Основатель американской компании Dell Computer Corporation, миллиардер Майкл Саул Делл, говоря по поводу инновационных решений, заявил о том, что “с хорошей идеей надо выступать первым. Это лучше, чем сделать что-то 28-м, пусть и замечательно”.¹

Таким образом, вопрос о том, принимать стратегическое инновационное решение или не принимать, решается в пользу первой альтернативы. Однако не все модели придерживаются такой детерминированной позиции. Рассмотрим некоторые из традиционных моделей выбора стратегических решений в инновационном менеджменте.

Наиболее простой моделью выбора стратегического инновационного решения является известная матрица Бостонской консал-

¹И. Альтшулер, Э. Фияксель. “Куб” инноваций и палитра инноваторов. Идеи, проекты, уроки и комментарии. — С. 80.

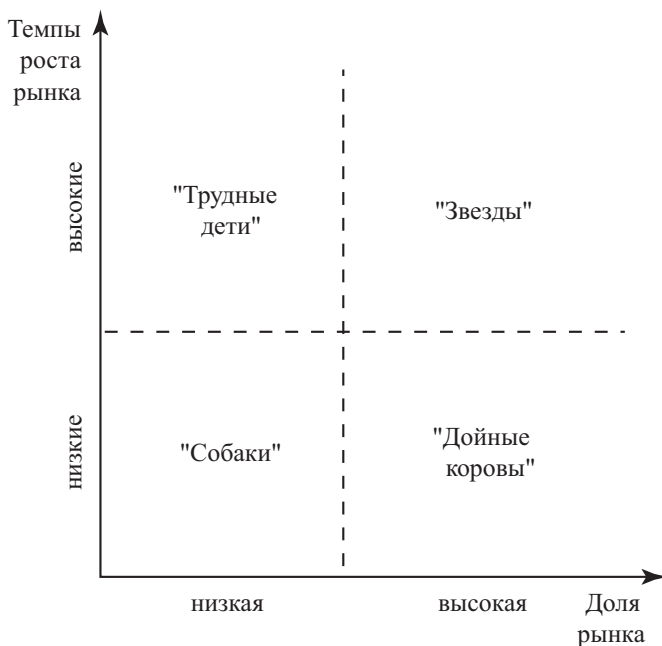


Рис. 7.3. Матрица Бостонской консалтинговой группы

тинговой группы (БКГ), разработанная Брюсом Хендерсоном (см. рис. 7.3).

Согласно матрице БКГ, если результатом инновационного стратегического решения, как ожидается, будет увеличение объемов рынка при условии, что прогнозируется рост самого рынка, то данное решение является приемлемым. Наоборот, если инновационное решение, как ожидается, может привести организацию в состояние, которое обозначено в матрице «собаками», то от такого решения следует отказаться. Состояние «дойные коровы» необходимо использовать для того, чтобы перераспределять доходы в пользу инновационных проектов, расположенных в зоне высоких темпов роста объема рынка («звезды» и «трудные дети»).

Вместе с явной простотой матрица БКГ обладает очень сильным

недостатком, связанным с тем, что результат инновационного решения (особенно это касается прорывных инноваций) очень сложно прогнозировать, поскольку само инновационное решение по своему смыслу является наиболее рискованным. Чтобы матрица БКГ была более адаптированной для принятия инновационных решений, следовало бы скорректировать некоторые ориентиры. Например, вместо доли и темпов роста рынка ввести степень наличия специфических инновационных детерминант.

Следующая рассматриваемая нами модель выбора стратегического инновационного решения является таковой. Вместо доли рынка в ней учитывается рыночная позиция и организации (что, в принципе, тоже самое), а слабопрогнозируемые темпы роста рынка заменены технологической позицией фирмы, что по сути является интегральным показателем присутствия специфических инновационных детерминант. Матрица выбора стратегических инновационных решений выглядит следующим образом (см. рис. 7.4).

Существует еще ряд подобных моделей, в которых для каждой ситуации предлагается стратегическое инновационное решение (как правило, единственное). Безусловным достоинством данных моделей является их простота восприятия со стороны ЛПР или владельца проблемы.

Основной недостаток подобных моделей — их чрезмерная детерминированность. Действительно, для каждого состояния предлагается единственное (правильное) решение. Само отсутствие каких-либо альтернатив говорит о том, что на разработку решения не нужно тратить много времени, достаточно лишь диагностировать ситуацию и сопоставить ее с матрицей. Однако в этом случае исчезает необходимость участия ЛПР в поиске решения, поскольку для каждой ситуации решение уже однозначно определено. В случае со стратегическими инновационными решениями, последствия которых слабопрогнозируемы, такая сильная предопределенность является, по меньшей мере, некорректной, а в ряде случаев совершенно недопустимой. И дело здесь вовсе не в том, что ЛПР остается без работы, а в том, что поведение организации становится почти достоверно предсказуемым не только для ее менеджмента, но и для внешней среды (прежде всего, для конкурентов). Инновационные стратеги-

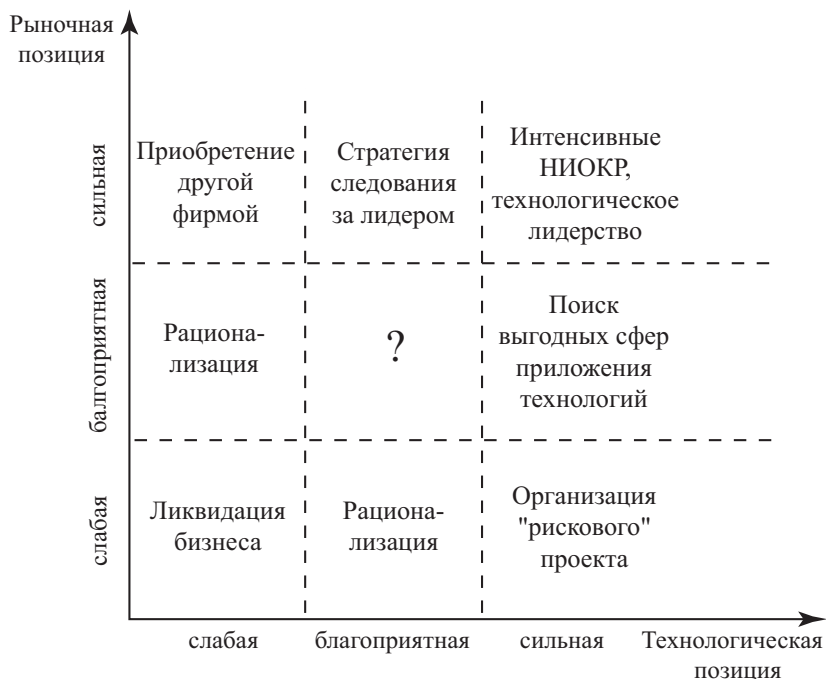


Рис. 7.4. Матрица направлений выбора инновационных стратегий

ческие решения являются как раз наоборот малопредсказуемыми и неожиданными для внешней среды. Следовательно, для разработки стратегических решений необходимо применение других методов, которые не позволяют говорить об однозначности и предопределенности выбора.

Для того чтобы осуществить выбор стратегического инновационного решения, которое является благоприятным для перехода организации в новое качественное состояние и неожиданным для внешней среды, необходимо в самой постановке задачи выбора одновременно учесть цели организации и реакцию на возможное решение со стороны внешней среды. Наиболее приспособленной к таким требованиям является методология выбора теории игр.

Основной особенностью теории игр является представление ситуаций в виде конфликтов интересов определенных сторон. При этом под конфликтом понимается несбалансированность ситуации в отношениях ОРГАНИЗАЦИЯ (СИСТЕМА) — СРЕДА (ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ). Эта несбалансированность ситуации является возмущающим фактором и приводит к активным действиям как самой организации, так и внешней среды, ее окружающей, стремящихся, согласно принципу Ле-Шателье, перейти в состояние, при котором возмущения прекратятся.

Необходимо сразу же отметить, что все ситуации, независимо от сферы деятельности, носят несбалансированный, а следовательно, конфликтный характер. Раздел математики “Теория игр” рассматривает упрощенные модели конфликтных ситуаций, представляя их в виде набора стратегий, которыми могут обладать лицо (или лица), принимающее решение, а также возможные направления реакции внешней среды (она может состоять из тех же ЛПР).

Итак, в теории игр, решения, принимаемые ЛПР, также носят название стратегий. Это неслучайно, поскольку теория игр использовалась в том числе и для моделирования военных действий. Причем стратегии в теории игр — это совокупности правил и принципов, которые определяют последовательность действий игрока в каждой конкретной ситуации, складывающейся в процессе игры. Оптимальными для данного ЛПР называются такие стратегии, которые при различных действиях других ЛПР и (или) внешней среды приводят к получению данным ЛПР наибольшего значения функции полезности (наибольшему выигрышу).

Выигрыши определяются исходами игры, которые называются функциями выигрыша и, как правило, задаются в матричной форме.

В зависимости от суммы выигрыша, получаемого ЛПР (игроками), в теории игр различают:

1. *Статистические игры.* Это ситуации, при которых один из игроков, называемый ПРИРОДОЙ, не имея намерений оказать негативное влияние на других участников конфликтной ситуации, задает условия игры, а другой (другие) участник, называемый СТАТИСТИКОМ, приспосабливается к этой ситуации. В качестве типичного примера можно привести деятельность

хозяйствующего субъекта, который пытается установить, какой из продуктов с каким видом инновации будет востребован на рынке в некотором недалеком (а может быть и относительно далеко) будущем. Примет ли рынок инновационный продукт. Через какое количество времени рынок продукта достигнет фазы насыщения и т. д.

2. *Антагонистические игры.* Это конфликтные ситуации, при которых выигрыш одного игрока равен суммарному проигрышу других игроков. А само название — “Антагонистические игры” — заявляет о том, что в ситуации присутствует противоборство ЛПР. Типичным примером такой ситуации является борьба на рынке конкурентов.
3. *Бескоалиционные игры.* Это ситуации, при которых, все стороны, участвующие в конфликте, могут одновременно проиграть или одновременно выиграть. Сумма выигрышей игроков, в отличие от антагонистических игр, в общем случае не является нулевой. Типичный пример — поведение производителя конечного продукта (например, автомобиля) и комплектующих изделий (например, двигателя внутреннего сгорания). Производитель автомобиля разработал новый более эргономичный дизайн кузова автомобиля, а производителю ДВС экономически не выгодно переходить на производство нового двигателя, что существенно снизит качество новинки. Важной особенностью бескоалиционных игр является невозможность образования коалиций между игроками.
4. *Кооперативные игры.* Как и бескоалиционные игры предполагают, что игроки, участвующие в этой игре, могут одновременно все оказаться в проигрыше или выигрыше, т. е. суммарный выигрыш всех игроков не равен нулю. Однако в кооперативных играх игроки рассматривают возможности образования коалиций с целью увеличения выигрыша каждого участника этой коалиции. Например, автомобильный завод мог бы взять на себя часть расходов на разработку нового двигателя либо разрабатывать не новый дизайн автомобиля, а новую концепцию совместно с конструкторами предприятия по производству ДВС.

7.2. Стратегии адаптации к условиям среды

Как сказано в определении статистической игры, это ситуация, при которой одна из сторон фактически приспосабливается к условиям, которые задаются другой стороной. В условиях совершенной конкуренции, организация, неспособная существенно повлиять на ситуацию, приспосабливается к ней. Рядовой работник предприятия и наемный менеджер приспосабливаются к той организационной культуре, которая сложилась на предприятии. Инноватор, выпускающий на рынок новый товар, приспосабливается к запросам рынка и требованиям потребителей, а также к тем ресурсным возможностям, которые на настоящий момент и в ближайшем будущем будет обладать организация.

Если бы ситуация, к которой необходимо приспосабливаться, была заранее известна, то можно было бы заранее найти для нее не просто решение, а оптимальное решение. А если этих ситуаций две, три и больше? Вероятно, что для каждой из этих ситуаций необходимо будет свое оптимальное решение, отличное от оптимальных решений для других ситуаций. А если заранее неизвестно, какая ситуация вступит в действие? Тогда, по всей видимости, неизвестно заранее, какое же решение необходимо принять. Таким образом, имеет место неопределенность, связанная с будущей ситуацией, к которой необходимо приспособиться заранее.

Конечно же, можно дожидаться того момента, когда ситуация наступит (другими словами, станет полностью определенной), и тогда уж и принимать решение, которое точно будет оптимальным. Это так называемый адаптивный способ управления. Однако пока будет разрабатываться и реализовываться решение, ситуация вновь может измениться, и принятое решение окажется далеко не оптимальным. Таким образом, важное значение имеет возможность предсказания будущей ситуации. А поскольку будущее не определено, то и решение не должно приниматься с учетом этой неопределенности.

В общем виде задачу принятия решения в условиях такого неопределенного будущего можно представить в виде следующей платежной матрицы:

$$A = \{a_{ij}\} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}. \quad (7.1)$$

Строки матрицы соответствуют решениям, принятым ЛПР. В теории игр такие принятые решения называются *стратегиями*. Столбцы матрицы соответствуют ситуациям, которые могут сложиться в некоторый момент времени в будущем. Сами элементы платежной матрицы a_{ij} представляют собой значения выигрышей, которые получит ЛПР в случае принятия им стратегии i при наступлении в будущем ситуации j .

Решение статистической игры основывается на возможности предсказания будущей ситуации. Если будущее предсказуемо, то это означает, что все ситуации, которые будут иметь место в будущем, являются не равновероятными. Следовательно, в определении наиболее оптимальной стратегии необходимо полагаться на оценки этой вероятности. Предположим, что вектор $\bar{p} = (p_1, p_2, \dots, p_m)$, $\sum_{j=1}^m p_j = 1$, задает набор оценок этих ситуаций. Тогда оптимальной стратегией можно считать такую, при которой оценка средней величины выигрыша

$$M(v_i) = \sum_{j=1}^n a_{ij} p_{ij} \rightarrow \max_i. \quad (7.2)$$

В качестве средней оценки выигрыша здесь берется оценка математического ожидания.

Остается еще проблема, связанная с определением самих вероятностных оценок. Их можно оценить экспертным путем или на основе статистических данных (если таковые имеются в распоряжении ЛПР) либо на основе экспертных оценок и статистических данных вместе. Рассмотрим поиск оптимальной стратегии на следующем примере.

Пример 24. Подразделение компании по производству строительных материалов, занимающееся разработкой новых продуктов, составляет план своей работы на год. Компания рассматривает различные ситуации, которые могут сложиться на рынке гипсокартон-

ных плит. Поскольку до настоящего момента отмечался рост потребления этого продукта, компания не может с точностью определить, достигнут ли на рынке данного товара этап насыщения, после которого последует моральное устаревание продукта и постепенное уменьшение спроса на него. В связи с этим предполагаются следующие ситуации:

- в течение всего года продолжится увеличение спроса на гипсокартон не меньшими темпами, какие имели место в предыдущий год;
- в течение года продолжится рост спроса на гипсокартон, но в меньших темпах, чем в предыдущем году;
- в течение года возможна стабилизация спроса и возникновение тенденций к снижению спроса в связи с возможным появлением на рынке нового продукта.

Для каждой ситуации компания разработала стратегию поведения:

- если будет иметь место продолжение роста спроса на гипсокартон, компания увеличит объемы его производства, внося некоторые коррективы в технологию в соответствии с требованиями потребителей и требованиями самой компании с целью сокращения расходов и уменьшения количества отходов при производстве. Отсюда следует, что инновационному подразделению придется работать над способами усовершенствования технологии производства;
- если в течение года ожидается снижение темпов роста спроса, то компания будет, с одной стороны, стремиться к максимизации прибыли от продажи гипсокартона, в связи с чем инновационному подразделению будет дано задание по разработке более дешевой технологии производства, а с другой стороны задумается о выведении на рынок нового продукта — гипсобетонной плиты, рынок которой, по мнению внешних аналитиков, уже зародился и готовится к росту;
- если же насыщение рынка будет достигнуто и в течение года будут отмечаться тенденции снижения спроса на гипсобетон,

то инновационное подразделение фирмы должно будет все свои усилия направить на разработку нового продукта и технологии его изготовления с тем, чтобы, по крайней мере, к концу года выйти на рынок с новым товаром.

Далее в табл. 7.1 указана величина прибыли компании (млн руб.), которую она получит в течение ближайших 5 лет с учетом возможной адаптационной корректировки менеджмента при реализации определенной стратегии в каждой ситуации, а также оценки сторонних экспертов по поводу ситуаций в будущем.

Таблица 7.1

Таблица выигрышей компании и вероятностей ситуаций

Стратегии фирмы	Ситуации		
	этап роста	переход к насыщению	насыщение и спад
Усовершенствование технологий	100	40	20
Усовершенствование технологий и разработка нового продукта	80	140	-50
Разработка нового продукта и вывод его на рынок	-40	30	60
Вероятности ситуаций	0,23	0,14	0,63

Требуется определить оптимальную стратегию поведения инновационного подразделения, на основе критерия средней оценки.

Р е ш е н и е. Подставив значения из таблицы выигрышей в формулу для расчета оценки средней величины выигрыша (7.2), получим (в млн руб.):

$$M(v_1) = 41,2, \quad M(v_2) = 6,5, \quad M(v_3) = 32,8.$$

Таким образом, наибольший ожидаемый выигрыш — 41,2 млн руб. — компания получит при реализации первой стратегии, заключающейся в усовершенствовании технологии производства гипсокартона в соответствии с требованиями потребителей (увеличение качества) и требованиями руководства компании (снижение производственных затрат). Что же касается второй стратегии — технологическое совершенствование производства с целью снижения затрат и разработка нового продукта, то несмотря на то, что именно для этой стратегии рассчитано наибольшее значение выигрыша — 140 млн рублей (при условии, конечно же, что рынок достигнет насыщения, но спада еще не будет наблюдаться), то она является наименее предпочтительной для реализации, поскольку значение среднего выигрыша для нее является наименьшим. Это связано с низкой вероятностью второй ситуации. Третья стратегия также проигрывает первой по величине дохода. В итоге компании в сложившихся обстоятельствах будет выгодно использовать первую стратегию — технологическое совершенствование производства старого продукта.

Несмотря на то, что ситуации, описываемые статистическими играми, возникают в основном независимо от участия в них ЛПР, в ряде случаев предварительные решения ЛПР могут оказывать влияние на вероятность, с которой ЛПР окажется в ситуации. Другими словами, ЛПР может изменить вероятность ситуации. Рассмотрим более подробно этот случай на следующем примере.

Пример 25. Предположим, что предприятие в целом уже определилось со своей генеральной инновационной стратегией. Предположим, что в условиях предыдущего примера, она выбрала направление технологического совершенствования процесса производства уже существующего продукта и не желает в течение этого года тратить ресурсы на разработку нового продукта. Руководство компании считает, что это решение выгоднее отсрочить как минимум на год.

Генеральная стратегия объявлена всем подразделениям компании, в том числе и инновационному подразделению. Что же касается детализации этой стратегии (технологические процессы производства каких продуктов требуют первостепенного внимания, в каком размере необходимо распределить ресурсы), то ее пока нет. Руководство компании предложило менеджменту инновационного подразде-

ления внести свои рекомендации по детализации стратегии, указав на то, что через полгода в зависимости от того, как будет развиваться рынок, в совершенствование технологических процессов могут вноситься изменения.

Инновационное подразделение, осознавая важность совершенствования технологий каждого продукта разработало несколько стратегий своей деятельности, одна из которых будет предложена генеральному менеджменту компании для реализации в первые полгода. Поскольку на предприятии производятся гипсокартонные плиты пяти типов: стандартные, влагостойкие, повышенной прочности, ветро- и влагозащитные, ремонтные — постольку она может сосредоточить свои усилия на совершенствовании технологии производства одного, двух и т. д., всех пяти типов плит. Поскольку заранее неизвестно, как повлияет на рынок изменение качества предлагаемых фирмой гипсокартонных плит определенного типа, инновационное подразделение самостоятельно выбирает типы плиты, над технологией изготовления которых будет проводиться работа.

Инновационное подразделение рассчитало, что на комплекс исследовательских работ по совершенствованию технологии производства одного типа плит вне зависимости от их назначения требуется 1,5 млн руб. Двух типов — 2,8 млн руб. Трех — 3,8. Четырех — 4,5. Пяти — 4,9 млн руб.

Через полгода генеральный менеджмент, как и обещал, может внести поправки в работу инновационного подразделения, указав на то, технология изготовления плит какого типа требует повышенного внимания инновационного подразделения. Может оказаться, что основные претензии потребителей направлены в отношении качества плит, например, стандартного типа, причем ко всем производителям. Но именно над технологией этих изделий с начала года и трудилось инновационное подразделение. В этом случае никаких корректив в работу вноситься не будет. В противном случае возможно внесение изменений, что будет сопровождаться дополнительными расходами компании. Поскольку коррективы вносятся через полгода, то они потребуют значительного увеличения издержек. Пусть эти расходы составят 1,5 млн рублей из расчета на исследовательские работы на каждый тип изделия, работа над которым не проводилась.

Поскольку заранее неизвестно, возникнут ли в отношении какого-либо типа изделия существенные претензии со стороны потребителя, будем считать вероятность этих претензий, и, соответственно, реакции генерального менеджмента компании, выраженной в соответствующих коррективах через полгода, равной 0,5.

На основании этих условий инновационному подразделению необходимо определиться с тем, в отношении какого количества изделий с начала года будут проводиться работы по совершенствованию технологий производства.

Р е ш е н и е. В соответствии с указанными условиями составим платежную матрицу с указанием значений вероятностей ситуаций (см. табл. 7.2). Так как во всех стратегиях компания несет затраты, то значения выигрышей не будут положительными. Для каждого сочетания стратегий инновационного подразделения и ситуации, которая возникнет через полгода, рассчитаны величина выигрыша и вероятность ситуации (в данном случае вероятность ситуации как раз будет зависеть от выбранной стратегии). Количество типов изделий, в отношении которых требуется пересмотр технологии производства — это то количество изделий, в отношении которых у потребителей есть претензии по качеству и технология производства которых инновационным подразделением не была включена в план работ с начала года (инновационное подразделение не угадало, что в отношении данного изделия у потребителей через полгода будут претензии). Если это значение равно 0, то, как указывалось выше, компания не понесет дополнительных расходов, связанных с увеличением интенсивности работ по изменению технологий производства. Если это значение равно 1, то компания дополнительно понесет расходы в размере 1,5 млн руб., если 2 — 3 млн руб. и т. д.

Стоит обратить внимание на значения выигрышей начиная со второй строки. Во второй строке значения выигрышей при количестве типов изделий, в отношении которых через полгода потребуются вносить изменения в технологии, равном 3 и 4, значения выигрышей фирмы одинаковые — по -7,3. Это означает, что если инновационное подразделение с начала года проводило исследовательские работы по совершенствованию технологии производства в отношении двух типов изделий, то максимальное количество изделий, в отношении

которых у потребителей будут претензии по качеству и которые не были включены в план исследовательских работ с начала года, будет равно трем. Таким образом, не угадать четыре типа изделия, в отношении которых у потребителей будут претензии по качеству, инновационное подразделение фирмы не может. На это указывает и нулевая вероятностная оценка, записанная под величиной выигрыша. Такие же ситуации имеют место при реализации всех остальных стратегий.

Таблица 7.2

Таблица выигрышей компании (млн руб.) и вероятностей ситуаций при реализации стратегий по совершенствованию технологии производства различного количества продуктов

Стратегии инновационного подразделения	Количество типов изделий, для которых требуется изменение технологии				
	0	1	2	3	4
1	-1,5	-3	-4,5	-6	-7,5
	0,0625	0,25	0,375	0,25	0,0625
2	-2,8	-4,3	-5,8	-7,3	-7,3
	0,125	0,375	0,375	0,125	0
3	-3,8	-5,3	-6,8	-6,8	-6,8
	0,25	0,5	0,25	0	0
4	-4,5	-6	-6	-6	-6
	0,5	0,5	0	0	0
5	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9
	1	0	0	0	0

Теперь несколько слов по поводу расчета вероятностных оценок. Поскольку в ситуации полной неопределенности невозможно точно указать, какова вероятность того, что в отношении определенного типа товара у потребителей возникнут претензии по качеству, то эта вероятность принимается равной 0,5. В то же время, если компания

располагает информацией по поводу того, насколько часто потребители выражали свои претензии (а сделать это достаточно сложно ввиду того, что сам расчет вероятности предполагает учет достаточно большого количества переменных и параметров, а не просто социологический опрос целевой аудитории), то вероятностные оценки могут быть рассчитаны на основании этих данных. В нашем примере вероятность того, что в отношении тех изделий, которые не были включены в план исследовательских работ, через полгода придется также интенсифицировать деятельность по изменению технологии производства, будет рассчитываться по формуле о повторении испытаний Бернулли:

$$P_n(m) = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}, \quad (7.3)$$

где C_n^m — число сочетаний из n элементов по m в каждом, т. е. комбинаторная формула, показывающая в данной задаче, сколько комбинаций заранее определенного количества претензий потребителей возможно;

p — вероятность события в одном опыте (вероятность претензии потребителей в отношении данного вида изделия).

Подставляя данные платежной матрицы в формулу для расчета оценки среднего выигрыша (7.2), получим:

$$\begin{aligned} M(v_1) &= -4, 5, & M(v_2) &= -5, 05, & M(v_3) &= -5, 3, \\ M(v_4) &= -5, 25, & M(v_5) &= -4, 9. \end{aligned}$$

Таким образом, оптимальной для инновационного подразделения является стратегия, направленная на совершенствование технологии всего лишь одного изделия с начала года, поскольку ожидаемые средние затраты в этом случае будут минимальными по сравнению с другими стратегиями.

Оценка средней величины выигрыша, на основании которой были сделаны выводы об оптимальности стратегий в двух рассмотренных выше задачах, является, конечно же, важной, но единственной характеристикой. Уж поскольку речь зашла о случайных величинах и их характеристиках, то кроме математического ожидания, которое в рассмотренных примерах рассматривалось в качестве оценки среднего, есть и другие не менее важные характеристики, неучет которых

может приводить к ошибкам в оценке качества принятого решения. Как правило, вместе с математическим ожиданием случайной величины, которой является выигрыш, рассматривается также и дисперсия, т. е. статистика, характеризующая разброс значений случайной величины выигрыша относительно математического ожидания. Как известно из курса теории вероятностей, дисперсия, или центральный момент второго порядка, рассчитывается по формуле:

$$D(v_i) = \sum_{j=1}^n (a_{ij} - M(v_i))^2 p_{ij} = M(v_i^2) - M^2(v_i). \quad (7.4)$$

Чем больше величина этой дисперсии, тем больше риск того, что реальное значение выигрыша будет отклоняться от оценки среднего (математического ожидания). Если решение принимается с учетом этого показателя риска, то для наилучшего решения значение дисперсии должно стремиться к минимуму. Рассчитаем значения дисперсии для стратегий в последней рассмотренной нами задаче:

$$\begin{aligned} D(v_1) &= 2, 25, & D(v_2) &= 1, 69, & D(v_3) &= 1, 13, \\ D(v_4) &= 0, 56, & D(v_5) &= 0. \end{aligned}$$

В итоге получается, что решение, для которого значение математического ожидания величины выигрыша было наибольшим, с точки зрения дисперсии, является наиболее рискованным. Но, как правило, так и случается. Кто знаком с теорией финансовых решений, тот наверняка знает, что наиболее доходные направления инвестиционных проектов являются одновременно и наиболее рискованными. В этой ситуации для выбора оптимального решения на основании двух целевых показателей (математического ожидания и дисперсии) необходимо использование соответствующих методов многоцелевого поиска (например методов, основанных на принципе оптимальности Парето) либо расчет интегрального оценочного показателя, составленного из математического ожидания и дисперсии.

В статистике известно отношение

$$\nu = \frac{\sqrt{D}}{M}, \quad (7.5)$$

называемое коэффициентом вариации и служащее для характеристики относительной меры разброса значений случайной величины. Поскольку значений математического ожидания является положительным фактором для оценки выбранного решения, а дисперсия — отрицательным, то чем меньше значение коэффициента вариации для выбранного решения, тем более предпочтительным будет решение. Рассчитаем значение коэффициентов вариации для последнего примера:

$$\begin{aligned}\nu(v_1) &= -0,33, & \nu(v_2) &= -0,26, & \nu(v_3) &= -0,20, \\ \nu(v_4) &= -0,14, & \nu(v_5) &= 0.\end{aligned}$$

Наименьшее значение коэффициента по абсолютной величине соответствует последнему решению, когда инновационному подразделению необходимо с начала года начать проведение исследований в отношении всех пяти типов продуктов. Решение, соответствующее первой стратегии, при котором инновационное подразделение намеревается с начала года заняться совершенствованием технологии изготовления только одного вида продукта, напротив является наименее предпочтительным по отношению ко всем остальным решениям, поскольку значение коэффициента вариации является наибольшим по абсолютной величине.

Использование интегральных показателей приводит к искажению пространства, задаваемого рассматриваемыми величинами, а вместе с ним и к искажению получаемых результатов. В связи с этим в качестве альтернативы поиска решения при многокритериальном выборе может быть рассмотрена задача о выборе решения оптимального по Парето. Для этого, как известно, необходимо сравнить альтернативы (наборы значений целевых показателей) друг с другом для выявления, какие из них являются доминируемыми, а какие недоминируемыми (эффективными). Доминируемой считается альтернатива, для которой найдется хотя бы одна альтернатива, которая по всем значениям целевых показателей окажется не хуже данной и хотя бы одному значению лучше. Множество недоминируемых альтернатив носит название эффективного множества. Для определения, какие из альтернатив войдут в состав эффективного множества, составим таблицу их значений:

$$\begin{array}{ccccc}
2 \succ 3 & & & & \\
4 \succ 3 & & & & \\
5 \succ 2 & 5 \succ 3 & 5 \succ 4 & &
\end{array}$$

Таблица 7.3

**Значения оценки среднего (математического ожидания)
и дисперсии выигрыша**

Стратегия	1	2	3	4	5
Среднее	-4,5	-5,05	-5,3	-5,25	-4,9
Дисперсия	2,25	1,69	1,13	0,14	0

Сравнивая альтернативы, обнаруживаем, что альтернативы 2, 3 и 4 являются доминируемыми, а потому они не входят в множество эффективных альтернатив, а 1 и 5 как раз и являются Паретовским множеством. С точки зрения принципа Парето-оптимальности, любая альтернатива, входящая в состав множества эффективных альтернатив, является оптимальной по Парето. Таким образом, любое из двух решений является оптимальным. Применительно к задаче это означает, что для инновационного подразделения оптимальным является любое из двух решений, т. е. с начала года в плане работы должна быть предусмотрена работа над совершенствованием технологии производства одного вида продукта либо всех пяти.

Для выбора терминального решения необходимо воспользоваться дополнительными критериями, например, методом рейтингового упорядочения или методом компромисса на основе эквивалентных приращений.

Рейтинговое упорядочение предполагает, что всем значениям целевых показателей ставится в соответствие определенный рейтинг (лучшему значению — 1), после чего сравниваются упорядоченные наборы рейтингов. Присвоим альтернативам из числа эффективных такие рейтинги (см. табл. 7.4).

Далее упорядочим рейтинги — от высшего к низшему — для каждой альтернативы (см. табл. 7.5).

Сравнение рядов рейтингов для двух альтернатив по двум показателям не дает ответа на вопрос о том, какое же из двух решений будет наиболее предпочтительным. Тот же самый вывод можно

будет сделать и при использовании метода компромисса на основе эквивалентных приращений. В итоге, обе стратегии считаются оптимальными.

Таблица 7.4

Значения рейтингов, соответствующих значениям целевых показателей для эффективных альтернатив

Стратегия	1	5
Среднее	1	3
Дисперсия	3	1

Таблица 7.5

Упорядоченные значения рейтингов

Стратегия	Ряд
1	1 3
5	1 3

Если стратегии представлены не в интервальной, как в последнем примере, не в порядковой, а в номинальной форме, как в первом примере этой главы, то критерии среднего и дисперсии получают дополнительный смысл с позиции возможного применения так называемой в теории игр смешанной стратегии. *Смешанной* называется стратегия, которая состоит из набора чистых стратегий, каждая из которых используется с определенной долей (или определенной вероятностью). В этой ситуации возможна разработка смешанных стратегий, в которых фиксированное значение дисперсии достигается максимум среднего выигрыша, и наоборот, при фиксированном значении среднего выигрыша достигается минимум дисперсии. Из-за достаточной громоздкости вычислительных процедур и большого количества теоретического материала рассмотрение данной ситуации вынесено в отдельную тему.

Вычисление характеристик случайной величины, которой в статистической игре является величина выигрыша, возможно только при условии, что известны значения вероятностей, соответствующих

ситуациям либо соотношению ситуаций и стратегий. Совсем на других основаниях будет строиться выбор наилучшего решения, если эти вероятности неизвестны, либо если их значениям невозможно доверять. В этом случае в ход идут дополнительные критерии, применение которых связано с состоянием ЛПР, объекта, в отношении которого принимается решение, внутренней средой организации и т. п. В теории принятия решений самыми известными из этих критериев являются:

1. Критерий Вальда.
2. Критерий Гурвица.
3. Критерий Сэвиджа.

Критерий Вальда, или его еще называют критерием “абсолютного пессимиста”, предполагает, что наилучшей из предложенных является та стратегия, для которой наименее возможное значение выигрыша будет наибольшим по сравнению с другими стратегиями:

$$\max_i V_i = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (7.6)$$

Критерий Вальда ориентируется на ситуацию, которая для выбранной стратегии будет наименее предпочтительной, что вообще-то является маловероятным. И все же использование данного критерия в принятии решений встречается достаточно часто. Это относится, прежде всего к государственным структурам, где экономические показатели деятельности (затратность, прибыльность) являются не столь важными по сравнению с показателями широты охвата рынка. Именно в государственных структурах ЛПР часто несет персональную ответственность за обстоятельства, которые от него никоим образом не зависят (случилось природная катастрофа, техногенная катастрофа, грянул финансовый кризис и т. д.). Для оправдания своих действий ЛПР необходимо представить отчет о проделанной работе, чтобы исключить даже малейший намек на то, что каким-то образом можно было бы избежать неблагоприятной ситуации.

Применив данный критерий к последнему примеру, получим:

$$\max_i V_i = \max_i (-7, 5; -7, 3; -6, 3; -5; -4, 9) = -4, 9.$$

Таким образом, наиболее оптимальной является стратегия, соответствующая выигрышу -4,9, т. е. последняя стратегия, предполагающая, что с начала года инновационное подразделение начнет работу над совершенствованием технологии изготовления всех пяти видов продукции. Известный американский исследователь в области инновационного менеджмента П. Друкер отмечает в своей книге “Рынок: как выйти в лидеры”, что такое поведение свойственно компаниям непредпринимательского характера с устойчивой структурой. Менеджеры этих организаций не любят рисковать, в связи с чем сами фирмы невозможно назвать инновационными. Действительно, сосредоточение деятельности инновационного подразделения на всех направлениях технологического совершенствования потребует привлечения значительного количества финансовых и человеческих ресурсов, которых у компании может и не оказаться в данный момент.

Критерий Гурвица, назван так в честь его разработчика — российского, а затем американского математика и экономиста Леонида Гурвица, лауреата Нобелевской премии по экономике 2007 года. Гурвиц предложил шире взглянуть на определение критерия, предложенного Вальдом. Если согласно критерию Вальда предполагается, что существует высокая вероятность того, что наступит наименее предпочтительная ситуация, то почему не может быть вероятности того, что будет иметь место наиболее благоприятная ситуация, которая бы соответствовала критерию “абсолютного оптимиста”. Если ЛПР не связано обязательствами доказывать свою невиновность в ситуации “форс-мажора”, то почему бы ему не вести себя как оптимисту, надеющемуся на лучшее. Гурвиц предлагает для описания выбора при таком смешанном “оптимистическо-пессимистическом” поведении ЛПР следующий критерий выбора:

$$\max_i G_i = \max_i \left(\gamma \max_j a_{ij} + (1 - \gamma) \min_j a_{ij} \right), \quad (7.7)$$

где γ — значение коэффициента Гурвица (или его еще в литературе называют γ -коэффициентом), который определяет степень оптимизма ЛПР. Значение коэффициента изменяется в пределах от 0 до 1.

Если значение коэффициента Гурвица равно 0, то решение, принятое в соответствии с критерием Гурвица, называется пессимистическим. Действительно, если подставить в формулу (7.7) $\gamma = 0$, то критерий Гурвица превратится в критерий Вальда. Если же значение коэффициента Гурвица равно 1, то решение является оптимистическим, поскольку ориентируется на самую наилучшую для каждой стратегии ситуацию.

Каким образом при принятии решения выбрать значение коэффициента Гурвица? Однозначного ответа на этот вопрос нет. Можно предложить самому ЛПР проанализировать ряд решений, принятых им, основываясь на интуиции в ситуациях, когда ожидания ЛПР были самыми, что ни есть, оптимистичными. Доля тех решений, которые приводили к ожидаемым результатам, и даст ответ на вопрос о том, какое значение γ -коэффициента необходимо выбрать.

Если все же значение коэффициента Гурвица выбрать затруднительно, то можно прибегнуть к способу, который позволяет учесть все значения данного коэффициента. Для этого необходимо построить графики всех функций Гурвица, задаваемых каждой стратегией, при переменной величине γ -коэффициента.

Сами функции Гурвица для каждой стратегии можно получить, поставив в уравнение (7.7) значения максимальной и минимальной величины выигрыша для соответствующей стратегии:

$$\begin{aligned} G_1 &= 6\gamma - 7,5, & G_2 &= 4,5\gamma - 7,3, & G_3 &= 3\gamma - 6,8, \\ G_4 &= 1,5\gamma - 6, & G_5 &= -4,9. \end{aligned}$$

Каждая функция представляет собой отрезок прямой при значении коэффициента Гурвица $0 \leq \gamma \leq 1$. Изобразим функции Гурвица на графике (см. рис. 7.5).

Верхняя огибающая кривая на графике показывает, на каких интервалах значений γ -коэффициента какие функции и, следовательно, стратегии являются доминирующими. Как видно по графику, огибающая кривая представляет собой объединение участков функций G_1 и G_5 . При этом функция G_5 является доминирующей на интервале значений γ -коэффициента $[0; 0,43]$, а функция G_1 — на интервале $(0,43; 1]$. Сравнивая величины интервалов, делаем вывод, что функция G_1 и, следовательно, стратегия, направленная на совер-

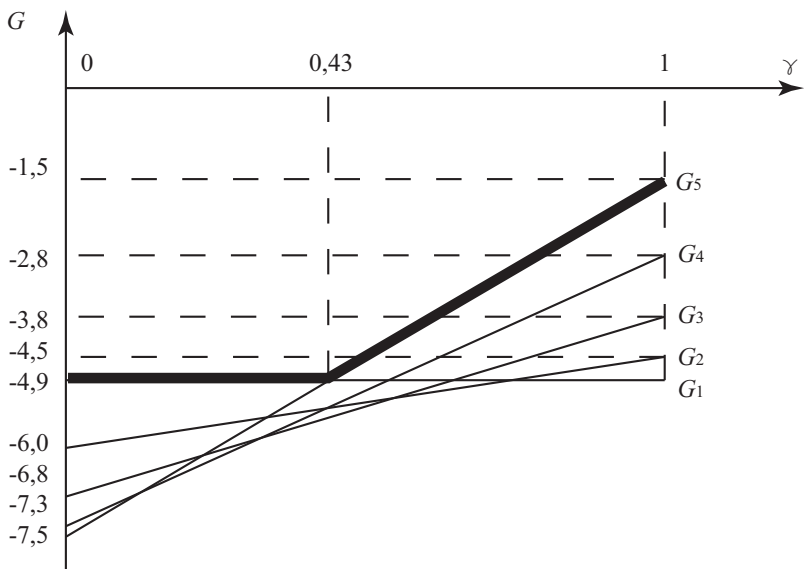


Рис. 7.5. Графики функций Гурвица

шенствование с начала года технологии производства только одного типа изделия, является доминирующей. Таким образом, при использовании критерия Гурвица оптимальной является первая стратегия.

Критерий Сэвиджа (критерий упущенной выгоды). Когда рассматривалась дисперсия в качестве характеристики оптимальности выбранной стратегии, то говорилось о том, что дисперсия в теории принятия решений используется также для определения качества принятого решения, а именно для определения степени риска не достигнуть поставленной цели. Критерий Сэвиджа в некотором роде является альтернативой дисперсии, поскольку также определяет оптимальность решения на основании риска.

Риск (по Сэвиджу) — это разность между тем значением выигрыша, который мог бы быть получен, если бы ЛПР заранее знало о том, что наступит данная ситуация, и тем значением выигрыша,

который ЛПР получит, если заранее не знает о данной ситуации.

Итак, согласно утверждению Сэвиджа, будущее является предопределенным, но только ЛПР не знает, каким же будет это будущее. А поскольку ЛПР об этом не знает, следовательно, оно может выбирать любое решение. Если бы ЛПР было пророком и точно знало, какая ситуация произойдет в будущем, то оно наверняка выбрало бы решение, при котором его выигрыш был бы максимальным. Разница между этим максимумом и тем, что ЛПР получит в реальности, и есть та самая величина риска. Таким образом, риск, данный в определении Сэвиджа, можно по-другому назвать величиной недополученного выигрыша, или упущенной выгодой.

Оптимальной по Сэвиджу считается стратегия, при которой максимальная величина риска (упущенной выгоды) будет минимальной по сравнению с другими стратегиями:

$$\min_i S_i = \min_i \max_j r_{ij}, \quad (7.8)$$

где r_{ij} — величина риска:

$$r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}. \quad (7.9)$$

Используем критерий Сэвиджа для поиска решения в последнем примере. Для этого составим матрицу рисков (табл. 7.6).

Таблица 7.6

Таблица рисков

Стратегии инновационного подразделения	Количество типов изделий, для которых требуется изменение технологии				
	0	1	2	3	4
1	0	0	0	-1,1	-2,6
2	-1,3	-1,3	-1,3	-2,4	-2,4
3	-2,3	-2,3	-2,3	-1,9	-1,9
4	-3	-3	-1,5	-1,1	-1,1
5	-3,4	-1,9	-0,4	0	0

Подставив данные из табл. 7.6 в формулу (7.8), получим:

$$\min_i S_i = \min_i (-2, 6; -2, 4; -2, 3; -3; -3, 4) = -2, 3,$$

что соответствует стратегии, при которой с начала года необходимо проводить работы по изменению технологий производства в отношении трех любых типов изделий.

Решение, полученное по критерию Сэвиджа, сильно отличается от тех, что были получены по критерию оценки среднего выигрыша, по совместной оценке среднего выигрыша и величины дисперсии, по критериям Вальда и Гурвица. По всей видимости, обстоятельства, при которых есть смысл применять критерий Сэвиджа для принятия решения, также будут иметь некоторую особенность. Его выгодно применять в тех случаях, когда организация испытывает достаточно большой дефицит свободных ресурсов, и риск потерь дополнительного количества ресурсов, связанных с корректировкой работы инновационного подразделения, может привести организацию к неблагоприятным последствиям для финансового состояния либо к отказу от дальнейших инновационных поисков. Таким образом, критерий Сэвиджа более применим к малым и средним предпринимательским структурам, которые склонны к существенным изменениям, но в силу ограничений ресурсов не могут часто себе этого позволить без существенных осложнений финансового состояния.

Подводя некоторый итог применению теории статистических игр к принятию решений в сфере инноваций, необходимо сказать о том, что существенное влияние на решение может оказывать доступ к информации и умение прогнозировать ситуацию. Невозможность прогнозировать ситуацию устремляет действия менеджмента к крайностям: режиму жесткой экономии и отказу от инноваций либо к чрезмерному расточительству с целью сохранения своих политических позиций внутри организации и существенному уменьшению инновационного эффекта.

7.3. Стратегии противодействия условиям среды

Когда рассматривается конкуренция, в которой с одной стороны принимает участие компания, ориентированная на инновационные стратегии, то это всегда представляет особый интерес для исследователей, поскольку позволяет определить, насколько инновационные товары являются конкурентоспособными по сравнению с традиционными. Такая конкуренция, в свою очередь, позволяет говорить о том, насколько экономика данного государства или региона способна к развитию и росту.

Если рассматривать основные стратегии, которые использует компания, производящая традиционные товары, то они основываются, прежде всего, на так называемых преимуществах низкого ранга. Согласно М. Портеру, к преимуществам такого рода следует относить доступность сырья, низкую стоимость рабочей силы, большие масштабы производства. Понятно, что фирма, реализующая инновационную стратегию, не успевает наработать базу для бесперебойного снабжения производства ресурсами, не может себе позволить использовать дешевую рабочую силу, поскольку невозможно обучить технологии работников в течение короткого интервала времени, а масштабы производства требуют больших инновационных вливаний, которые под силу только крупной корпорации.

Преимущества более высокого уровня, которые выделяет М. Портер: репутация фирмы, устойчивые связи с клиентами, инвестиционная привлекательность — также представляют собой преимущества, которыми обладают, прежде всего, компании, давно обосновавшиеся на рынке. Таким фирмам проще реализовывать инновационные стратегии, однако инновационный бизнес не является для них основным.

Преимущества наивысшего ранга: запатентованные технологии, производство уникальных товаров, высокий профессиональный уровень персонала, качество НИОКР — как раз и относятся к преимуществам, которые можно назвать инновационными. Понятно, что высокопрофессиональная рабочая сила, качество НИОКР, технологии, требующие защиты авторских прав, выпуск уникальной продук-

ции — все это имеет достаточно высокую стоимость. Малые инновационные фирмы, идущие на такие затраты, несут очень большие риски, связанные с невозможностью преодолеть противодействие фирм, выпускающих традиционные товары с низкой себестоимостью, что в свою очередь, может вызвать скорое банкротство фирмы и прекращение ее существования. Стоит отметить, что крупные фирмы также неохотно идут на риски, связанные с затратами на НИОКР, приобретение и освоение новых технологий, наем высококвалифицированной рабочей силы, предпочитая традиционное производство с низкими затратами. Заинтересованность в новых технологиях появляется с на стадии роста спроса на инновационную продукцию. Таким образом, крупной фирме выгоднее приобрести уже разработанную технологию у инновационной фирмы, которая, “дожив” до того времени, когда наступит фаза роста, нуждается в крупных капитальных вложениях для перехода к серийному и массовому производству.

Другим способом разработки новой технологии является создание предприятия с совместным капиталом, когда ответственность за риски делится между всеми участниками данного предприятия в соответствии с понесенными затратами, также как и выигрыш от успешной реализации проекта. Мы сначала рассмотрим принципы формирования инновационной стратегии предприятия, действующего в условиях жесткой конкуренции с предприятием (или группой предприятий), занимающимся производством традиционной продукции. А затем рассмотрим ситуацию, когда ответственность может быть поделена между участниками рынка.

Итак, как уже было сказано неоднократно, условия жесткой конкуренции, в которых находятся инновационные компании, вынуждают их использовать стратегии, направленные на захват рынка, занятого фирмами, производящими традиционный товар. Таким образом, выигрыш, т. е. доля рынка, которую удастся отвоевать инновационной фирме, составляет почти ровно ту часть рынка, которая будет потеряна в конкурентной борьбе традиционными фирмами. Такая ситуация в полной мере может быть описана при помощи антагонистической игры.

Антагонистическая игра двух участников (будем считать, что это

инновационная и традиционная компании), представляется в виде платежной матрицы, строки и столбцы которой соответствуют стратегиям конкурирующих сторон (назовем их игроками A и B), а элементы матрицы h_{ij} — значениям выигрыша первого участника (чья стратегия указаны в строках) и, соответственно, проигрышам второго в случае, если первый игрок выбирает стратегию i , а второй — стратегию j :

$$H = \begin{pmatrix} h_{11} & \dots & h_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ h_{m1} & \dots & h_{mn} \end{pmatrix}. \quad (7.10)$$

Далее стороны игры мы будем называть игроками — традиционным для теории игр определением.

Выбор игроками стратегий, по всей видимости, не является случайным. Если информация о выигрышах является известной обоим сторонам, то каждая из них пытается выбрать ту стратегию, при которой ее выигрыш будет наибольшим, при условии, что противник выбирает стратегию из тех же побуждений. Таким образом, каждый из игроков понимает, что на каждое его действие у противника найдется свое противодействие. Следовательно, наиболее предпочтительная стратегия должна быть ориентирована не только на наибольшую величину выигрыша, но и на наименьшее противодействие со стороны противника. Можно предположить, что стратегия, при реализации которой один из игроков может получить наибольший выигрыш, вызовет наибольшее противодействие со стороны противника, который не желает получить наибольший проигрыш. Исходя из этого предположения, можно определить основной принцип выбора наиболее предпочтительной стратегии: выигрыш игрока при наибольшем противодействии противника и при выборе наиболее предпочтительной стратегии должен быть наибольшим по сравнению с другими стратегиями. Другими словами, игрок не может выиграть больше, чем ему это позволит противник, следовательно, стратегия игрока должна ориентироваться на тот выигрыш, который будет максимальным из этих возможных. Последнее умозаключение приводит к выводу о том, что в условиях антагонистической конкуренции каждый из игроков выбирает стратегию по критерию Вальда (критерию гарантированного выигрыша) (7.6), который был

рассмотрен в предыдущей части данной главы. И если в условиях статистической игры ситуация, при которой игрок будет каждый раз получать наименьший выигрыш, была маловероятной, то в условиях антагонистической конкуренции, наоборот, эта ситуация будет наиболее вероятной, поскольку позволяет противнику в наибольшей степени уменьшить величину своего проигрыша. Рассмотрим более подробно ситуацию на следующем примере.

Пример 26. Фирма, обладающая исключительными правами на производство медицинского аппарата нового поколения для функциональной диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, собирается заняться его серийным производством. Основные потребители товара — лечебные учреждения, прежде всего, данного региона. Новый медицинский аппарат является альтернативой уже существующему оборудованию, которое выпускается фирмами, имеющими хорошие связи с клиниками, а также связи с чиновниками, отдающими распоряжения о закупке медицинского оборудования для клиник региона. Технология производства оборудования в традиционных компаниях отлажена до уровня, который не требует использования трудового ресурса высокой квалификации. Инновационная компания, напротив, привлекла к работе ведущих специалистов в сфере производства медицинского оборудования и готова потратить дополнительные средства на повышение квалификации этих специалистов. Фирма, выпускающая традиционные медицинские аппараты, готова для защиты своего рынка вложить дополнительные средства в рекламу своей продукции, чтобы создать дополнительный образ единственного и неповторимого производителя оборудования для клиник.

Основные стратегии, к которым готова прибегнуть инновационная компания в надежде завоевать часть рынка:

1. Развитие НИОКР и патентование технологий с целью постоянного предложения на рынке уникального товара с передовыми технологиями. Используя данную стратегию, инновационная компания рассчитывает на постоянное лидерство на рынке инновационных товаров для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

2. Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров. Выбирая эту стратегию, инновационная компания рассчитает завоевать рынок за счет учета дифференцированных требований потребителей.
3. Обучение и повышение квалификации персонала. Компания рассчитывает на увеличение качества выпускаемой продукции, что позволит сформировать определенный имидж самой фирме, а также позволит повысить самооценку персонала.
4. Проведение образовательных семинаров в лечебных учреждениях с целью рекламы собственной продукции, имиджевой рекламы фирмы и формирования устойчивых неформальных связей с руководителями и ведущими специалистами лечебных учреждений.

Стратегии поведения фирмы, которая занимается выпуском традиционной продукции (если говорить о диагностике сердечно-сосудистых заболеваний, то к ним можно отнести, например, стационарные и переносные приборы и мониторы для снятия ЭКГ в присутствии пациента), будут представлять собой действия, скорее всего, ответные на действия инновационной компании, пытающейся выйти на рынок. Другими словами, стратегии традиционной фирмы будут противодействиями на стратегии инновационной компании. К таким стратегиям следует отнести:

1. Использование административного ресурса в лице чиновников, имеющих отношение к закупкам оборудования для государственных и ведомственных лечебных учреждений, а также чиновников, имеющих отношение к выдаче патентов на изобретения.
2. Сокращение расходов с целью снижения цен на традиционные товары.
3. Проведение имиджевых PR-кампаний. Такие PR-кампании, как правило, включают публикации в СМИ. Кроме того, к этой PR-кампании можно отнести и обучающие семинары, основная

цель которых не столько знакомство и обучение персонала клиник работе с оборудованием, сколько создание положительного образа компании среди специалистов клиник и общественности в целом.

4. Выкуп исключительных прав у владельца инновационной технологии (в т. ч. приобретение инновационной компании).
5. Подкуп и переманивание специалистов инновационной компании. Использование данной стратегии позволит, по мнению менеджмента традиционной компании, лишить инновационную фирму основы конкурентного преимущества.

Значения выигрышей инновационной фирмы (проигрышей традиционной компании) представим в виде следующей платежной матрицы (табл. 7.7).

Значения выигрышей, представленные в таблице, представляют собой доли рынка, которые удастся завоевать инновационной фирме, при условии, что потраченные ею на реализацию стратегий средства не приведут ее к банкротству. Аналогичные предположения при определении размеров выигрышей были сделаны и в отношении традиционной компании. В этой задаче мы не рассматриваем основания, по которым были выставлены эти оценки. Укажем лишь, что эти оценки представляют собой значения, которые могли быть получены любым из рассмотренных нами в предыдущих главах способов на стадиях подготовки к разработке управленческого решения.

Как указывалось, выбор каждым игроком стратегии основывается на критерии, позволяющем снизить противодействие конкурента (критерии Вальда). Следуя указанному критерию, получим для первого игрока:

$$\max_i \min_j h_{ij} = \max(0; 5; 0; 0) = 5,$$

что соответствует стратегии “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров”. Таким образом, если инновационная фирма полностью сосредоточит свои усилия именно на этой стратегии, то она сможет закрепить за собой в регионе минимум 5% рынка медицинского оборудования данного профиля.

Таблица рисков

Стратегии инновационной фирмы	Стратегии традиционной компании				
	1. Административный ресурс	2. Снижение цен	3. PR-кампания	4. Выкуп исключительных прав	5. Подкуп специалистов
1. Развитие НИОКР	0	5	5	0	10
2. Выпуск широкого ассортимента	5	10	10	20	5
3. Обучение персонала	20	5	5	20	0
4. Образовательные семинары	0	10	15	0	0

Что же касается выбора наиболее предпочтительной стратегии вторым игроком — фирмой, занимающейся выпуском традиционной продукции — то ее выбор основывается на том же критерии с противоположным отношением к оценкам выигрышей:

$$\min_j \max_i h_{ij} = \min(20; 10; 15; 20; 20; 10) = 10,$$

что соответствует сразу двум стратегиям: “Снижение цен на продукцию собственного производства” (традиционную) и “Подкуп специалистов”. Таким образом, фирма, занимающаяся выпуском традиционной продукции, рассчитывает потерять не более 10% рынка медицинского оборудования для кардиологии.

Что же касается цены игры (реального значения той доли рынка, которая будет завоевана первой фирмой и потеряна второй), то она будет находиться в пределах от 5 до 10%. Действительно, если обратить внимание на таблицу, в которой заданы значения выигрышей, то пересечение стратегий “Выпуск широкого ассортимента товаров” и “Снижение цен” даст значение цены игры, равное 10%, а пересечение стратегий “Выпуск широкого ассортимента товаров” и “Подкуп специалистов” — 5%.

Учитывая, что информация о ценах игры известна обоим игрокам, следует не без оснований предположить, что вторая компания выберет, по всей видимости, стратегию “Подкуп специалистов”, предполагая, что инновационная фирма будет выбирать стратегию, основываясь исключительно на критерии Вальда. Однако вера в это предположение может оказаться преждевременным, поскольку инновационная фирма может вовремя сориентироваться и поменять свою стратегию в сторону патентования изобретений, чтобы не допустить вместе с уходом специалистов утечки прав на изобретения.

Несовпадение рассмотренных в примере ожиданий игроков при выборе наиболее предпочтительных по критерию Вальда стратегий определяется в теории игр как отсутствие седловой точки, то есть значения выигрыша, который одновременно определяет выбор обоих игроков по критерию Вальда. Первый игрок ориентировался при выборе своей стратегии “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров” на оценку, равную 5%, при условии, что ответ второго игрока последует в виде стратегии “Административный ресурс” или

стратегии “Подкуп специалистов”. Второй игрок, выбирая по критерию Вальда свои стратегии “Снижение цен”, ориентировался на оценку 10%, при условии, что первый игрок выберет стратегии: “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров” и “Проведение образовательных семинаров”; а выбирая стратегию “Подкуп специалистов”, ориентировался на оценку 10%, при условии, что первый игрок выберет стратегию “Развитие НИОКР и патентование изобретений”.

Отсутствие седловой точки в решении антагонистической игры говорит о том, что в задаче отсутствует решение в “чистых стратегиях”, т. е. ни одному из игроков не выгодно использовать лишь одну-единственную выбранную им по критерию Вальда стратегию. В этом случае придется воспользоваться смешанной стратегией, составленной из эффективных по Парето чистых стратегий.

Исключив все неэффективные стратегии из исходной задачи, мы получим множество стратегий, основываясь на которых игрокам можно прийти к равновесному решению в смешанных стратегиях. Равновесное решение предполагает, что никто из игроков не будет изменять свою смешанную стратегию. Для того чтобы этот принцип реализовался, необходимо определить принцип, на основе которого выбирается смешанная стратегия. По всей вероятности, если смешанная стратегия предполагает, что противник не будет изменять свою стратегию, то это означает лишь то, что у противника нет шансов на выбор более предпочтительной стратегии. Другими словами, смешанная стратегия должна быть организована таким образом, чтобы лишить противника права выбора. Это означает, что какую бы стратегию ни выбрал противник, каждый раз он будет выигрывать (проигрывать) одно и то же значение.

Прежде чем записать в математической форме задачу поиска смешанной стратегии каждого игрока, определим, в каких пределах должна находиться цена игры. Поскольку каждый из игроков выбирал свою чистую стратегию, основываясь на критерии Вальда, определяющего некоторую ожидаемую цену игры, каждый из них вправе рассчитывать при выборе смешанной стратегии на цену игры, которая была бы не хуже той, что получена при выборе чистых стратегий.

Цены игры, на основании которых игроками определяются чистые стратегии, называются, соответственно, *нижней и верхней ценами игры*:

$$\underline{v} = \max_i \min_j h_{ij}, \quad (7.11)$$

$$\bar{v} = \min_j \max_i h_{ij}. \quad (7.12)$$

В общем случае нижняя цена игры не больше верхней:

$$\underline{v} \leq \bar{v}.$$

Если бы решение было найдено в чистых стратегиях, то верхняя и нижняя цены игры были бы равны друг другу:

$$\underline{v} = \bar{v}.$$

Поскольку в отсутствии седловой точки $\underline{v} < \bar{v}$, то цена игры v в случае использования игроками смешанной стратегии будет находиться в пределах между верхней и нижней ценами игры:

$$\underline{v} < v < \bar{v}.$$

Так как в смешанной стратегии каждый из игроков использует элементы всех эффективных стратегий, то это было бы равносильно тому, что каждый из игроков выбирает каждую эффективную стратегию с определенной долей.

Предположим, что первый игрок выбирает свои эффективные стратегии в долях p_i , тогда проигрыши второго игрока составят $\sum_{i=1}^m h_{ij} p_i$. При этом выигрыши первого игрока при каждом ответном действии второго игрока должны быть выше нижней цены игры:

$$\sum_{i=1}^n h_{ij} p_i \geq \underline{v}, \quad \sum_i p_i = 1, \quad p_i \geq 0. \quad (7.13)$$

Аналогичные рассуждения в отношении выбора смешанной стратегии вторым игроком и ответных действий первого игрока можно выразить в формуле:

$$\sum_{j=1}^m h_{ij} q_j \leq \bar{v}, \quad \sum_{j=1}^m q_j = 1, \quad q_j \geq 0, \quad (7.14)$$

где q_j — доли, в которых второй игрок реализует свои эффективные стратегии.

Поскольку в результате реализации обоими игроками смешанных стратегий они приходят к некоторой равновесной цене игры v , то математически модель выбора игрока смешанных стратегий можно записать следующим образом. Для первого игрока:

$$\left. \begin{aligned} v &\rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n h_{ij} p_i &\geq v, \\ \sum_{i=1}^n p_i &= 1, \\ p_i &\geq 0, \quad i = \overline{(1, n)}. \end{aligned} \right\} \quad (7.15)$$

Для второго игрока:

$$\left. \begin{aligned} v &\rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^m h_{ij} q_j &\leq v, \\ \sum_{j=1}^m q_j &= 1, \\ q_j &\geq 0, \quad j = \overline{(1, m)}. \end{aligned} \right\} \quad (7.16)$$

Решение каждой из этих задач может быть найдено, например, после сведения к задаче линейного программирования. Для первого игрока, сделав замену $x_i = \frac{p_i}{v}$, получим:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i &\rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n h_{ij} x_i &\geq 1. \end{aligned} \right\} \quad (7.17)$$

Соответственно, для второго игрока:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m y_j &\rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^m h_{ij} y_j &\geq 1, \end{aligned} \tag{7.18}$$

где $y_j = \frac{q_j}{v}$.

Вернемся к нашему примеру и определим эффективные стратегии для каждого из игроков, после чего составим задачу для поиска смешанной стратегии.

Если сравнить стратегии первого игрока (инновационной фирмы), то ни одна из них не может быть названа неэффективной. Однако же, если провести аналогичное сравнение стратегий для второго игрока, то выяснится, что “PR-кампания” и “Выкуп лицензии” являются доминируемыми стратегиями: “PR-кампания” менее предпочтительна, чем “Снижение цен”, а “Выкуп исключительных прав” менее предпочтителен, чем “Административный ресурс”. Если представить платежную матрицу после исключения этих двух стратегий второго игрока, то она будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \end{pmatrix}.$$

Теперь, после того, как второй игрок отказался от двух стратегий, как неэффективных, вновь рассмотрим выбор с точки зрения первого игрока. По платежной матрице видно, что последняя стратегия — “Проведение образовательных семинаров” — является неэффективной, поскольку доминируется второй стратегией — “Выпуск широкого ассортимента инновационных товаров”. Следовательно, второй игрок, по всей видимости, откажется от реализации этой стратегии, что отразится на виде платежной матрицы:

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \end{pmatrix}.$$

Теперь вновь проведем сравнение стратегий второго игрока. По последней платежной матрице видим, что все стратегии второго игрока являются эффективными, следовательно, у него нет оснований не включать элементы какой-либо из оставшихся стратегий в смешанную стратегию. Поскольку второй игрок считает, что все представленные ему стратегии являются эффективными, в то время как первый игрок последним внес изменения в платежную матрицу, можно говорить, что эффективные стратегии для обоих игроков уже определены. Тогда задачу поиска оптимальной смешанной стратегии для первого игрока можно записать в виде следующей математической модели:

$$\begin{aligned} v &\rightarrow \max, \\ \left. \begin{aligned} 5p_2 + 20p_3 &\geq v, \\ 5p_1 + 10p_2 + 5p_3 &\geq v, \\ 10p_1 + 5p_2 &\geq v, \\ p_1 + p_2 + p_3 &= 1, \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

а второго

$$\begin{aligned} v &\rightarrow \min, \\ \left. \begin{aligned} 10q_5 &\leq v, \\ 5q_1 + 10q_2 + 5q_5 &\leq v, \\ 20q_1 + 5q_2 &\leq v, \\ q_1 + q_2 + q_5 &= 1. \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

Нумерация индексов в математических моделях соответствует нумерации стратегий в условиях задачи. Для решения этих задач можно каждую из них свести к задаче линейного программирования (7.17)–(7.18):

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &\rightarrow \min, \\ \left. \begin{aligned} 5x_2 + 20x_3 &\geq 1, \\ 5x_1 + 10x_2 + 5x_3 &\geq 1, \\ 10x_1 + 5x_2 &\geq 1, \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} y_1 + y_2 + y_5 &\rightarrow \max, \\ 10y_5 &\leq 1, \\ 5y_1 + 10y_2 + 5y_5 &\leq 1, \\ 20y_1 + 5y_2 &\leq 1. \end{aligned} \right\}$$

Решая первую задачу, например, симплекс-методом, получим следующие значения x_i :

$$x_1 = 0,08, \quad x_2 = 0,04, \quad x_3 = 0,04.$$

Таким образом, равновесная цена игры

$$v = \frac{1}{0,08 + 0,04 + 0,04} = \frac{1}{0,16} = 6,25.$$

Соответствующие равновесной цене игры доли чистых стратегий в смешанной стратегии первого игрока составят:

$$p_1 = \frac{0,08}{0,16} = 0,5, \quad p_2 = \frac{0,04}{0,16} = 0,25, \quad p_3 = \frac{0,04}{0,16} = 0,25.$$

Интерпретация результатов основывается, как правило, на распределении организационных, материальных и финансовых ресурсов организации между отдельными стратегиями либо предполагает выполнение плана по каждой стратегии в определенной доли. Таким образом, для того, чтобы инновационной фирме максимально реализовать собственный потенциал и завоевать максимальную долю рынка, необходимо 50% своих ресурсов направить на развитие НИОКР и патентование технологий, ассортимент товаров представить в одной четверти от максимально возможного уровня, а на обучение персонала направить также четверть от планируемой первоначально суммы. В случае выполнения этих условий ожидаемая доля рынка медицинского оборудования, которую фирме удастся отвоевать у монополиста, составит 6,25%.

Решение второй задачи симплекс-методом дает следующие результаты:

$$y_1 = 0,04, \quad y_2 = 0,04, \quad y_5 = 0,08.$$

Откуда получаем значения долей чистых стратегий в смешанной стратегии:

$$q_1 = 0, 25, \quad q_2 = 0, 25, \quad q_5 = 0, 5.$$

Интерпретацию этих результатов мы предоставляем сделать студентам самостоятельно.

Решение антагонистической игры может быть найдено приближенно и на основании численного моделирования поведения игроков. Для этого применим к поиску решения задачи, заданной в виде матрицы выигрышей

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 10 \\ 5 & 10 & 5 \\ 20 & 5 & 0 \end{pmatrix},$$

итеративную процедуру Брауна–Робинсона. Итеративная процедура поиска решения представляет собой неоднократное разыгрывание антагонистической игры с неизменными значениями выигрышей обоих игроков. Выигрыши накапливаются с каждым этапом, и на основании накопленных выигрышей игроки принимают решения о выборе стратегий. Результаты вычислений представлены в табл. 7.8.

Инновационную фирму мы назовем игроком A , фирму, выпускающую традиционные товары — игроком B . Стратегии игроков в соответствии с их расположением в табл. 7.7 обозначим A_1, A_2, A_3 для первого игрока и B_1, B_2, B_5 для второго игрока.

Выберем игрока, который делает ход первым. Пусть это будет игрок A . Предположим, что он выбрал стратегию A_1 , тогда проигрыши игрока B в случае выбора им стратегий B_1, B_2, B_5 составят, соответственно, 0, 5 и 10. Внесем эти значения в табл. 10. Поскольку проигрыш 0 является для игрока B наименьшим, то этому игроку в качестве ответного действия необходимо выбрать стратегию B_1 . Тогда выигрыши игрока A в случаях выбора им стратегий A_1, A_2, A_3 составят, соответственно, 0, 5, 20.

Далее рассчитаем приближенные значения нижней и верхней цен игры. Для определения нижней цены игры v^k после k -го (в данном случае 1-го) этапа розыгрыша найдем наименьшее значение проигрыша игрока B . Он будет равен 0. Для нахождения верхней цены игры $\bar{v}^k$ найдем максимальное значение выигрыша игрока A . Это значение будет равно 20. Цена игры v^k (решение задачи) на данном

Итеративная процедура расчета приближенного решения антагонистической игры

Номер партии (k)	Страте- гия фир- мы A	Проигрыш фирмы B			Страте- гия фир- мы B	Выигрыш фирмы A			$\bar{v}^k$	v^k	$ \Delta v $
		B_1	B_2	B_5		A_1	A_2	A_3			
1	A_1	0	5	10	B_1	0	5	20	20,00	10,00	—
2	A_3	20	10	10	B_2	5	15	25	12,50	8,75	1,25
3	A_3	40	15	10	B_5	15	20	25	8,33	5,83	2,92
4	A_3	60	20	10	B_5	25	25	25	6,25	4,38	1,46
5	A_1	60	25	20	B_5	35	30	25	7,00	5,50	1,13
6	A_1	60	30	30	B_2	40	40	30	6,67	5,83	0,33
7	A_1	60	35	40	B_2	45	50	35	7,14	6,07	0,24
8	A_2	65	45	45	B_2	50	60	40	7,50	6,56	0,49
9	A_2	70	55	50	B_5	60	65	40	7,22	6,39	0,17
10	A_2	75	65	55	B_5	70	70	40	7,00	6,25	0,14
11	A_1	75	70	65	B_5	80	75	40	7,27	6,59	0,34
12	A_1	75	75	75	B_1	80	80	60	6,67	6,46	0,13
13	A_1	75	80	85	B_1	80	85	80	6,54	6,15	0,30
14	A_2	80	90	90	B_1	80	90	100	7,14	6,43	0,27

Номер партии (k)	Страте- гия фир- мы A	Проигрыш фирмы B			Страте- гия фир- мы B	Выигрыш фирмы A			$\bar{v}^k$	v^k	$ \Delta v $
		B_1	B_2	B_5		A_1	A_2	A_3			
15	A_3	100	95	90	B_5	90	95	100	6,00	6,33	0,10
16	A_3	120	100	90	B_5	100	100	100	5,63	5,94	0,40
17	A_1	120	105	100	B_5	110	105	100	5,88	6,18	0,24
18	A_1	120	110	110	B_2	115	115	105	6,11	6,25	0,07
19	A_1	120	115	120	B_2	120	125	110	6,05	6,32	0,07
20	A_2	125	125	125	B_1	120	130	130	6,25	6,38	0,06
21	A_2	130	135	130	B_1	120	135	150	6,19	6,67	0,29
22	A_3	150	140	130	B_5	130	140	150	5,91	6,36	0,30
23	A_3	170	145	130	B_5	140	145	150	5,65	6,09	0,28
24	A_3	190	150	130	B_5	150	150	150	5,42	5,83	0,25
25	A_1	190	155	140	B_5	160	155	150	5,60	6,00	0,17
26	A_1	190	160	150	B_5	170	160	150	5,77	6,15	0,15
27	A_1	190	165	160	B_5	180	165	150	5,93	6,30	0,14
28	A_1	190	170	170	B_2	185	175	155	6,07	6,34	0,04

этапе находится как среднее арифметическое между нижней и верхней ценами игры:

$$v^k = \frac{v^k + \bar{v}^k}{2}. \quad (7.19)$$

На первом этапе она будет равна: $\frac{0 + 20}{2} = 10$.

Далее переходим ко второму этапу итеративной процедуры. Для определения стратегии, которой воспользуется игрок A на втором этапе, определим, при какой стратегии на предыдущем этапе розыгрыша выигрыш игрока A был наибольшим. Поскольку наибольший выигрыш игрока A на предыдущем этапе розыгрыша составил бы 20, если бы игрок A выбрал бы стратегию A_3 , то именно этой стратегией он и воспользуется на втором этапе розыгрыша. Тогда проигрыши игрока B на втором этапе в соответствии с платежной матрицей составят, соответственно, 20, 5 и 0. В таблицу мы заносим накопленные проигрыши игрока B : 20, 10, 10. Игрок B по значениям накопленных выигрышей видит, что ему нет смысла продолжать придерживаться стратегии B_1 , поскольку соответствующий ей накопленный проигрыш является наибольшим. Наименьший накопленный проигрыш, равный 10, имеет место, если игрок B выберет стратегию B_2 или B_5 . Таким образом, игроку B выгодно сменить стратегию. Поскольку наименьший накопленный проигрыш появляется в двух стратегиях, игрок B может выбрать любую из них. Предположим, что игрок B выбрал стратегию B_2 . Тогда выигрыши игрока A в соответствии с платежной матрицей составят: 5, 10, 5. Прибавив эти значения выигрышей к выигрышам игрока A на предыдущем этапе, получим накопленные выигрыши игрока A : 5, 15, 25. Так как наибольшее значение накопленного выигрыша игрока A , равное 25, достигается в случае выбора стратегии A_3 , то именно этой стратегией игрок A и воспользуется на следующем (третьем) этапе розыгрыша.

Приближенное значение нижней цены игры на втором этапе v^2 мы определим как среднее (за два этапа) минимальное значение накопленной величины проигрыша игрока B :

$$\underline{v}^2 = \frac{10}{2} = 5.$$

Соответственно, приближенное значение верхней цены игры на втором этапе $\bar{v}^2$ будет найдено как максимальное значение накопленной величины выигрыша игрока A в расчете на один этап:

$$\bar{v}^2 = \frac{25}{2} = 12,5.$$

Таким образом, для расчета приближенных значений верхней и нижней цен игры можно вывести формулы:

$$\bar{v}^k = \frac{\min V_B^k}{k}, \quad (7.20)$$

$$\underline{v}^k = \frac{\max V_A^k}{k}, \quad (7.21)$$

где V_B^k и V_A^k — соответственно, накопленные за k этапов розыгрыша проигрыши игрока B и выигрыши игрока A .

Приближенная цена игры v^2 на основании (7.19) составит:

$$v^2 = \frac{5 + 12,5}{2} = 8,75.$$

В последней колонке табл. 7.8 рассчитано значение абсолютной разности между приближенными ценами игры на k -м и $k-1$ -м этапах итеративной процедуры:

$$|\Delta v| = |v^k - v^{k-1}|. \quad (7.22)$$

Поскольку первому этапу розыгрыша ничего не предшествовало, то и значение абсолютной разности цен игры на первом этапе и не вычислялось. На втором этапе абсолютная разность цен игры будет равна:

$$|\Delta v| = |8,75 - 10| = 1,25.$$

Значение абсолютной разности между приближенными ценами игры мы установим в качестве критерия остановки алгоритма итеративной процедуры. Положим, что алгоритм расчета может быть остановлен после того шага, когда $|\Delta v| < \varepsilon$. Пусть $\varepsilon = 0,05$, тогда

алгоритм итеративной процедуры будет остановлен после 28 этапа розыгрыша.

Для определения решения игры составим статистику стратегий, к которым обращались игроки. Оказывается, что игрок A в 28 этапах итеративной процедуры использовал стратегию A_1 14 раз, стратегию A_2 — 6 раз и стратегию A_3 — 8 раз. Таким образом, доли, в которых игрок A должен оптимальным образом использовать свои эффективные чистые стратегии, составляют, соответственно,

$$\hat{p}_1 = \frac{14}{28} = 0,5, \quad \hat{p}_2 = \frac{6}{28} \approx 0,21, \quad \hat{p}_3 = \frac{8}{28} \approx 0,29.$$

Игрок B использовал стратегии B_1 , B_2 , B_5 , соответственно, 6, 7 и 15 раз. Следовательно, оценки долей использования им своих чистых эффективных стратегий составят:

$$\hat{q}_1 = \frac{6}{28} \approx 0,21, \quad \hat{q}_2 = \frac{7}{28} = 0,25, \quad \hat{q}_5 = \frac{15}{28} \approx 0,54.$$

Если сравнить приближенные оценки с точными, то расхождение окажется не столь большим. Таким образом, использование итеративной процедуры для поиска решения антагонистической игры может существенно облегчить трудоемкость вычислений. Следуя оценкам, полученным в результате приближенных вычислений на основе итеративной процедуры Брауна–Робинсона инновационной компании следует большую часть своих усилий направить на развитие НИОКР и патентование технологий.

Что же касается цены игры — доли рынка, которую сумеет занять инновационная фирма в течение первого времени после выхода на рынок, то ее оценка по итеративной процедуре составит 6,34%, что также немногим отличается от того результата, который был получен при точном решении задачи.

Вот таким образом, с помощью антагонистической игры, можно описать ситуацию жесткой конкуренции, в которую попадает фирма, выходящая на рынок с инновационным товаром. Решение позволяет не только определить, каким для инновационной фирмы будет результат этой конкуренции, но также сформулировать основные подходы и принципиальные направления стратегического пове-

дения; распределить оптимальным образом организационные, финансовые и материальные ресурсы с тем, чтобы максимальным образом использовать свой потенциал (прежде всего, инновационный потенциал) для упрочения своего положения на рынке.

Но, как известно, далеко не всегда антагонистическая конкуренция развивается по законам теории. Все участники антагонистической конкуренции в результате борьбы за рынок несут существенные потери ресурсов, что в последствии может сильно отразиться на экономическом, финансовом, кадровом положении участников. Таким образом, победа или поражение в результате этой борьбы оказываются весьма относительными. Возникают ситуации, когда всем участникам антагонистической конкуренции становится выгодным обратиться от противостояния к сотрудничеству с тем, чтобы оказаться во взаимовыгодных условиях. Об этом и пойдет речь в следующей части данной главы.

7.4. Стратегии невмешательства, поиска общих целей и сотрудничества

Разработка стратегий в ситуациях, при которых оба участника конкуренции могут оказаться в проигрышном положении, описываются при помощи бескоалиционных игр.

Бескоалиционные игры являются разновидностью игр с ненулевой суммой (в общем случае). В отличие от антагонистических игр, где выигрыш одного игрока является суммарным проигрышем остальных, в бескоалиционных играх возможны ситуации, при которых все игроки могут одновременно оказаться в числе победителей и проигравших. Важным условием рассмотрения ситуаций, которые сводятся к бескоалиционным играм, является запрет на формирование коалиций между игроками. Другими словами, различного рода сговоры между игроками запрещены.

Если сравнивать условия, которые задаются бескоалиционной игрой, с реальными ситуациями, то они применимы в большей степени к описанию экономических систем, в частности, систем, описывающих конкуренцию фирм, чем антагонистические игры, где пораже-

ние одного из игроков (банкротство) обязательно является победой другого. Известно, что в результате конкурентной борьбы все участники несут потери, а потому победитель (та фирма, которая захватит рынок) вовсе не обязательно сможет компенсировать потери, понесенные в результате жесткой конкуренции. Более показательным является пример с военными действиями, когда обе стороны (и выигравшая, и проигравшая) несут потери, которые не восполняются, поскольку убитых людей воскресить невозможно.

Поскольку каждая сторона может нести потери и получать выигрыш, отличный от проигрыша других сторон, постольку для каждой стороны ситуация задается в виде самостоятельной матрицы выигрышей.

Пусть бескоалиционная игра двух игроков задана матрицами выигрышей A и B :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad (7.23)$$

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}. \quad (7.24)$$

В матрице A первый индекс указывает на номер строки, второй — на номер столбца. В матрице B — наоборот, первый индекс — номер столбца, второй — номер строки.

В общем виде решение бескоалиционной игры в смешанных стратегиях можно представить следующим образом:

$$V(A, \bar{p}, \bar{q}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} p_i q_j \rightarrow \max, \quad (7.25)$$

$$V(B, \bar{p}, \bar{q}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} p_i q_j \rightarrow \max, \quad (7.26)$$

где V — величина выигрыша;

$\bar{p}$ — вектор вероятностей, с которыми игрок A выбирает свои стратегии;

$\bar{q}$ — вектор вероятностей, с которыми игрок B выбирает свои стратегии;

$$\sum_{i=1}^m p_i =, \quad \sum_{j=1}^m q_j = 1.$$

Рассмотрим случай биматричной бескоалиционной игры.

Пр и м е р 27. Две фирмы, конкурирующие на рынке автопокрышек, являются основными поставщиками комплектующих для гоночных автомобилей. Участие фирм в автогонках в качестве поставщиков комплектующих позволяет им поддерживать имидж ведущих производителей, что положительно сказывается на объеме продаж автопокрышек. Однако в последнее время из-за увеличения мощности двигателей гоночных автомобилей и использовании специальных материалов при строительстве дорожных покрытий на автотреках существенно изменились требования, предъявляемые к автомобильным покрышкам. Обеим фирмам пришлось затратить значительное количество средств на разработку новых технологий, которые позволили разработать автопокрышки с большей прижимной силой и большей износостойкостью. Эти затраты очень сильно сказались на прибылях фирм, из-за чего акционеры одной из компаний стали рассматривать в качестве возможного решения отказ от участия в гоночном бизнесе. Аналитики компаний рассчитали, что если обе фирмы одновременно прекратят поставки автопокрышек для гоночных автомобилей, то смогут существенно сэкономить средства и перенаправить их на разработку и реализацию более доходных проектов. Однако ситуация такова, что обе фирмы, являющиеся лидерами на рынке автопокрышек, не могут вступить в сговор и действуют самостоятельно. Если одна из фирм прекратит поставки автопокрышек для гоночных автомобилей, то это неоднозначно может сказаться на прибылях фирм. Одна из них окажется в выигрыше, другая — наоборот — существенно ухудшит свое положение. Та фирма, которая все еще может себе позволить оставаться в гоночном бизнесе и получать от этого прибыль, не заинтересована в том, чтобы ее конкурент уходил с рынка, поскольку, став монополистом, на ближайшие несколько лет снизит темпы разработок новых технологий, а, кроме того, в репортажах об автогонках больше не будет отражаться соревнование между поставщиками покрышек. Если лидеру

конкуренции уйти с рынка, предоставив это место фирме, которая в настоящее время терпит убытки, то о данной фирме забудут, как о мировом лидере в производстве шин. Другими словами, одной из фирм выгодно действовать в режиме конкуренции, другой — наоборот — в режиме монополии. Перед фирмами стоит проблема выбора оптимальной стратегии поведения. Значения выигрышей фирм A и B представлены в платежных матрицах:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -10 & 4 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -4 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}.$$

Решение. Воспользовавшись формулами (7.25)–(7.26), получим:

$$V_1^* = a_{11}p_1q_1 + a_{12}p_1q_2 + a_{21}p_2q_1 + a_{22}p_2q_2 \rightarrow \max,$$

$$V_2^* = b_{11}p_1q_1 + b_{12}p_1q_2 + b_{21}p_2q_1 + b_{22}p_2q_2 \rightarrow \max.$$

Поскольку

$$p_1 + p_2 = 1, \quad q_1 + q_2 = 1,$$

то

$$p_1 = p, \quad p_2 = 1 - p, \quad q_1 = q, \quad q_2 = 1 - q.$$

Следовательно, выигрыши игроков составят

$$V_1^* = a_{11}pq + a_{12}p(1 - q) + a_{21}(1 - p)q + a_{22}(1 - p)(1 - q) \rightarrow \max,$$

$$V_2^* = b_{11}pq + b_{12}p(1 - q) + b_{21}(1 - p)q + b_{22}(1 - p)(1 - q) \rightarrow \max.$$

В случае, если фирма A решит остаться в числе поставщиков комплектующих для гоночных автомобилей, то величина ее выигрыша составит:

$$V_1(A, 1, \bar{q}) = a_{11}q + a_{12}(1 - q) + a_{21} \rightarrow \max.$$

Полученное значение выигрыша фирмы A будет не больше, чем значение выигрыша V_1^* , как, впрочем, и значение выигрыша фирмы A , если та пожелает покинуть ряды поставщиков автогонок. При этом предполагаем, что фирма B выбирает оптимальную для себя стратегию, не вступая в сговор с фирмой A .

Поскольку

$$V_1(A, 1, \bar{q}) \leq V_1^*, \quad V_1(A, 0, \bar{q}) \leq V_1^*,$$

то

$$V_1^* - V_1(A, 1, \bar{q}) \geq 0, \quad V_1^* - V_1(A, 0, \bar{q}) \geq 0. \quad (7.27)$$

Подставляя значения в (7.27) и раскрывая скобки в выражениях, получим:

$$\begin{aligned} V_1^* - V_1(A, 1, \bar{q}) &= a_{11}p q + a_{12}p - a_{12}p q + a_{21}q - \\ &- a_{21}p q + a_{22} - a_{22}q - a_{22}p + a_{22}p q - a_{11}q - a_{12} + a_{12}q = \\ &= p q (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) + p (a_{12} - a_{22}) - \\ &- q (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) - (a_{12} - a_{22}), \quad (7.28) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1^* - V_1(A, 0, \bar{q}) &= a_{11}p q + a_{12}p - a_{12}p q + a_{21}q - \\ &- a_{21}p q + a_{22} - a_{22}q - a_{22}p + a_{22}p q - a_{21}q - a_{22} + a_{22}q = \\ &= p q (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}) + p (a_{12} - a_{22}). \quad (7.29) \end{aligned}$$

Обозначим

$$\alpha_1 = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}, \quad (7.30)$$

$$\alpha_2 = a_{12} - a_{22}. \quad (7.31)$$

Подставляя выражения (7.30)–(7.31) в (7.28)–(7.29) и приводя подобные, получим:

$$\begin{aligned} V_1^* - V_1(A, 1, \bar{q}) &= (p - 1)(\alpha_1 q + \alpha_2), \\ V_1^* - V_1(A, 0, \bar{q}) &= p(\alpha_1 q + \alpha_2). \end{aligned}$$

Учитывая (7.27), составим систему уравнений:

$$\begin{cases} V_1^* - V_1(A, 1, \bar{q}) = (p - 1)(\alpha_1 q + \alpha_2) \geq 0, \\ V_1^* - V_1(A, 0, \bar{q}) = p(\alpha_1 q + \alpha_2) \geq 0. \end{cases} \quad (7.32)$$

Выполняя аналогичные действия в случае, когда фирма B принимает решение применять чистые стратегии (остаться в бизнесе или полностью закрыть данное направление деятельности), получим:

$$\begin{cases} V_2^* - V_2(B, \bar{p}, 1) = (q - 1)(\beta_1 p + \beta_2) \geq 0, \\ V_2^* - V_2(B, \bar{p}, 0) = q(\beta_1 p + \beta_2) \geq 0, \end{cases} \quad (7.33)$$

где

$$\beta_1 = b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}, \quad (7.34)$$

$$\beta_2 = b_{21} - b_{22}. \quad (7.35)$$

Значения параметров α_1 и α_2 составят:

$$\alpha_1 = 2 - (-2) - (-10) + 4 = 18, \quad \alpha_2 = -2 - 4 = -6.$$

Подставляя значения α_1 и α_2 в (7.32), получим:

$$\begin{cases} (p-1)(18q-6) \geq 0, \\ p(18q-6) \geq 0. \end{cases}$$

Представим решение полученной системы неравенств в графическом виде. Учитывая, что значение p изменяется в пределах от 0 до 1, рассмотрим три случая:

- $p = 1$;
- $p = 0$;
- $0 < p < 1$.

В случае, если $p = 1$, в первом неравенстве системы множитель $p - 1$ становится равным 0, в результате чего все неравенство превращается в тождество независимо от значения второго сомножителя $18q - 6$. Однако во втором неравенстве системы значение $p = 1$ требует, чтобы сомножитель $18q - 6$ был неотрицательным:

$$18q - 6 \geq 0,$$

откуда следует, что

$$q \geq \frac{1}{3}.$$

В случае, если $p = 0$, уже второе неравенство системы превращается в тождество при любом значении $18q - 6$. В то же время в первом неравенстве системы множитель $p - 1$ становится отрицательным, что требует от второго множителя $18q - 6$ быть неположительным. В итоге из неравенства

$$18q - 6 \leq 0,$$

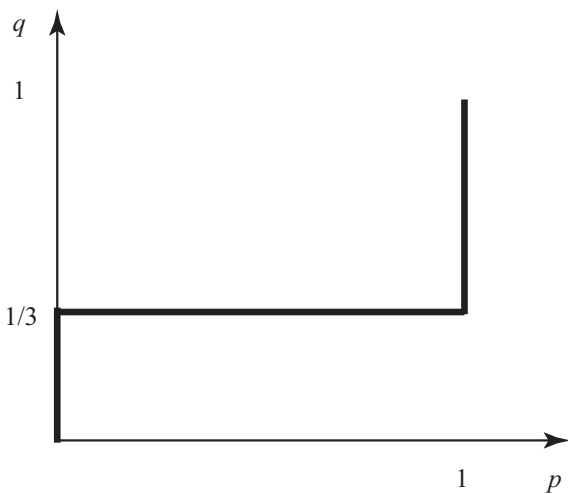


Рис. 7.6. График распределения стратегий второго игрока

получаем, что

$$q \leq \frac{1}{3}.$$

Ну и, наконец, в случае, если $0 < p < 1$, из первого неравенства системы следует, что

$$18q - 6 \leq 0,$$

из второго —

$$18q - 6 \geq 0.$$

Такое возможно только в случае, если

$$18q - 6 = 0.$$

Откуда следует, что

$$q = \frac{1}{3}.$$

Изобразим все три случая на графике (рис. 7.6).

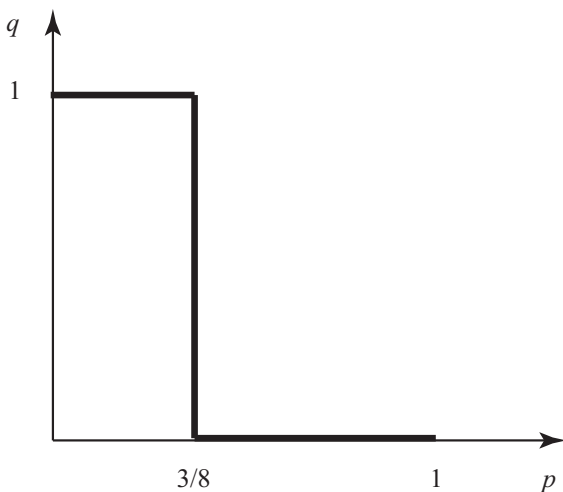


Рис. 7.7. График распределения стратегий первого игрока

Аналогичным образом найдем значения переменной p , определяющей вектор смешанной стратегии для первого игрока. Воспользовавшись формулами (7.34)–(7.35), найдем значения β_1 и β_2 и подставим их в систему (7.33).

$$\beta_1 = -4 - 1 - 1 + (-2) = -8, \quad \beta_2 = 1 + 2 = 3,$$

$$\begin{cases} (q-1)(-8q+3) \geq 0, \\ q(-8q+3) \geq 0, \end{cases}$$

$$\text{при } q = 1: \quad p \leq 3/8,$$

$$\text{при } q = 0: \quad p \geq 3/8,$$

$$\text{при } 0 < q < 1: \quad p = 3/8.$$

На графике (рис. 7.7) представим результаты моделирования поведения первого игрока.

Для определения равновесных стратегий для первого и второго игроков совместим графики (рис. 7.8).

Пересечение графиков дает точку равновесного распределения чистых стратегий в смешанных стратегиях обоих игроков. Согласно

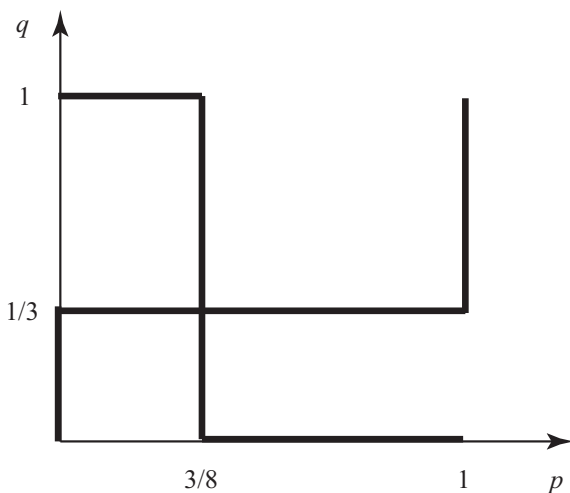


Рис. 7.8. Графики распределения стратегий игроков

графику, для того, чтобы обе фирмы получили максимальный выигрыш, при условии, что сговор между ними не возможен, необходимо, чтобы первая из них использовала стратегию остаться в числе поставщиков комплектующих для гоночных автомобилей на $3/8$, а вторая на $1/3$. Что это может означать с точки зрения менеджмента? По всей видимости, первая фирма сократит свои расходы в автогонках до $3/8$ от бюджета предыдущего года, вторая — до $1/3$. Сокращение бюджета повлечет за собой также и сокращение персонала, занятого в данном направлении деятельности. Для определения того, сколько каждая из фирм выиграет от такого поведения, достаточно подставить значения p и q в формулы для расчета значений выигрыша (7.25)–(7.26):

$$V_1^* = 2 \cdot 3/8 \cdot 1/3 - 2 \cdot 3/8 \cdot 2/3 - 10 \cdot 5/8 \cdot 1/3 + 4 \cdot 5/8 \cdot 2/3 = -2/3,$$

$$V_2^* = -4 \cdot 3/8 \cdot 1/3 + 1 \cdot 3/8 \cdot 2/3 + 1 \cdot 5/8 \cdot 1/3 - 2 \cdot 5/8 \cdot 2/3 = -7/8.$$

Таким образом, обе фирмы понесут потери, однако эти потери окажутся меньшими, чем в случаях, когда каждая из фирм принимала бы радикальное решение: остаться в бизнесе и продолжить

конкуренцию на том же уровне или полностью уйти.

Поиск смешанной стратегии в ситуациях, когда у игроков есть более чем две стратегии поведения, на основании аналитических методов является затруднительным. В связи с этим рассмотрим процедуру численного моделирования поведения игроков. Применим к биматричной игре итеративную процедуру расчета смешанных стратегий Брауна–Робинсона.

В отличие от антагонистических игр, где выигрыши двух игроков задавались одной матрицей, в ситуациях, которые описываются бескоалиционными играми, и, соответственно, где выигрыш каждого игрока описывается своей матрицей выигрышей, предельное количество итераций будет определяться по тому, насколько увеличиваются значения средних выигрышей для каждого из игроков. Напомним, что в антагонистических играх предельное количество итераций определялось разностью между средней верхней и нижней ценами игры, которая с увеличением количества итераций сходилась к 0. Также предельное число итераций можно рассчитать и с помощью критерия интервальной оценки вероятностей.

Пусть на первом этапе оба игрока выбирают любые стратегии. На всех последующих этапах они будут выбирать стратегии, которые соответствуют максимальному значению накопленного выигрыша в предыдущей партии. Процедуру фиктивного розыгрыша будем продолжать до того момента, пока прирост выигрыша игроков не окажется ниже определенного значения. Установим в качестве критерия остановки процедуры розыгрыша, что максимальное изменение значения выигрыша (по абсолютной величине) должно быть ниже 0,05 для каждого из игроков. Тогда процедура завершится на 38-м этапе (см. табл. 7.9).

Для приближенного определения оптимальной смешанной стратегии первой фирмы (игрока A) подсчитаем, в каком количестве партий игрок A выбирал стратегию A_1 и в каком количестве A_2 . По таблице видно, что количество раз, когда игрок A выбирал стратегию A_1 , составляет 17 раз, соответственно, стратегию A_2 — 21 раз. Таким образом, вероятностная оценка выбором игроком (фирмой) A первой стратегии, направленной на продолжение развития партнерства с организаторами автогонок, составляет $17/38$, в то время

Итеративная процедура расчета приближенного решения бескоалиционной игры

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
1	A_1	-4	1	B_2	-2	4	4	1		
2	A_2	-3	-1	B_2	-4	8	4	-1/2	0,00	1,50
3	A_2	-2	-3	B_2	-6	12	4	-2/3	0,00	0,17
4	A_2	-1	-5	B_1	-4	2	1/2	-1/4	3,50	0,42
5	A_2	0	-7	B_1	-2	-8	-2/5	0	0,90	0,25
6	A_1	-4	-6	B_1	0	-18	0	-2/3	0,40	0,67
7	A_1	-8	-5	B_1	2	-28	2/7	-5/7	0,29	0,05
8	A_1	-12	-4	B_2	0	-24	0	-1/2	0,29	0,21
9	A_1	-16	-3	B_2	-2	-20	-2/9	-1/3	0,22	0,17
10	A_1	-20	-2	B_2	-4	-16	-2/5	-1/5	0,18	0,13
11	A_1	-24	-1	B_2	-6	-12	-6/11	-1/11	0,15	0,11
12	A_1	-28	0	B_2	-8	-8	-2/3	0	0,12	0,09
13	A_1	-32	1	B_2	-10	-4	-4/13	1/13	0,36	0,08
14	A_2	-31	-1	B_2	-12	0	0	-1/14	0,31	0,15
15	A_2	-30	-3	B_2	-14	4	4/15	-1/5	0,27	0,13

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
16	A_2	-29	-5	B_2	-16	8	1/2	- 5/16	0,23	0,11
17	A_2	-28	-7	B_2	-18	12	12/17	- 7/17	0,21	0,10
18	A_2	-27	-9	B_2	-20	16	8/9	- 1/2	0,18	0,09
19	A_2	-26	-11	B_2	-22	20	20/19	- 11/19	0,16	0,08
20	A_2	-25	-13	B_2	-24	24	1 1/5	- 13/20	0,15	0,07
21	A_2	-24	-15	B_2	-26	28	1 1/3	- 5/7	0,13	0,06
22	A_2	-23	-17	B_2	-28	32	1 5/11	- 17/22	0,12	0,06
23	A_2	-22	-19	B_2	-30	36	1 13/23	- 19/23	0,11	0,05
24	A_2	-21	-21	B_2	-32	40	1 2/3	- 7/8	0,10	0,05
25	A_2	-20	-23	B_1	-30	30	1 1/5	- 4/5	0,47	0,08
26	A_2	-19	-25	B_1	-28	20	10/13	- 19/26	0,43	0,07
27	A_2	-18	-27	B_1	-26	10	10/27	- 2/3	0,40	0,06
28	A_2	-17	-29	B_1	-24	0	0	- 17/28	0,37	0,06
29	A_2	-16	-31	B_1	-22	-10	- 10/29	- 16/29	0,34	0,06
30	A_2	-15	-33	B_1	-20	-20	- 2/3	- 1/2	0,32	0,05

Окончание таблицы 7.9

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
31	A_1	-19	-32	B_1	-18	-30	- 18/31	- 19/31	0,09	0,11
32	A_1	-23	-31	B_1	-16	-40	- 1/2	- 23/32	0,08	0,11
33	A_1	-27	-30	B_1	-14	-50	- 14/33	- 9/11	0,08	0,10
34	A_1	-31	-29	B_1	-12	-60	- 6/17	- 29/34	0,07	0,03
35	A_1	-35	-28	B_2	-14	-56	- 2/5	- 4/5	0,05	0,05
36	A_1	-39	-27	B_2	-16	-52	- 4/9	- 3/4	0,04	0,05
37	A_1	-43	-26	B_2	-18	-48	- 18/37	- 26/37	0,04	0,05
38	A_1	-47	-25	B_2	-20	-44	- 10/19	- 25/38	0,04	0,04

как вероятностная оценка альтернативной стратегии (полностью прекратить участие в гоночном бизнесе) составляет $21/38$.

Аналогичные оценки будут получены и для фирмы B . Вероятностная оценка стратегии, направленной на продолжение деятельности в гоночном бизнесе, составляет $14/38$, уйти из гоночного бизнеса — $24/38$.

Сравним оценки, полученные численным методом, с оценками, которые были получены при нахождении аналитического решения. Для фирмы A они, напомним, составили $p(A_1) = 3/8$, $p(A_2) = 5/8$. Переведем значения в десятичные дроби. В итоге получим, что $3/8 = 0,375$, а $17/38 \approx 0,447$. Для того чтобы судить о состоятельности полученной оценки, необходимо рассчитать интервальную оценку вероятности при 38-ми наблюдениях и посмотреть, попадет ли истинное значение вероятности p в этот интервал.

Интервальная оценка вероятности рассчитывается по формуле:

$$\hat{p} - t \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} < p < \hat{p} + t \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}},$$

где $\hat{p}$ — найденное итерационным методом приближенное значение вероятности p ;

t — значение аргумента функции Лапласа с заданной надежностью;

n — в данном случае число партий.

Подставляя найденное значения $\hat{p}(A_1) = 0,447$ в формулу для расчета интервальной оценки, а также учитывая, что, например, при уровне надежности 0,95 значение аргумента функции Лапласа составляет $t = 1,96$, получим:

$$0,447 - 1,96 \sqrt{\frac{0,447(1-0,447)}{38}} < p < 0,447 + 1,96 \sqrt{\frac{0,447(1-0,447)}{38}},$$

$$0,289 < p < 0,605.$$

Истинное значение $p(A_1) = 0,375$ попадает в полученный интервал, а потому приближенное значение оценки $\hat{p}(A_1) = 0,447$ является состоятельным.

Аналогичные результаты получим и в отношении второго игрока. Таким образом, при большем количестве стратегий для поиска

решения можно использовать процедуру численного итерационного поиска приближенного решения.

Простота использования итерационного метода моделирования стратегий игроков в бескоалиционной игре не всегда позволяет описать все возможные решения. Для того чтобы в этом убедиться, рассмотрим следующий пример.

П р и м е р 28. Автомобильный завод, специализирующийся на производстве коммерческих грузовиков, в результате финансового кризиса оказался на грани банкротства, поскольку уменьшение предпринимательской активности сильно отразилось в худшую сторону на спросе на продукцию данного предприятия. Прежняя продукция автозавода не отличалась хорошим качеством, однако была достаточно дешевой. Спрос же переориентировался в сторону коммерческих грузовиков более дорогих по цене, но более высоких по качеству. Для того чтобы вновь оказаться в числе лидеров на рынке производства коммерческих грузовиков, автопредприятию необходимо существенно доработать конструкцию грузовика, изменив некоторые узлы, и в первую очередь, заменить двигатель на более долговечный, мощный и экономичный. Поставщик двигателей — моторный завод, имеющий многолетний опыт сотрудничества с автозаводом, готов заняться внедрением в производство нового двигателя, однако это сопряжено с достаточным количеством дополнительных расходов: закупка нового оборудования, прием на работу дополнительного количества работников, дополнительные расходы на НИОКР. Нынешняя же ситуация, наоборот, пока очень устраивает производителя двигателей, поскольку он является монопольным поставщиком моторов для автозавода. Внедрение в производство нового двигателя существенно пошатнет финансовое состояние моторного завода, но он все же избежит банкротства и сможет существовать. Автозавод, в свою очередь, может самостоятельно, не дожидаясь, пока на моторном производстве будет налажено производство новых двигателей, найти других поставщиков автомоторов, однако это приведет к тому, что почти вся прибыль пойдет на покрытие дополнительных расходов, связанных с налаживанием новых деловых контактов, оплатой двигателей (которые намного дороже старых), оплатой транспортировки двигателей от предприятий-производителей до

автомобильного завода, НИОКР-работами, связанными с изменением конструкции автомобиля. Кроме того, разрыв связей с прежним поставщиком приведет к банкротству последнего. Если же моторный завод в качестве инициативы предпримет попытку выйти на рынок с новыми двигателями, не дождавшись, пока к этому подготовится автозавод, то это приведет к потерям обоих предприятий: для моторного — из-за нерасторопности и неспособности автозавода оперативно ввести в производство новшества; для автомобильного завода — из-за снижения объема производства и снижения качества и без того низкокачественной продукции.

Пусть вышеописанная ситуация представлена следующей парой матриц:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -8 & 7 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 6 & -7 \\ -8 & 1 \end{pmatrix}.$$

Стратегия A_1 — автомобильный завод продолжает выпускать низкокачественные старые грузовики; A_2 — автозавод переходит на производство грузовиков улучшенного качества.

Стратегия B_1 второго игрока (моторного завода) заключается в продолжении производства старых двигателей; B_2 — внедрение в производство двигателя нового поколения.

Решение. Аналитическое решение найдем, воспользовавшись формулами (7.32)–(7.35). Значения параметров $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ будут равны:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 2 - 0 - (-8) + 7 = 17, & \alpha_2 &= 0 - 7 = -7, \\ \beta_1 &= 6 - (-7) - (-8) + 1 = 22, & \beta_2 &= -8 - 1 = -9. \end{aligned}$$

Поставляя параметры в системы (7.32)–(7.33), получаем:

$$\begin{cases} (p-1)(17q-7) & \geq 0, \\ p(17q-7) & \geq 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} (q-1)(22p-9) & \geq 0, \\ q(22p-9) & \geq 0. \end{cases}$$

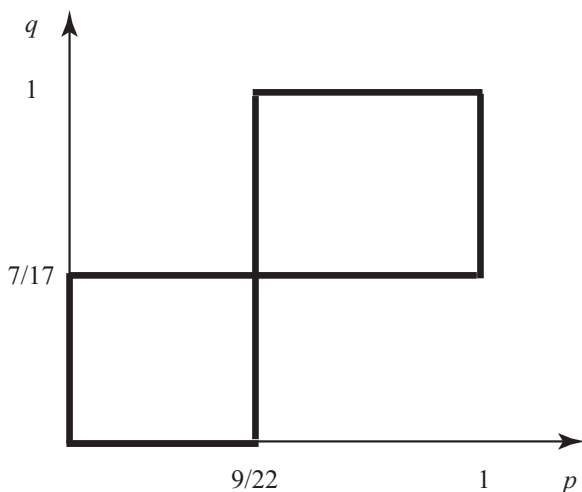


Рис. 7.9. График распределения стратегий игроков

Решая последовательно обе системы, получим:

$$\begin{array}{ll}
 p = 1 : & q \geq 7/17, \\
 p = 0 : & q \leq 7/17, \\
 0 < p < 1 : & q = 7/17; \\
 \\
 q = 1 : & p \geq 9/22, \\
 q = 0 : & p \leq 9/22, \\
 0 < q < 1 : & p = 9/22.
 \end{array}$$

Полученные соотношения представим на графике (рис. 7.9).

По графику видно, что в приведенной ситуации существует целых три равновесных решения:

- 1) обе фирмы могут полностью перейти на производство, соответственно, новых автомобилей и новых двигателей;
- 2) обе фирмы могут придерживаться прежней стратегии поведения и производить старые автомобили со старыми двигателями, на которые будет небольшой спрос;

3) обе фирмы могут частично изменить структуру своего производства и наряду со старой продукцией выпускать новую. Причем автомобильному заводу выгодно перевести на новое производство $10/17 \approx 59\%$ своих производственных мощностей и рабочих кадров, а у моторного завода $13/22 \approx 59\%$ всего ассортимента должно составлять производство двигателей нового поколения. Отсюда следует, что спрос автозавода на новые двигатели, скорее всего, будет удовлетворен (если автозавод является единственным покупателем двигателей моторного завода). То же самое, наверное, можно сказать и про Моторный завод, чья продукция будет, скорее всего, полностью приобретена Автозаводом.

Теперь попытаемся найти приведенные решения задачи при помощи численного метода решения. При расчете предположим, что обе фирмы в первой партии принимают решение не делать никаких инноваций в производство и продолжать старую продукцию. В этом случае уже после первых двух партий становится видно, что ни одна из фирм не будет менять своей стратегии поведения (табл. 7.10), поскольку накопленный выигрыш каждой фирмы в случае применения, соответственно, стратегий A_1 и B_1 будет только увеличиваться с каждой партией.

Таким образом, решение бескоалиционной игры будет получено в чистых стратегиях.

Итак, одно из решений, которое было найдено аналитическим методом можно обнаружить при помощи численного метода. Следуя логике расчетов, второе решение, когда обе фирмы принимают решение полностью перейти на выпуск новой продукции, также должно быть получено численно. Для этого, по всей видимости, необходимо, чтобы обе фирмы одновременно приняли такое радикальное решение. Проверим нашу гипотезу численным методом (табл. 7.11).

Так и есть, если обе фирмы одновременно переходят на выпуск инновационной продукции, то ни одна из них не будет отступать от своей выбранной стратегии.

Итак, численным методом были получены два решения из трех. Можно ли численным методом найти третье решение, когда обе фирмы применяют смешанные стратегии (в предыдущей задаче это удалось сделать).

Таблица 7.10

Итеративная процедура расчета приближенного решения бескоалиционной игры
 “Автозавод — Моторный завод” (обе фирмы отказываются от нововведений)

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
1	A_1	6	-7	B_1	2	-8	2	6		
2	A_1	12	-14	B_1	4	-16	2	6	0	0
3	A_1	18	-21	B_1	6	-24	2	6	0	0

Таблица 7.11

Итеративная процедура расчета приближенного решения бескоалиционной игры
 “Автозавод — Моторный завод” (обе фирмы выпускают инновационную
 продукцию)

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
1	A_2	-8	1	B_2	0	7	7	1		
2	A_2	-16	2	B_2	0	14	7	1	0	0
3	A_2	-24	3	B_2	0	21	7	1	0	0

Поскольку в предыдущих расчетах изначально использовались только первые или только вторые стратегии, то для поиска третьего решения в первой партии, по всей видимости, должны использоваться сочетания стратегий $A_1 - B_2$ или $A_2 - B_1$. Рассмотрим оба случая.

При сочетании стратегий $A_1 - B_2$ предполагается, что Автозавод продолжает выпускать старые автомобили, в то время как моторный завод самостоятельно перешел на выпуск двигателей нового поколения. Результаты численного моделирования представлены в табл. 7.12.

Уже через несколько партий становится ясным, что обе фирмы возвращаются к производству старой продукции, поскольку накопленные выигрыши этих фирм по стратегиям A_1 и B_1 увеличиваются, а по инновационным стратегиям A_2 и B_2 уменьшаются с каждой партией. Следовательно, Моторному заводу не выгодно выходить с инициативой производства двигателей нового поколения, если Автозавод к этому не готов.

Теперь рассмотрим ситуацию, при которой Автозавод принимает решение о выпуске новых грузовиков без согласования своей стратегии поведения с Моторным заводом. В этом случае в первой партии рассмотрим сочетание стратегий $A_2 - B_1$ (табл. 7.13).

После нескольких партий, как и в предыдущем случае, становится очевидным, что обе фирмы возвращаются к производству старой продукции. Следовательно, Автозаводу, как и Моторному заводу, невыгодно самостоятельно переходить на выпуск инновационной продукции и пытаться ориентироваться на новых поставщиков двигателей.

В результате при помощи численного метода моделирования удалось найти только два решения из трех. Каким же образом можно найти третью стратегию? Исходя из четырех рассмотренных способов разыгрывания (случайного поиска решения), можно сделать вывод о том, что если какая-то из фирм отклоняется от поведения, связанного с выпуском инновационной продукции, то обе фирмы в итоге отказываются от использования инноваций. Решение, связанное с переходом к инновациям, должны принимать обе фирмы одновременно, что сделать в реальной ситуации очень сложно, когда между

Таблица 7.12

Итеративная процедура расчета приближенного решения бескоалиционной игры
 “Автозавод — Моторный завод” (Моторный завод в первой партии переходит
 на выпуск инновационной продукции)

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
1	A_1	6	-7	B_2	0	7	7	6		
2	A_2	-2	-6	B_1	2	-1	1	-1	6,00	7,00
3	A_1	4	-13	B_1	4	-9	4/3	4/3	0,33	2,33
4	A_1	10	-20	B_1	6	-17	3/2	5/2	0,17	1,17
5	A_1	16	-27	B_1	8	-25	8/5	16/5	0,10	0,70
6	A_1	22	-34	B_1	10	-33	5/3	11/3	0,07	0,47
7	A_1	28	-41	B_1	12	-41	12/7	4	0,05	0,33

Итеративная процедура расчета приближенного решения бескоалиционной игры
 “Автозавод — Моторный завод” (Автозавод в первой партии переходит на выпуск
 инновационной продукции)

Номер партии	Стратегия фирмы A	Выигрыш фирмы B		Стратегия фирмы B	Выигрыш фирмы A		V_a	V_b	$ \Delta V_a $	$ \Delta V_b $
		B_1	B_2		A_1	A_2				
1	A_2	-8	1	B_1	2	-8	2	1		
2	A_1	-2	-6	B_2	2	-1	1	-1	1,00	2,00
3	A_1	4	-13	B_1	4	-9	4/3	4/3	0,33	2,33
4	A_1	10	-20	B_1	6	-17	3/2	5/2	0,17	1,17
5	A_1	16	-27	B_1	8	-25	8/5	16/5	0,10	0,70
6	A_1	22	-34	B_1	10	-33	5/3	11/3	0,07	0,47
7	A_1	28	-41	B_1	12	-41	12/7	4	0,05	0,33

фирмами не может быть заключено соглашение или хотя бы проведены переговоры о намерениях таких действий. Таким образом, можно выдвинуть гипотезу о том, что третье решение, когда каждая фирма переводит на производство инновационной продукции только часть своего персонала и производственных возможностей, может быть получено, если обе фирмы одновременно выполняют свои действия в тех пропорциях, что соответствуют такому равновесному решению.

Несмотря на то, что численный метод не позволяет во всех случаях найти все решения ситуаций, описываемых бескоалиционными играми, он все же может быть использован для поиска тех решений, которые, скорее всего, будут реализованы в реальной действительности. Для того чтобы осознать это, рассмотрим предыдущий пример с точки зрения теории принятия решений.

Итак, если в качестве возможных способов повеления предлагаются три возможных решения, то терминальное, или окончательное, решение будет принято после того, как предложенные альтернативы будут рассмотрены на предмет соответствия решающему правилу или критерию. Ведь с точки зрения ЛПР, терминальное решение должно быть также и наилучшим. В теории игр для каждого решения, описываемого в виде чистых или смешанных стратегий, в качестве такового критерия может быть представлена величина выигрыша. Рассчитаем величину выигрыша в предыдущем примере для всех трех равновесных решений.

Итак, если обе фирмы выбирают первые стратегии (A_1 и B_1), то есть они продолжают изготавливать старые автомобили и старые моторы, то выигрыш первой фирмы составит:

$$V_1(A_1, B_1) = 2,$$

второй, соответственно:

$$V_2(A_1, B_1) = 6.$$

Если же обе фирмы выбирают путь полного перехода на выпуск инновационной продукции (A_2 и B_2), то в этом случае выигрыши фирм составят, соответственно:

$$V_1(A_2, B_2) = 7, \quad V_2(A_2, B_2) = 1.$$

Если же так случится, что фирмы одновременно перейдут на 59%-й выпуск инновационной продукции, то выигрыш каждой из них составит:

$$\begin{aligned} V_1 &= 2 \cdot 9/22 \cdot 7/17 + 0 \cdot 9/22 \cdot 10/17 - \\ &\quad - 8 \cdot 13/22 \cdot 7/17 + 7 \cdot 13/22 \cdot 10/17 \approx 0,82, \\ V_2 &= 6 \cdot 9/22 \cdot 7/17 - 7 \cdot 9/22 \cdot 10/17 - \\ &\quad - 8 \cdot 13/22 \cdot 7/17 + 1 \cdot 13/22 \cdot 10/17 \approx -2,27. \end{aligned}$$

По значениям выигрышей можно точно сказать, что равновесное состояние, которое описывается смешанными стратегиями игроков, является худшим из трех. Оно хуже, чем случай, когда обе фирмы принимают решение отказаться от инноваций в производство, поскольку в случае отказа от инноваций обе фирмы выигрывают больше, чем в случае со смешанной стратегией. Таким образом, смешанная стратегия может быть отвергнута ЛПР, как заведомо нелучшее решение.

Что же касается сравнения решений в чистых стратегиях, то здесь нельзя однозначно сказать, какое из этих решений в большей степени устроит обе фирмы. Отказ от инновационного производства выгоден Моторному заводу и не очень выгоден Автозаводу, и, наоборот, производство автомобилей с двигателями нового поколения выгодно Автозаводу и не очень выгодно Моторному заводу.

Итак, в данной главе мы рассказали о методах и моделях выбора стратегического инновационного решения, подробно затронув вопросы связи решения и качественного состояния организации, как ожидаемого результата стратегического решения. Но при этом мы не определили границы использования методов и степень целесообразности одних и нецелесообразности других.

Безусловно, методы выбора стратегических инновационных решений, основанные на теории игр, обладают большей объективностью, нежели детерминированные модели, а ожидаемый от них результат — большей достоверностью. Однако использование сложных методов в ряде ситуаций может оказаться неразумным. Это связано с тем, что уровень управленческих возможностей (прежде всего высшего менеджмента организации) может не соответствовать уров-

ню управленческого восприятия результатов моделирования. Другими словами, менеджмент может обладать методологией поиска решений, но при этом не уметь трактовать полученные результаты. В этом случае, как отмечает классик менеджмента, И. Ансофф, ожидаемый от принятия решения результат может рассматриваться как фантастический, и менеджмент попытается изменить его, сведя к привычным ситуациям в ущерб результату. Если же, наоборот, воспользоваться самыми простыми способами выбора стратегического решения, которые для уровня восприятия менеджмента являются сильно примитивными, то ожидаемый от этих решений результат будет восприниматься как сильно упрощенный, и менеджмент будет стараться его разнообразить. Полное же соответствие друг другу уровней управленческих возможностей и управленческого восприятия приведет лишь к отсутствию противоречия между возможностями и восприятием, но не обязательно к оптимальному решению.

Целью нашей книги было не только ознакомление студента с методологией разработки и выбора решений в сфере инновационного менеджмента, что несомненно должно повысить уровень управленческих возможностей, но и объяснение внутренней логики моделей и методов поиска решений, т. е. создание определенного уровня управленческого восприятия.

Заключение

Учебное пособие предназначалось для ознакомления студентов с общими принципами технологии разработки управленческих решений и их методологической основой, что является необходимым условием для овладения столь важным инструментом управленческой деятельности.

Тем, кто освоил особенности методологии разработки и принятия решения в инновационном менеджменте, мы рекомендуем обратиться к более подробному изучению процедур выбора не только на уровне стратегического, но также и на уровнях оперативного и тактического управления. Подробную информацию о методах принятия решений на оперативном и тактическом уровнях управления можно получить в источниках [1], [6], [8], [10], [11], [15]. Несмотря на то, что в названиях предложенных источников отсутствует упоминание об инновациях, это несколько не умаляет их значения для освоения методологии разработки и выбора решений в рамках инновационного менеджмента. Дело в том, что решения, принимаемые на оперативном и тактическом уровнях управления, находятся в иерархической зависимости от тех решений, что приняты на стратегическом (определяющем) уровне управления. Таким образом, оперативные и тактические решения не могут не относиться к инновационным процессам, если стратегические решения приняты в отношении инноваций.

Поскольку подготовка к разработке управленческого решения, собственно его разработка и выбор представляют собой систему, то ее структура должна иметь замкнутые контуры, определяющие системное замыкание процесса. Под этим подразумевается анализ ре-

зультатов принятых решений и их корректировка. Как правило, корректировка решений осуществляется на этапе подготовки к разработке решений (на этапах сбора информации и анализа ситуации). Для того чтобы системное замыкание действительно имело место в процессе разработки и принятия решения, а не являлось простой формальностью для соблюдения процедуры, как некоего обязательного ритуала, от ЛПР требуется понимание той ситуации, которая сложилась в результате решения. Это возможно только в случае достаточной квалификации ЛПР, и не только в сфере принятия решений. Способность к пониманию ситуации и трактовке результатов принятого решения будет ускоряться, если процедуры разработки и принятия решения будут восприниматься как бесконечный процесс, качество которого увеличивается со временем.

В свою очередь процесс разработки и принятия решения в рамках инновационного управления позволит менеджеру, выступающему в роли ЛПР, совершенствовать восприятие ситуации. Помощником в этом вопросе будут выступать сами модели ситуаций (прежде всего, математические модели), на основе которых разрабатываются методы принятия решений. Модели позволят не только глубже понять те ситуации, которые уже имели место, но и определить возможности для организации оказаться в качественных состояниях, которые до настоящего времени не имели места. Тем, кто заинтересовался этой темой, рекомендуется обратиться к источникам [1], [2], [4], [5], [8], [10], [11].

Если же модель, на основе которой разрабатываются методы принятия решения, не позволяет определить некоторые ситуации, которые могут складываться в организации и ее отношениях с внешней средой (а в инновационной сфере такое будет происходить достаточно часто в силу слабой предсказуемости и прогнозируемости ситуаций), то возникает необходимость в совершенствовании самих методов разработки и выбора решения. В процессе написания данной книги нам удалось усовершенствовать ряд популярных методов принятия решения с учетом специфики их применения к инновационному менеджменту. Надеемся, что принципы, изложенные в этом учебном пособии, позволят и студентам овладеть методологией принятия решений не только как всего лишь очередным стандартным

инструментом в управлении организацией, но и как частью философии управления.

Решения в инновационном менеджменте — это не только поиск эффективных путей развития общества в целом и организации в частности, но и совершенствование самих механизмов выбора решения, как самостоятельных инновационных результатов.

Библиографический список

1. Вертакова Ю. В., Козьева И. А., Кузьбожев Э. Н. Управленческие решения: разработка и выбор. — М.: КНОРУС, 2005. — 352 с.
2. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.
3. Лапыгин Ю. Н., Лапыгин Д. Ю. Управленческие решения. — М.: Эксмо, 2009. — 448 с.
4. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. — М.: Наука, Физматлит, 1996. — 208 с.
5. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в Волшебных странах. — М.: Логос, 2002. — 392 с.
6. Литвак Б. Г. Разработка управленческого решения. — М.: Дело, 2008. — 440 с.
7. Мухамедьяров А. М. Инновационный менеджмент. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 176 с.
8. Надеев А. Т. Систематика. Книга 5. Системы ценностей. Часть 3. Выбор: модели и методы. — Н. Новгород: ВВАГС, 2003. — 264 с.
9. Фатхутдинов Р. А. Управленческие решения. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 314 с.
10. Черноморов Г. А. Теория принятия решений. — Новочеркасск: Ред. журн. "Изв. вузов. Электромеханика", 2002. — 276 с.
11. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 416 с.
12. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. — М.: Прогресс, 1970. — 569 с.
13. Инновационный менеджмент / под ред. В. М. Аньшина, А. А. Дагаева. — 3 изд. — М.: Дело, 2007. — 584 с.
14. Инновационный менеджмент / под ред. Л. Н. Оголевой. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 238 с.
15. Управленческие решения / Л. И. Лукичева, Д. Н. Егорычев; под ред. Ю. П. Анискина. — М.: Омега-Л, 2009. — 383 с.

**Иосиф Львович Туккель
Сергей Николаевич Яшин
Сергей Александрович Макаров
Егор Викторович Кошелев**

РАЗРАБОТКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИЯМИ

Учебное пособие

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 27.07.11.

Формат 60×84¹/₁₆. Печать офсетная. Усл. печ. л. 22.

Тираж 1000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию
№ 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

