

ВЫСШЕЕ
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

К. В. Балдин

РИСК- МЕНЕДЖМЕНТ

Учебное пособие

*Допущено Советом Учебно-методического объединения вузов России
по образованию в области менеджмента в качестве учебного пособия
по специальности «Менеджмент организаций»*

Москва
EKSMO EDUCATION



2006

УДК 65.0
ББК 65.290-2
Б 20

Об авторе:

Балдин К. В. — кандидат технических наук, доцент кафедры «Менеджмент» Московского психолого-социального института

Рецензенты:

Бусов В.И. — доктор экономических наук, профессор кафедры «Оценка и управление собственностью» государственного университета управления

Лукинов В.А. — доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и управление в строительстве» Российского государственного строительного университета

Балдин К.В.

Б 20 Риск-менеджмент: Учебное пособие / К.В. Балдин. — М.: Эксмо, 2006. — 368 с. — (Риск-менеджмент).

ISBN 5-699-13640-1

В учебном пособии рассмотрены методологические, организационные и технологические основы принятия управленческих решений в условиях риска. Предложены методы системного анализа и математического моделирования сложных рискованных ситуаций. Даны модели и методы разработки решений по управлению рисками в условиях конкуренции. Отдельная глава посвящена проблеме автоматизации интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений.

Для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Экономика» и «Менеджмент», а также сотрудников консалтинговых фирм и предпринимателей, занимающихся самостоятельной практикой системного анализа рисков и принятия решений в рискованных ситуациях.

УДК 65.0
ББК 65.290-2

ISBN 5-699-13640-1

©

ООО

«Издательство «Эксмо», 2006

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	14
1.1. Современные проблемы управления и разработки решений . . .	14
1.2. Организационные основы разработки решений на основе системного анализа складывающейся обстановки.	27
1.3. Модель проблемной ситуации.	53
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СЛОЖНЫХ СИТУАЦИЯХ	62
2.1. Содержание процесса обоснования решений.	67
2.2. Содержание процесса принятия и контроллинг решений. . . .	79
2.3. Методология решения базовых задач обоснования решений . . .	85
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ СТОХАСТИЧЕСКИМИ РИСКАМИ	121
3.1. Объективные критерии оценки стохастического риска	121
3.2. Субъективные критерии оценки стохастического риска	129
3.3. Использование математических моделей и методов для обоснования рискованных предпринимательских решений . . .	144
3.4. Модели расчета показателей риска банкротства и невозврата кредита в системе антикризисного управления фирмой.	179
ГЛАВА 4. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ	186
4.1. Методы математического прогнозирования и оценки рисков на основе принципа «опоры на собственные силы».	186

4.2. Аналитическая оценка рисков на основе принципов альтернативной индивидуальной полезности, кооперирования и «справедливого дележа»	206
4.3. Модели оценки и управления рисками при проведении торгов и аукционов	232
4.4. Методы снижения предпринимательского риска на основе принципов «социальной справедливости»	245
ГЛАВА 5. ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА И СНИЖЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ РИСКОВ НЕУСТАНОВЛЕННОЙ ПРИРОДЫ («ПРИРОДНЫХ») . 2 5 6	
5.1. Стратегическое прогнозирование «природно-неопределенных» рискованных ситуаций.	256
5.2. Классические и современные методы принятия управленческих решений в условиях «природного» риска . . .	271
5.3. Повышение роли управления рисками при подборе персонала	295
ГЛАВА 6. КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.	
6.1. Концептуальные основы автоматизации поддержки принятия управленческих решений.	317
6.2. Организационные аспекты интеллектуальной поддержки управленческой деятельности.	330
6.3. Особенности разработки и применения систем искусственного интеллекта.	347
ЛИТЕРАТУРА	360

Введение

Реальные ситуации, которые складываются в современной общественно-политической жизни нашей страны и, в частности, в экономической деятельности, все чаще можно охарактеризовать одним словом — *сложные*. При разработке решений в сложных ситуациях руководители всех рангов сталкиваются с рядом методологических и технологических проблем.

Объясняются подобные затруднения достаточно простыми обстоятельствами. Прежде всего, это «нетрадиционность», *слабая изученность новых задач* — ранее многих из сегодняшних задач просто не было. Не меньшее влияние на сложность разработки решений в современных условиях оказывают *многоаспектность последствий принимаемых решений, неполнота данных о возможных последствиях, необходимость уметь эти последствия хотя бы представлять*. Далее можно отметить и *неясность обстановки принятия решений* (политической, экономической и социальной расстановки сил), и *высокую динамичность всех процессов*, и существенно возросшую *роль личности* в процессе разработки и исполнения решений.

В подобных условиях интеллектуальные возможности человека естественно могут войти в противоречие с объемом информации, которую необходимо осмыслить и переработать в ходе управления предприятием или фирмой. Возрастает опасность срыва процесса управления.

Основой управления является решение руководителя. Безусловно, главным в деятельности руководителя (менеджера) является организация практического выполнения принимаемых решений. Но для того чтобы в практической деятельности из-

бежать грубых ошибок, руководитель (менеджер) должен уметь принимать обоснованные решения.

Однако обучение в вузе дает лишь *общие рекомендации качественного характера*, пользуясь которыми руководители предприятий даже в совершенно одинаковых условиях принимают существенно различающиеся решения. Этот разброс решений в одинаковой обстановке обусловлен различной оценкой ими значимости одних и тех же факторов, различиями в уровнях общей и специальной подготовки, различной способностью анализировать и обобщать факторы, правильно предвидеть последствия тех или иных действий — всем тем, что определяет уровень компетентности менеджера-специалиста. В *простых* ситуациях для разработки наилучшего решения вполне достаточно *опыта и интуиции*. В психологии для характеристики интеллектуальных возможностей человека используют так называемое «*магическое число*». Подготовленный человек способен одновременно оперировать не более чем 5—9 порциями информации (например, анализировать не более девяти гипотез о возможных действиях конкурента). Реальные ситуации требуют подчас одновременного учета десятков и даже сотен порций информации. Действенным средством преодоления указанного противоречия является овладение менеджерами методологией системного анализа и разработки «наилучших решений» на основе математических методов.

Качество решения в сложных ситуациях определяется знаниями, а также искусством, опытом и умением руководителя. Традиционно считалось, что управление — это не наука, а искусство и опыт. Да, в какой-то мере управление остается искусством и сегодня. Но теперь все чаще управленец или менеджер вынужден обращаться к научной теории, резонно полагая, что не грех «измерить гармонию алгеброй».

В прошлом, когда уровень энерговооруженности отдельного человека, предприятия был невелик, можно было позволить передавать опыт разработки решений, действуя по принципу «*делай как я*». Техническая революция конца XX века настолько повысила уровень энерговооруженности лиц, принимающих решения (ЛПР), и отдельных исполнителей, что ошибки от неверно принятых решений могли уже привести не только к разорению отдельного человека, но даже к глобальной катастрофе для человечества. Теперь экономическая и политическая ситуации требуют от современных менеджеров способности мыслить не-

Введение

традиционно, смело, но — обоснованно. Не слепое следование сложившимся стереотипам управления, а решительность и инициативность, помноженные на убедительность и доказательность, становятся сегодня главными приоритетами в управлении.

Действенным средством, дающим возможность на практике применять методы «поверки гармонии», является овладение руководителями всех уровней методологией системного анализа и принятия решений на основе математических методов. При этом ЛПР нуждается во всесторонней поддержке своей деятельности в ходе обоснования и принятия решений, причем сегодня, когда во всем мире осуществляется переход к информационному обществу, в роли интеллектуального помощника человека выступает ЭВМ. Методологической базой информатизации всех сторон жизни людей, в том числе и организационного управления, является информатика, *объектом* которой выступают *автоматизированные информационные системы (ЛИС)*, а *предметом* — *информационные технологии*. Общественные потребности в повышении эффективности управления различными человеко-машинными системами привели к созданию нового класса АИС — *систем поддержки принятия решений (СППР)*, получивших в последнее время значительное развитие. Можно сказать, что любая современная технология управления немыслима без АИС вообще и СППР — в частности.

Прежде всего следует уточнить, что означает термин технология. Чаще всего считают [62], что технология — это средство преобразования исходных объектов или предметов — будь то люди, информация или физические материалы — в искомые продукты и услуги; это сочетание квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов и соответствующих знаний, необходимых для осуществления желаемых преобразований в материалах, информации и людях. Наиболее значимым компонентом технологии, несомненно, является процесс, с помощью которого исходные материалы преобразуются в желаемый на выходе продукт. По сути технологии представляют способ, последовательность действий, которые позволяют осуществить такое преобразование. Поэтому в данном учебнике под технологией разработки решений будем понимать процесс преобразования имеющихся у менеджера сведений, данных, информации о возникшей перед ним проблеме или поставленной ему

задаче в точно сформулированное решение, в котором будет подробно указано, кому, что, когда, где и с помощью чего надлежит сделать.

Разумеется, в настоящее время невозможно представить себе технологию разработки решений без информационных технологий сбора, обобщения, анализа и преобразования исходных данных о проблеме или задаче в окончательное решение руководителя.

Чтобы наделить ЭВМ «интеллектуальными» способностями, необходимо реальную экономико-управленческую задачу заменить ее математическим аналогом, а опыт и интуицию руководителя подкрепить моделями его предпочтений. Именно эти вопросы составляют **предмет** математической теории разработки решений.

Математическая теория разработки решений в сложных ситуациях, которую часто коротко называют *теорией принятия решений (ТПР)*, занимается разработкой общих подходов и методов анализа ситуаций принятия решений. При помощи этих подходов и методов всю информацию о проблеме, включающую сведения о предпочтениях руководителя и его отношении к риску, а также суждения о возможных реакциях других субъектов на принятые им решения, используют для получения вывода о том, какой из вариантов решения является наилучшим.

Роль и место ТПР среди прикладных и математических дисциплин достаточно точно определены. Методологическую основу ТПР составляют *элементы научной базы системного подхода*. Концепция системы и принципы системного подхода реализуются в элементах научной базы системного анализа, который представляет собой совокупность практических методов и алгоритмов, позволяющих использовать теоретические концепции и главные идеи системного подхода в рамках социальных и технических проблем. Одной из таких проблем является проблема управления. Здесь системный подход и системный анализ составили теоретическую и элементную базу таких научных дисциплин, как *теория управления, разработка управленческого решения, информационные технологии управления*. В ходе уточнения постановок задач управления, в ходе выявления ряда специфических задач разработки решения в первую очередь потребовалось осмыслить роль ЛПР в принятии решения. Возникла потребность

уточнить эти обстоятельства в новой, более конкретной проблемной ситуации. В результате свое место среди рассматриваемых научных дисциплин заняла *теория принятия решений*. Элементами ее научной базы стали специфические аксиомы принятия решений в различных ситуациях, парадигма разработки решений на основе измерения и моделирования, принципы и законы социологии и психологии. В свою очередь, ТПР после уяснения существа главного вопроса — вопроса о *цели* предстоящей управленческой деятельности — потребовала активно развивать методы решения специальных задач исследования операций, в которых цель задается как экзогенный (внешний) фактор. В теории исследования операций сформулирован ряд специальных форм прикладных задач (так называемых канонических форм), что потребовало разработать прикладные методы их решения. В результате с исследованием операций стала активно развиваться прикладная математика.

Объектом исследования ТПР является *ситуация принятия решений* или так называемая *проблемная ситуация*. **Предметом исследования** выступают *общие закономерности* разработки решений в проблемных ситуациях, а также закономерности, присущие процессу моделирования основных элементов проблемной ситуации. **Основным назначением** ТПР является разработка для практики научно обоснованных *рекомендаций по организации и технологии построения процедур подготовки и принятия решений в сложных ситуациях с применением современных методов и средств*. В основе современной ТПР лежит **комплексная концепция** разработки решений. Суть ее состоит в том, что ЛПР (а при необходимости — и аппарат (персонал) поддержки его деятельности) содержательно анализирует возникшую проблему или поставленную перед ним задачу, а затем формулирует цель, достижение которой, по его мнению, снимет проблему или приведет к успешному решению задачи. Подробно разобравшись в существе цели и собственных предпочтениях, ЛПР формирует способы достижения цели и, наконец, принимает решение о том, какой из возможных способов, по его мнению, наилучший, то есть осуществляет обоснованный выбор.

Основная задача ТПР при этом состоит не в том, чтобы заменить человека в процессе разработки решения, а в том, чтобы помочь ему разобраться в существе сложных ситуаций. Кроме

того, ТПР вооружает руководителей всех рангов новым лозунгом обучения подчиненных. Ранее основным лозунгом обучения был принцип «делай как я». Теперь руководитель должен следовать иной методологии, имеющей своим лозунгом совершенно иное утверждение: «Держай! Но — будь осторожен! Так еще никто никогда не делал! Поэтому неоднократно убедись, что все верно!»

Большинство управленческих решений принимаются в условиях риска, что обусловлено рядом факторов. Среди них — отсутствие полной информации, наличие противоборствующих тенденций, элементы случайности и др. В подобных условиях возникает неясность и, как следствие, — неуверенность в получении ожидаемого конечного результата. Растет возможность появления дополнительных затрат и потерь. Все это как-то находит отражение в толковании слова «риск».

Практика показывает, что уже накоплено достаточно эмпирических знаний о том, как воспринимать и оценивать риск. Однако непосредственный опыт — это то, с чем неохотно расстаются практики, эгоистично полагая, что пусть и другие «почувствуют разницу» между умением и неумением. Что касается теоретических наработок, то здесь дело обстоит сложнее. В принципе, теоретические результаты никто не прячет. Однако, во-первых, эти результаты рассеяны по значительному числу достаточно специфических, а порой и редких изданий. А во-вторых, эти результаты относятся к частным аспектам системного анализа — теории принятия решений, эффективности, надежности и психологии (см. например [26, 53, 55, 69 и др.]). Следовательно, не каждый из рядовых менеджеров уже обладает столь фундаментальной научной подготовкой, чтобы сразу интерпретировать частные результаты, полученные в рамках «чистой науки», в конкретные рекомендации и технологии для практики. В то же время многим менеджерам остро недостает подобного опыта. Многим хотелось бы в короткий срок получить хотя бы и в адаптированном, обобщенном виде требуемые для практического менеджмента знания из рискологии. Главное — это научиться распознавать зыбкую грань между разумной предприимчивостью и безрассудством. Тогда, несомненно, у менеджеров возникнет новый импульс интереса — интерес к трансформации этих знаний в конкретные умения и навыки.

Понятие риска используется в целом ряде наук. Любая наука интересна содержащимися в ней идеями. Исследования по анализу риска можно найти в литературе по психологии, медицине, философии. Теория катастроф, например, применяет термин «риск» для описания аварий и стихийных бедствий. Право рассматривает риск в связи с правомерностью. При этом правомерность риска рассматривается как совокупность обстоятельств, при которых вероятность риска находится в пределах нормативного уровня. Для определенной сферы деятельности пороговые уровни свои и их превышение означает совершение правового нарушения. В каждой из упомянутых наук изучение риска основывается на предмете исследования данной науки и, естественно, опирается на собственные подходы и методы. Такое разнообразие направлений исследования риска вынужденное и объясняется многоаспектностью этого явления.

В России с расширением сферы экономической деятельности резко расширился и спектр рисков. Однако нашей экономике, во многом развивающейся за счет валютных поступлений и либерализации операций с иностранной валютой, в значительной степени стала свойственна опасность валютных рисков. За последний десяток лет рухнуло несколько банков, в том числе несколько крупных. Конечно, Российские банки сегодня оперируют с более широким кругом валют, чем на рубеже тысячелетий. Но доллар США все еще остается для нас весьма важной валютой. Единая европейская валюта также широко используется в торговле, но ее положение по отношению к другим мировым валютам пока неустойчивое. Итог — уже упомянутый нами перманентный валютный риск.

Итак, проблема риска в нашей стране достаточно созрела. Хотя в экономической сфере риск присутствует постоянно, широкой предпринимательской общественностью он изучен еще недостаточно. Многие склонны рассматривать риск как категорию из чистой практики. Но и в практической предпринимательской деятельности эта проблема у нас пока не нашла должного отражения. До сих пор нет общепринятого для практики толкования слова «предпринимательский риск». Нет у нас пока и фундаментальных работ, раскрывающих сущность и содержание этой категории как экономической. Как отмечает А. Альгин, перечень литературы о риске досадно беден. Дело ограничивает-

ся немногочисленными журнальными и газетными статьями преимущественно очеркового характера.

В зарубежной теории и практике достижения более значительные. При принятии управленческих решений теперь уже не считают необходимым обходиться одной интуицией для анализа и соизмерения риска и дохода. Применяют научные методы. Появились специалисты, применяющие эти методы профессионально. Со временем возникла необходимость в создании нового управленческого звена в менеджменте. Появляется, как минимум, новое должностное лицо — риск-менеджер. В его обязанности входит обеспечение снижения всех видов риска. Риск-менеджер вместе с соответствующими специалистами участвует в разработке рискованных решений, он должен быть «системщиком», стоять на позициях системного подхода в управлении. Он должен знать теоретические основы и математические методы принятия решений, методы и приемы практической психологии, обладать навыками делового общения и многими другими. В частности, такой специалист должен хорошо понимать, что люди обладают определенными, согласованными между собой представлениями о степени риска, связанного с использованием различных видов предпринимательской деятельности. Их оценка риска обусловлена множеством факторов как субъективного, так и объективного характера. В связи с этим перспективным является многокритериальный подход к оценке риска, в котором наряду с такими критериями, как «успех», «неудача», «доходы», «убытки», «вероятность» и т.п., присутствуют и другие критерии, отражающие многообразие и сложность принятия решений в условиях риска. Все эти критерии приходится учитывать при создании нормативных методов принятия решений. Применяются также специально организуемые социальные опросы и другие подобные им дескриптивные исследования. Однако с результатами подобных исследований и их интерпретацией следует обращаться очень аккуратно. Необходимо учитывать особенности реакции определенных категорий населения и отдельных лиц, а также помнить о том, что оценка риска, суждение о степени опасности бизнеса во многом зависят от формы задаваемых людям вопросов.

На формирование субъективных критериев риска большое влияние оказывают традиции культуры страны и стереотипы, формируемые средствами массовой информации. Сопостави-

Введение

тельный анализ особенностей восприятия риска в разных странах показал высокую согласованность оценок риска с использованием различных технологий, а наблюдаемые отличия в оценках легко объясняются социально-культурными особенностями стран. Это, в частности, также необходимо учитывать при организации дискуссий относительно приемлемости или целесообразности использования новых технологий, материалов, изменения взглядов на риск. Например, объективными исследованиями было установлено, что знания людей об уровнях смертности, обусловленной использованием современных технологий, часто слабо отражают реальное положение дел.

Это, в свою очередь, приводит к завышению оценок степени опасности одних явлений (стихийные бедствия, эксплуатация АЭС) и недооценке других (курение, активный отдых). Люди с более высоким образовательным и научным уровнем демонстрируют более адекватное представление о фактических уровнях опасности разных явлений. Анализ субъективного восприятия риска особенно важен в свете решения задач повышения общей культуры общества, эффективной пропаганды против социально опасных видов риска. На субъективное восприятие риска оказывают влияние такие факторы, как степень катастрофичности явлений, степень его привычности и добровольности, управляемость технологиями, контроль и управление последствиями, длительный скрытый период влияния или растянутость действия факторов во времени. Как правило, людям понятен риск, последствия которого растянуты во времени. Как учитывать фактор времени? Насколько он важен?

Выяснить это и многое другое можно, только если будет существенно расширен обмен теоретическими знаниями и практическим опытом. Такая работа уже ведется за рубежом. Достаточно сказать, что в рамках Международной Федерации Бухгалтерского учета (IFAC) Комитет Финансового и Управленческого учета (FMAC) систематически проводит исследования и публикует их результаты в виде официальных документов этой федерации. Существует также официальный сайт в сети Интернет. Из публикаций последних лет весьма интересным оказался документ, подготовленный от имени Международной Федерации Бухгалтерского учета группой по управлению глобальными рисками фирмы PricewaterhouseCoopers (PwC). В общем, по всему миру сегодня наблюдается бум риск-менеджмента.

ГЛАВА 1

Теоретические основы процесса разработки управленческих решений

1.1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЙ

В своей жизни каждый человек вынужден принимать решения. К этому его постоянно подталкивают либо личная неудовлетворенность своим внутренним или внешним положением, либо общественные потребности. В результате человеку время от времени приходится разрешать какие-то проблемы, стремиться достичь каких-то целей, решать какие-то задачи или выполнять конкретные работы. В некоторых случаях человек может сделать что-то сам, лично. Однако чаще его индивидуальных способностей и возможностей недостает. Тогда ему приходится вступать в отношения с другими людьми, договариваться о совместных усилиях и распределении обязанностей, прибегать к использованию техники, разнообразных ресурсов. Но в таком случае всем этим — людьми, техникой, ресурсами — нужно согласованно руководить, нацеливать их на получение каких-то определенных результатов в нужное время, направлять в нужные места и т.п. Другими словами, всем этим нужно **управлять**.

Но одинаковый ли смысл мы вкладываем в слово «управлять», когда речь идет об управлении деятельностью огромной организации, небольшого коллектива, об управлении автомобилем? Разумеется, нет. В каждом из представленных случаев речь идет о разных уровнях, функциях и объектах управления. Они настолько разнятся, что изучением указанных особенно-

стей управления занимаются разные науки. Прежде всего это, конечно, кибернетика. Она занимается общей теорией управления системами. В качестве ее прикладного раздела выступает теория управления организациями (сегодня часто говорят — менеджмент). Но и менеджмент делится по уровням иерархии управления. В результате с начала научно-технической революции активно развивается теория администрирования. С появлением автоматике как науки получила развитие теория автоматического управления (регулирования). На рис. 1.1 представлена диаграмма процессов управления организацией. Главный объект процесса, представленного на рис. 1.1, — управляемая организация, проводящая определенную общественно полезную деятельность. Руководит ею главный субъект организации — лицо, принимающее решения (ЛПР). Его главная функция — устранять (путем разработки решения и воплощения его на практике) постоянно возникающие внешние и внутренние проблемы.

Понятие проблемы является ключевым в управленческой деятельности. В теории принятия решений под **проблемой** понимают важный для ЛПР вопрос, порожденный в его сознании неудовлетворенностью чем-либо. Это может быть неудовлетворенность внешним окружением организации или ее внутренним состоянием. В понятие проблемы обычно включают также желание ЛПР и имеющиеся у него возможности устранить этот психологический дискомфорт. Другими словами, в теории управления и разработки решений полагают, что если у ЛПР нет желания или отсутствуют возможности устранить что-то, что вызывает его неудовлетворенность, то для него нет и проблемы.

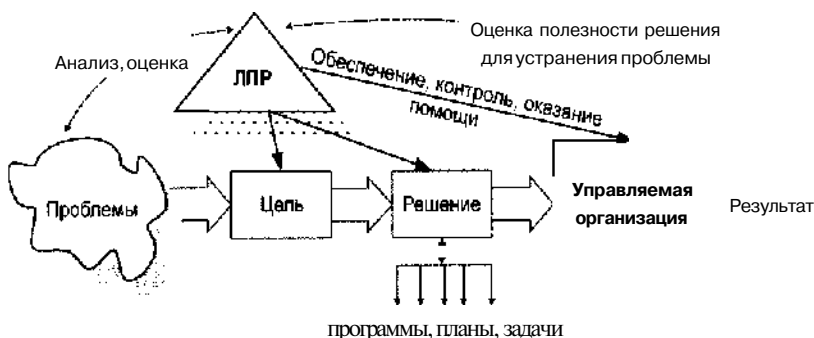


Рис. 1.1. Диаграмма процесса управления организацией

Вначале ЛПР воспринимает проблему на уровне ощущений. Постепенно, по мере осмысления этих ощущений и анализа возможных причин неудовлетворенности проблема приобретает более четкие формы. Наконец, ЛПР начинает воспринимать проблему как некое расхождение в его представлениях между тем, что оно желало бы иметь или достигнуть («желательное состояние»), и тем, что оно реально имеет в настоящий момент («действительное состояние»). У ЛПР рождается понимание **цели**, желаемого результата преобразующей деятельности. То есть того желаемого результата, достижение которого приводит, по мнению ЛПР, к устранению (разрешению) проблемы.

Таким образом, проблема — это начальный пункт во всякой управленческой деятельности, в разработке и принятии решений, а формулировка цели — первое формальное представление о направленности действий ЛПР. Постепенно, в ходе более детального анализа цель расчленяется на составляющие подцели. Затем подцели согласуют по стадиям развития логического процесса достижения цели, их «привязывают» ко времени и месту, к подчиненным ЛПР руководителям, исполнителям и объектам приложения усилий и таким образом трансформируют в совокупность **задач**. От того, будет ли решена вся совокупность задач, а также будут ли по всем решенным задачам достигнуты требуемые результаты, зависит степень достижения поставленной цели.

Когда перечень задач определен, ЛПР приступает к формированию замысла достижения цели, а также обобщенного облика всей целенаправленной деятельности организации по достижению цели. Так рождается операция. **Операция** — понятие в кибернетике и теории управления, используемое для обозначения любой целенаправленной деятельности, любого комплекса мероприятий, осуществляемых ЛПР, в интересах достижения намеченной цели. Именно в таком смысле это слово будет использоваться в данном учебнике.

Замысел операции ЛПР постепенно дорабатывает до решения на ее проведение. В ходе юридического оформления решение превращается в программы развития, в систему частных целей, планов, задач и критериев их выполнения. В своем решении ЛПР ставит задачи руководителям подразделений. После всего этого начинается процесс практической реализации принятого и доведенного до исполнителей решения.

Когда решение уже выполнено, а операция по устранению проблемы завершена, ЛПР оценивает полезность и фактическую эффективность этого решения. При этом во внимание принимается не только сам факт, но и степень устранения первоначальной проблемы. Результатом оценки фактической эффективности решения могут быть следующие выводы:

- проблема устранена полностью и ее разрешение не вызвало каких-то видимых отрицательных последствий;
- проблема устранена частично, но также не наблюдается отрицательных последствий;
- проблема устранена частично и при ее разрешении возникли некоторые новые затруднения;
- проблема не устранена, а реализация решения по ее устранению вызвала возникновение новых, значительных проблем.

Итак, до самого конца операции ЛПР и все участвовавшие в разрешении проблемы лица остаются в неведении относительно истинного успеха или неуспеха их деятельности. Только когда все закончится, ЛПР станет ясно, та ли проблема была выбрана для решения, правильно ли была сформулирована цель предстоящей операции и верно ли эта цель была разделена на задачи, в то ли время и тем ли исполнителям было поручено эти задачи решить и т.д.

В этом отношении работа руководителя подразделения (администратора) значительно проще, чем работа ЛПР. Прежде всего, подразделение предназначается для решения вполне определенных, присущих его специфике задач. Задачи руководителя подразделения поступают в готовом виде извне, от руководителя организации. Для решения задач руководителю подразделения ЛПР передает в распоряжение определенные ресурсы. После уяснения задачи руководитель подразделения принимает решение на ее выполнение и планирует действия конкретных исполнителей — составляет план. В решении и плане отражаются особенности того, кто, когда, где, каким наилучшим способом и с помощью чего будет решать задачу в конкретных условиях обстановки. Если поставленная задача не требует для ее решения значительной доли имеющихся ресурсов, то ЛПР делегирует руководителю подразделения полномочия действовать более самостоятельно. Однако, чтобы распорядиться значительной их частью или всем ресурсом, руководитель подразделения должен

согласовать свои решения и будущие действия с ЛПР, руководителем организации. При этом для доказательства верности собственных решений, для повышения убедительности своих доводов и предложений руководитель подразделения использует измеримые результаты и критерии для оценки эффективности операции. После завершения операции и получения фактических результатов руководитель подразделения докладывает ЛПР результаты оценки фактической эффективности решенной им задачи.

На рис. 1.2 представлена диаграмма процесса управления подразделением. Примерно по такой же схеме, которая изображена на рис. 1.2, происходит процесс выполнения конкретного задания (работы) конкретным исполнителем (работником).

Однако здесь есть отличия. Прежде всего, это разница в масштабе решения. Исполнитель уясняет суть задания и выбирает для его исполнения один из известных и хорошо отработанных им приемов выполнения работы. Набор таких приемов, как правило, невелик, ресурсы на выполнение каждого приема строго дозированы, поэтому решение о том, как выполнить задание, по сути, не принимается, а как бы мгновенно рождается: умения и навыки исполнителя сразу подсказывают ему, что и как лучше сделать в данной ситуации. Обычно не требуется специального составления какого-то плана, да и жизнь часто не позволяет такую «роскошь». Вопрос о том, какой и когда применить прием, исполнитель решает на месте в момент выполнения задания. Эти же особенности не требуют от исполнителя оценивать эффективность исполнения задания.

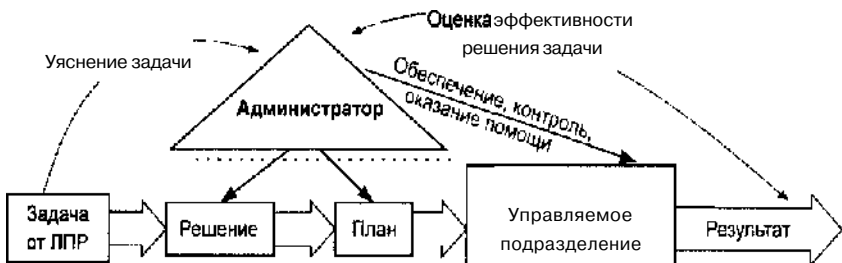


Рис. 1.2. Диаграмма процесса управления подразделением

Уровень качества работы полностью определяется качеством работника, а следовательно, ответственность за качество или эффективность выполнения задания полностью лежит на администраторе, который назначил именно этого исполнителя на выполнение именно этого задания.

Учитывая сказанное, в дальнейшем везде под лицом, принимающим решения, будем понимать индивида, который с полной ответственностью постоянно занимается устранением возникающих в организации проблем или постоянно занимается решением задач в интересах всей организации. При этом **ЛПР** имеет право распоряжаться всеми или значительной частью ресурсов организации и принимать обоснованные решения на их задействование, имеет право назначать исполнителей на выполнение заданий и обязано обеспечивать подчиненных ему руководителей и исполнителей ресурсами, контролировать их работу, оказывать им помощь при необходимости.

Будем также полагать, что только ЛПР может суверенно пользоваться положительными результатами от решения проблемы или задачи, а также поощрять исполнителей за их работу. В то же время будем считать, что именно на ЛПР ложится и вся тяжесть ответственности за неуспех, неудачу, за напрасные расходы или неразумно использованные средства. Наконец, учитывая сложившуюся практику управления, будем иметь в виду, что в качестве ЛПР может выступать не только отдельный индивид, но и группа заинтересованных лиц, и какой-то коллективный аппарат управления (например, совет директоров холдинга).

Из методических соображений и для полноты изложения на рис. 1.3 представлена диаграмма процесса автоматического управления работой механизма. Видно, что автоматический регулятор никаких «решений» не принимает, а лишь выполняет

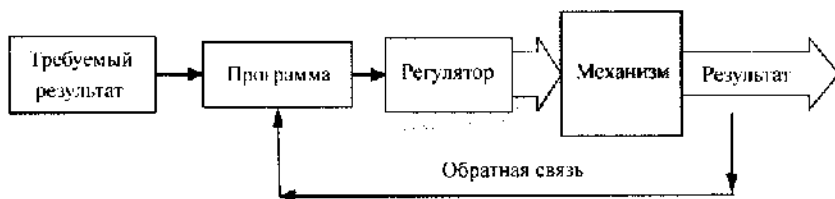


Рис. 1.3. Диаграмма процесса автоматического управления работой механизма

предписанную программу отработки требуемого результата. Для отслеживания этой цели автомат снабжен обратной связью. Автомат не способен ни на какие «осознанные выборы», он принципиально не может породить никаких управляющих воздействий, кроме тех, которые предусмотрены заложенной в него программой. Если мы захотим изменить совокупность управляющих воздействий автомата, нам придется пересмотреть его программу. Поэтому в рамках данного учебника, который посвящен проблемам управления и разработки решений, вопросы теории автоматического управления обсуждаться не будут.

Итак, мы уже получили некоторое представление о том, в каком смысле нами будет использоваться слово «управление», а также о том, что общего и в чем отличается управленческая деятельность ЛПР разного масштаба. Теперь необходимо получить некоторые представления о методологии управления и разработки решений. С этой целью обратимся к системному подходу как прикладной форме закона о всеобщей связи и взаимной обусловленности явлений материального мира.

Согласно сложившимся к настоящему времени научным представлениям [66], разработку решений по управлению сложными системами или в сложных ситуациях целесообразно проводить *на трех системных уровнях*, концептуальном, операциональном и элементном.

Концептуальный уровень — это уровень оценки полезности и деятельности всей организации в целом. Такая оценка выносится на основе использования наиболее общей информации. Элементный уровень оперирует самой подробной и точной информацией. Последовательное привлечение все более подробной и точной информации позволяет экономить усилия при решении задачи, сделать сам поиск весьма оперативным. Подобная схема исследования распространена на практике. Например, по этой схеме лучше всего действовать, если нужно отыскать координаты какого-то города на карте мира. Для этого вначале следует привлечь наиболее общую информацию о том, какому государству этот город принадлежит и на каком континенте это государство находится. Затем, открыв карту континента и найдя на ней нужное государство, привлекают информацию о том, в каком регионе государства этот город расположен. И, наконец, воспользовавшись наиболее подробной информацией о том, в какой части региона этот город находится, какие еще населенные

пункты и заметные объекты рядом с ним расположены, окончательно определяют его координаты.

Именно так целесообразно поступать и при разработке решений по управлению организацией или выполнению поставленных задач. Вначале ЛПР использует самую общую информацию о существе проблемы, истории ее появления и развития. На ее основе анализируют проблемы (или задачи) содержательно и оценивают их информационную обеспеченность, делают наиболее общие выводы об их приоритетах, выбирают наиболее актуальные проблемы для решения. На этом уровне исследования оперируют качественными суждениями и оценками, неформальным, эвристическим анализом, творчески «перерабатывают» ощущения и ожидания ЛПР в формулировки для цели и основных направлений ее достижения. Таким образом, используемый методический аппарат концептуального уровня разработки решений — самый общий, на уровне методологии и отдельных методов. Главная цель концептуального обоснования решений — установить возможные и перспективные направления будущей деятельности по устранению проблем, наметить общую последовательность действий. На основе принципа разделения труда на концептуальном уровне разработки решений формируют общие цели и задачи деятельности подчиненных подразделений, входящих в организацию. Эти цели и задачи для подразделений расчлняют процесс разрешения проблемы организации по этапам и целевым результатам, по объектам приложения усилий, по месту и времени. В итоге на концептуальном уровне вырисовывается общий замысел решения проблемы или задачи.

Ошибки, допущенные в управлении на концептуальном уровне, не могут быть устранены никакими последующими действиями. Эти ошибки могут привести к закрытию организации или срыву в выполнении задачи. По этой причине концептуальный уровень можно по праву именовать уровнем стратегического обоснования решений.

На *операциональном уровне* подробно исследуют контекст, содержание операции по достижению намеченных целей, определяют «порядок движения» к цели в выбранном концептуальном направлении. Главная задача операционального уровня — планирование операции. Для этого обычно строят модель операции, оценивают влияние объективных и субъективных факто-

ров, определяющих ее ход и исход, генерируют альтернативы и на основе оценки эффективности принимают решение относительно того, какую из альтернатив следует считать наилучшим способом достижения цели. Степень обобщения факторов, учитываемых руководителем на операциональном уровне разработки решений, ниже, чем на концептуальном. Информация, используемая для принятия решения на операциональном уровне управления, более подробная. Теперь она описывает не только общие закономерности, но и технологические особенности плана проведения операции и характеристики качества исполнительных звеньев на элементном уровне, и отдельные особенности системы предпочтений руководителей разного ранга. Методологический аппарат обоснования решений на операциональном уровне — это способы и конкретные технологии. Операциональный уровень можно по праву именовать уровнем тактического обоснования решений.

Элементный уровень — это уровень исполнительных звеньев. Здесь оценивают качество исполнителей и ресурсов.

В обобщенном виде характеристики целей и задач трех общесистемных уровней управления и разработки решений, а также информация об используемом на этих уровнях методическом аппарате представлены в табл. 1.1.

Как организационные единицы исполнительные звенья обладают определенным качеством, а входящие в них исполнители — вполне реальными профессиональными характеристиками: знаниями, умениями, навыками, опытом и др. Это во многом характеризует их способность выполнять те или иные задания. Для того чтобы исполнитель как можно более эффективно реализовал свои качества, мало создать для него объективно необходимые условия. Исполнитель должен сам захотеть совершить поступок, которого от него ждут, — выполнить порученную ему работу творчески, быстро, качественно. И в этом принципиальное отличие в руководстве людьми по сравнению с руководством техникой, машинами. Если машина исправна и работоспособна, то для того, чтобы она выполнила какую-то работу, исполнила какую-то функцию, достаточно воздействовать на органы управления или запустить управляющую программу. Машина отработает именно эту программу, и никакую другую.

Для человека, даже если он обучен, подготовлен и ожидает указания, далеко не все так просто. Чтобы человек что-то сделал, он должен совершить поступок в том смысле, что сам, вполне осмысленно, придет к убеждению, что если он выполнит что-то, то ему будет только лучше.

Т а б л и ц а

**Характеристики основных системных уровней
управления и разработки решений**

Системный уровень управления и разработки решений	Основная функция, цели и задачи управления и разработки решений на рассматриваемом уровне	Рекомендуемый методический аппарат для разработки решений на рассматриваемом уровне
Концептуальный	Анализ проблем, выбор проблемы для решения, формирование цели и общего замысла ее достижения	Научные и эвристические методы
Операциональный	Оценка эффективности и принятие решения на операцию в рамках намеченной цели, постановка задач исполнителям	Научные и эвристические способы (технологии)
Элементный	Выбор технологического приема, обеспечивающего наиболее выгодное решение поставленной задачи	Научные и эвристические приемы

Другими словами, человек всегда сам принимает решение о том, сделать или не сделать что-то, а также — сделать это так или иначе. Решение исполнителя всегда основывается на его личных мотивах и представлениях. Эти представления конкретного человека касаются его личных суждений о хорошем и плохом, о достойном и недостойном, о приличном и неприличном, о выгодном или невыгодном, об опасном и неопасном и т.п. И руководитель может добиться от исполнителя, чтобы тот что-то сделал лишь тремя *методами мотивации*: убедить, принудить (заставить) или договориться.

Результаты поступка человека, проявляющиеся в виде реакции на отданное ему распоряжение, неопределенные. Все зависит от **того**, что это за распоряжение (как его исполнение и неисполнение соотносятся с системой предпочтений исполните-

ля), в каких условиях оно отдано, как мотивирован исполнитель лицом, принимающим решения, и т.п. Многочисленные наблюдения показывают [46, 63], что значительную роль играет то, какой метод мотивации (или какую совокупность методов мотивации) выберет ЛПР. Перечисленные концептуальные различия в механизмах получения результата от машины и от человека схематично отражены на рис. 1.4.

На рис. 1.4 а показано, что результат отработки управляющего воздействия механизмом вполне определен, однозначно связан с самой командой, а рис. 1.4 б демонстрирует неоднозначность такой связи: одно и то же распоряжение, отданное человеку, может привести к различным результатам, в частности, в зависимости от того, какой метод мотивации применило ЛПР. Оказывается, что если человека убедить, то результат его поступка будет даже лучше того, какого от него ждали. Если же человека прину-

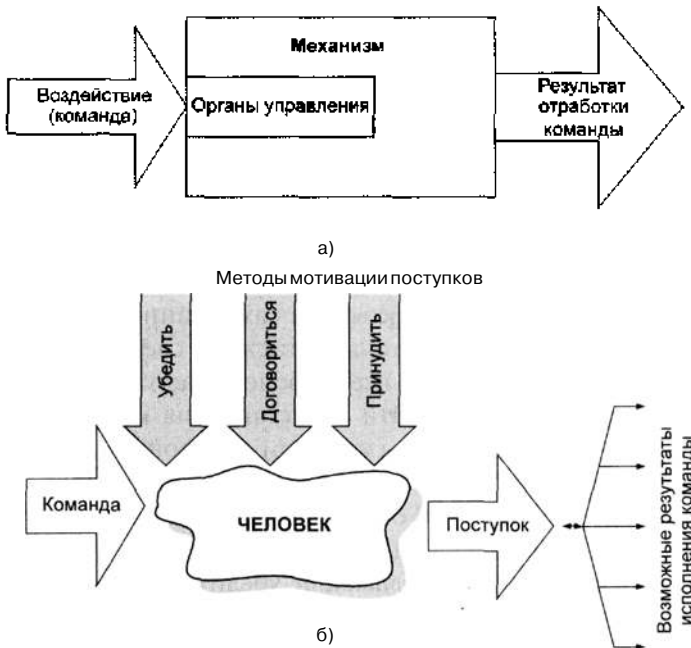


Рис. 1.4. Концептуальные различия в механизмах получения результата от механизма и от человека:

а — управление механизмом; б — управление человеком

ждать, то результат может оказаться значительно хуже ожидаемого. В том случае, когда человек сам не убежден в том, что ему следует что-то сделать, чего от него хотят, и этого человека никак нельзя принудить, остается единственный, компромиссный способ — постараться договориться о совместных действиях.

Мотивация — это процесс побуждения себя и других к деятельности для достижения личных целей или целей организации. То, какой метод мотивации будет выбран, существенно повлияет на результаты исполнения задания. Поэтому кратко проанализируем механизм побуждения ЛПР других сделать что-то самым лучшим для него образом. Влияние тех или иных конкретных обстоятельств в жизни человека на его поведение не равнозначно. На первом месте перед субъектом всегда стоят обстоятельства, которые определяют физиологические потребности человека. Другими словами, для любого субъекта, что бы он ни говорил, на первом месте всегда стоит необходимость удовлетворить потребности в пище, одежде, жилище, оградить себя и своих близких от болезней и опасностей. Однако на удовлетворении этих «первичных» потребностей человек не останавливается. Обычно любой субъект стремится после удовлетворения «первичных» потребностей добиться сочувствия, привязанности, понимания со стороны других, уважения, которое придаст ему чувство гордости, некий внутренний стержень. До сих пор нет одной всеми принятой идентификации потребностей. Однако большинство психологов соглашаются с тем, что потребности, в принципе, можно классифицировать на первичные и вторичные. Еще в 40-х годах XX века А. Маслоу [62] разработал так называемую иерархию потребностей и указал, что перечисленные первичные потребности человека (в пище, одежде, убежище от опасностей или врагов; потребности в обеспечении жизненных условий для своей семьи) заложены в нем генетически и являются ведущими в его поведении. Вторичные потребности возникают и обычно осознаются с опытом. Он выделил в качестве вторичных потребностей стремление субъекта к обеспечению для себя уважения, определенного социального статуса, к обеспечению лидерства, возможности самовыражения и др. Эти потребности развиваются в субъекте под действием природного честолюбия, заставляют его проявлять авантюризм. При этом, поскольку природные наклонности и опыт у разных людей различны, то и вторичные потребности людей различаются в боль-

шей степени, чем первичные, генетические. Зная это, опытные руководители воплощают свои решения в дела, применяя на практике основные принципы мотивации.

Когда потребность ощущается человеком, она пробуждает в нем состояние устремленности. Побуждение — это ощущение недостатка в чем-либо, имеющее определенную направленность. Оно является поведенческим проявлением потребности и сконцентрировано на достижении цели. Цель в этом смысле — это нечто, что осознается как средство удовлетворения потребности. Когда человек достигает такой цели, его потребность оказывается удовлетворенной либо частично удовлетворенной. На рис. 1.5 представлена упрощенная модель мотивации поведения через потребности.

Для побуждения людей к эффективной деятельности часто применяют вознаграждения. Слово «вознаграждение» имеет более широкий смысл в разговоре о мотивации, чем просто деньги или удовольствия. Вознаграждение — это все, что человек считает ценным для себя. Но понятие ценности у людей различно, а следовательно, различна оценка вознаграждения и его относительной ценности. Внутреннее вознаграждение дает сама работа (чувство достижения результата, значимости работы, самоуважение, дружба и общение, возникающие в процессе работы, и т.п.). Внешнее вознаграждение дается организацией (зарплата, продвижение по службе, символы служебного статуса и престижа, дополнительные выплаты и т.п.). Потребность в самовыражении (потребности в реализации своих потенциальных возможностей и росте как личности) никогда не может быть полностью удовлетворена. Поэтому и процесс мотивации через потребности бесконечен.

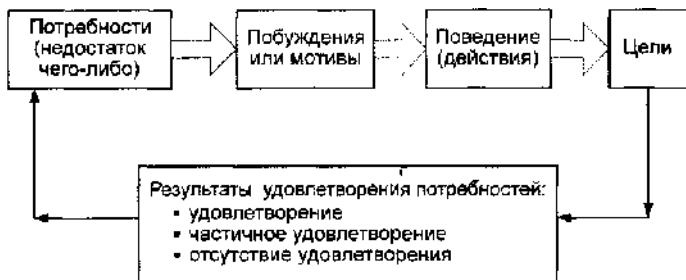


Рис. 1.5. Упрощенная модель мотивации поведения через потребности

1.2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА СКЛАДЫВАЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКИ

«Современная теория принятия решений...». Эти слова часто мелькают на страницах прессы, звучат по радио и с экранов телевизоров. Эти слова охотно употребляют политики, экономисты, социологи. Но что за ними скрывается? Когда эта теория стала, так сказать, «современной»? Чем принципиально ее содержание отличается от традиционной («несовременной») системы взглядов на процесс принятия решений? Не менее важны, на наш взгляд, ответы и на другие вопросы: как рационально, на научной основе подойти к разработке решений? как в общетеоретическом смысле выглядят основные задачи принятия решений? каковы основные концепции и принципы современного подхода к разработке решений?

Дать, а главное — понять ответы на поставленные вопросы невозможно, не вспомнив основной перечень задач управления вообще, не обозначив семантическую сущность основных понятий и определений, используемых в экономике и теории принятия решений.

Порядок работы руководителя при разработке решений

Действия персонала организации не могут проходить стихийно. Персонал объективно нуждается в том, чтобы его действия организовывались, согласовывались, координировались, а совместные усилия направлялись на достижение цели. Основная цель управления состоит в том, чтобы обеспечить максимальную эффективность деятельности предприятий, фирм, организаций.

Сущность управления деятельностью предприятия и персонала заключается в целенаправленной деятельности руководителей, менеджеров, по подготовке к проведению экономических (финансовых) операций и руководству при выполнении поставленных задач. Содержание управления составляет совокупность мероприятий (задач управления), которые охватывают деятельность руководителей, менеджеров и служб всех степеней по управлению персоналом фирмы в целях подготовки к определенным действиям.

Основными функциями процесса управления являются:

- непрерывное получение, сбор, изучение, анализ и обобщение данных об обстановке;
- своевременное принятие решения на организацию и ведение экономических операций;
- постановка задач подчиненным;
- > • планирование мероприятий;
- организация и поддержание взаимодействия между «дружественными» фирмами;
- организация и проведение мероприятий по улучшению системы управления организации;
- постоянный контроль за правильным уяснением и выполнением подчиненными организациями поставленных задач, а при необходимости — своевременное оказание помощи;
- проведение других мероприятий, необходимость которых определяется обстановкой.

Решение руководителя объединяет в единое целое цель экономических действий, необходимые для ее достижения силы и средства, мероприятия по организации системы управления. Оно является основой управления в экономике.

А что составляет основу самого решения? Основу решения на решение экономической задачи составляют знания закономерностей и принципов менеджмента, а также правильное уяснение полученной задачи и верная оценка обстановки. Эффективность решения будет выше, если оно не шаблонно, а является результатом объединения творческого мышления и воли руководителя, если оно подкреплено соответствующими математическими расчетами.

Общая схема, иллюстрирующая порядок работы руководителя при *разработке* решения на проведение экономической операции и организацию его выполнения, представлена на рис. 1.6.

Уяснение задачи — начальный этап работы руководителя, направленный на глубокое понимание цели предстоящих финансовых операций; замысла вышестоящего руководителя, содержания и особенностей полученной задачи; роли своего предприятия (подразделения) в выполнении общей задачи, поставленной вышестоящим руководством; задач «дружественных» фирм, порядка и способов взаимодействия с ними; учет задач, решаемых силами и средствами вышестоящего руководства в

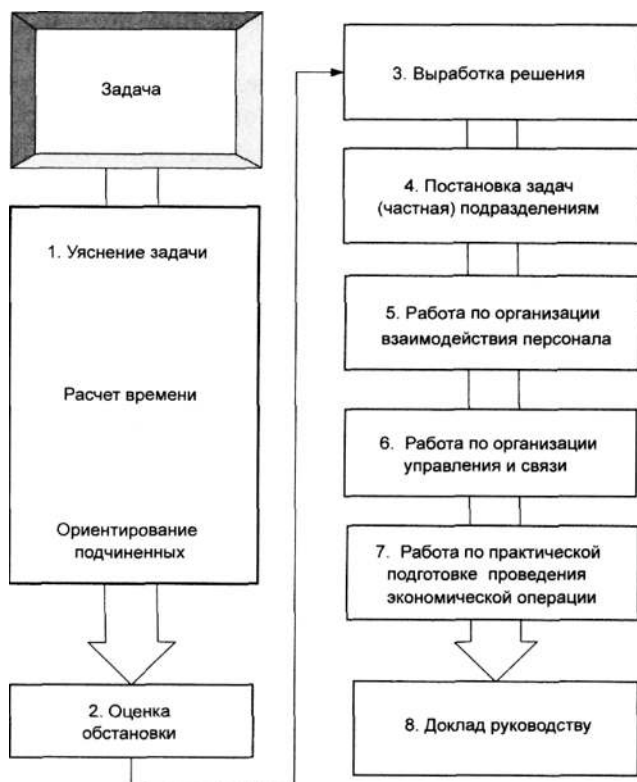


Рис. 1.6. Общая схема работы руководителя при разработке решения и организации его выполнения

интересах предприятия (подразделения), срока готовности к выполнению задачи. Изменение обстановки также является побудительным мотивом для уточнения или уяснения текущих и будущих задач.

Понять замысел вышестоящего руководителя (менеджера), например, на предстоящее повышение цены на выпускаемую продукцию — это значит уяснить, какие именно продукты, где и в какой последовательности необходимо рассмотреть из всей номенклатуры изделий, выпускаемых предприятием. Кроме того, необходимо понять, на какие наименования продукции будет повышена цена в первую очередь, а на какие — цена повысится в последнюю очередь, к каким социальным последствиям при-

ведет повышение цен, какую прибыль при этом будет иметь предприятие и т.д.

Таким образом, при уяснении цели предстоящих действий руководитель должен понять, какого конечного результата должно достигнуть его предприятие (подразделение). В результате уяснения полученной задачи руководитель делает для себя необходимые выводы.

Уяснив задачу, руководитель производит расчет времени, то есть распределяет время, имеющееся в его распоряжении, на подготовку к предстоящим действиям персонала, на планирование и доведение задач до подчиненных. Целью расчета является выделение максимально возможного времени для практической подготовки к предстоящим действиям персонала фирмы. Расчет времени осуществляется лично руководителем или его заместителем. Проведя расчет времени, руководитель ориентирует подчиненных на предстоящие действия на практическую деятельность персонала предприятия.

Оперативное ориентирование руководитель проводит, как правило, лично, для того чтобы сообщить менеджеру (персоналу) информацию об обстановке, предстоящих действиях, об организации наблюдения, времени и порядке работы, подготовке данных для принятия решения и другую информацию, позволяющую им правильно уяснить обстановку и подготовиться к выполнению задач.

После ориентирования подчиненных и организации работы должностных лиц руководитель немедленно приступает к оценке обстановки. Оценка обстановки (этап 2 на рис. 1.6) — это всестороннее изучение и анализ факторов, влияющих на выполнение поставленных задач. В результате выявляются условия и факторы, способствующие и препятствующие успешному выполнению поставленных задач. В целом, оценка обстановки проводится по следующим элементам: конкурент, свой персонал, район места действий или сегмент рынка, время.

Оценивая конкурента, руководитель обязан уяснить и определить состав, состояние, положение и возможный характер его действий; его сильные и слабые стороны; вероятную направленность его действий.

При оценке своего персонала руководитель анализирует интеллектуальный потенциал, готовность к выполнению поставленных задач, укомплектованность персонала средствами орга-

низационной техники, связи и т.д. Это позволяет ему правильно определить возможности для выполнения поставленных задач, наиболее эффективные способы действий. На основе сделанных выводов руководитель устанавливает задачи своим подразделениям и подчиненным, оценивает состояние управления, уровень готовности персонала к предстоящим действиям.

Помимо этого руководитель оценивает влияние действий конкурентов на выполнение задачи своими подразделениями. При оценке времени руководитель определяет время на выполнение конкретных мероприятий при подготовке к проведению необходимых действий. Процесс оценки отдельных элементов обстановки может повторяться по мере поступления новой информации, влияя на решение в целом или на его отдельные элементы.

На основе оценки конкурента и своего персонала определяется количественно-качественное соотношение сил и средств сторон. От руководителя требуется глубокое понимание обстановки и умение выделять те ключевые факторы, которые обеспечивают принятие наилучшего для данной ситуации решения.

Оценив, таким образом, последовательно все элементы обстановки и сделав по каждому из них частные выводы, руководитель затем делает общий вывод о степени влияния сложившейся обстановки на достижение поставленной цели. В выводах из оценки конкурента и своего персонала руководитель уже намечает отдельные элементы замысла действий, возможные способы достижения цели и направления сосредоточения основных усилий. Окончательные выводы из уяснения задачи и оценки обстановки позволяют руководителю сформировать несколько наиболее перспективных вариантов решения на предстоящие действия и затем выбрать наиболее целесообразный путь выполнения поставленной задачи — принять решение.

Обоснование и принятие решения (этап 3 рис. 1.6) руководитель осуществляет на основе уяснения полученной задачи, оценки обстановки и проведенных расчетов. В решении руководитель дает ответ на основные вопросы, составляющие содержание решения:

- замысел действий;
- предварительные задачи предприятиям (подразделениям);
- > основы организации взаимодействия между фирмами и подразделениями;
- основы организации обеспечения;
- основы организации управления и коммуникаций.

Замысел — это представление руководителя о ходе предстоящих действий до их начала. В замысле обычно указываются цель действий и способ ее достижения, направления сосредоточения основных и других усилий, основные и другие задачи, способы достижения основных и других задач. При разработке замысла участвующие в работе лица высказывают свое мнение и вносят предложения, а также дают необходимые справки. Руководители подразделений должны быть готовы по требованию руководителя предприятия доложить дополнительные данные и расчеты по своим службам и персоналу.

Далее руководитель приступает к определению предварительных задач. Определив предварительные задачи подчиненным и подразделениям, руководитель определяет основы организации взаимодействия. Сущность взаимодействия подразделений при проведении экономической операции заключается в согласовании по целям, задачам, месту, времени и способам выполнения задач действий персонала для достижения цели.

После определения основ организации взаимодействия руководитель приступает к определению основ организации обеспечения действий. Определив все элементы решения, руководитель приказывает своему заместителю оформить решение к установленному сроку. Затем решение (замысел решения) докладывается вышестоящему руководству. Утвержденное старшим руководителем решение объявляется соответствующим должностным лицам обычно с указанием цели предстоящих действий и выводов из оценки обстановки. Решение оформляется в виде распоряжения по предприятию, фирме.

На основе решения руководителя его заместители и менеджеры осуществляют планирование необходимых действий. При этом разрабатывают приказ (распоряжение).

Организаторская работа руководителя и аппарата управления (этапы 4—7 на рис. 1.6) сводится к организации исполнения решения, его материальному воплощению в действиях персонала предприятия.

Постановка задач (этап 4 на рис. 1.6) подчиненным подразделениям является одной из важнейших функций руководителя и других органов управления при организации и ведении необходимых действий. Способы доведения задач определяются заместителем руководителя и главным менеджером. Для постановки задач на операцию разрабатываются:

- оперативные директивы (приказы);
- директивы (приказы) по обеспечению экономической операции;
- распоряжения подчиненным подразделениям и персоналу.

Во всех случаях точность, четкость и своевременность доведения распоряжений до подчиненных являются важнейшими условиями успешного их выполнения.

Работа по организации взаимодействия персонала (этап 5 рис. 1.6) состоит в согласовании действий персонала по целям, задачам, месту, времени и способам выполнения поставленных задач. Взаимодействие осуществляется непрерывно, а при нарушении немедленно восстанавливается. Разрабатывается план (таблица) взаимодействия. Практические вопросы взаимодействия отрабатываются с подчиненным персоналом в повседневной деятельности предприятия.

Работа по организации управления и коммуникаций (этап 6 рис. 1.6) заключается в определении мест расположения группы управления, действий, распределения должностных лиц по местам управления, места нахождения руководителя мероприятия по восстановлению нарушенного управления и коммуникаций.

После постановки задач и организации взаимодействия главной задачей руководителя (менеджера) является практическая работа по организации выполнения поставленных задач и всех намеченных подготовительных мероприятий (этап 7 рис. 1.6). Эта работа проводится путем организации действенного контроля за правильным уяснением, своевременным и точным выполнением отданных распоряжений и оказания непосредственной помощи менеджерам и специалистам на местах. Как правило, контроль должен носить упреждающий характер.

В первую очередь контролируются:

- готовность персонала управления;
- >• своевременность получения подчиненными соответствующих распоряжений;
- знание и правильное понимание поставленных задач;
- соответствие принятых подчиненными решений замыслу и поставленным задачам.

Для окончательного выбора и полного убеждения в правильности выбранного решения руководитель использует прежде всего личный опыт, проверяет выбранное решение по критериям логичности, оригинальности, соответствия положениям тео-

рии, историческому опыту. Рациональность и обоснованность решения оцениваются критериями, которые могут иметь либо качественные, либо количественные шкалы.

Основные термины и определения теории принятия решений

В данном учебнике будем использовать и придерживаться смысла следующих основных понятий: управление, ЛПР, проблема или задача (управления), решение, цель (управления, деятельности), операция (кибернетическая), альтернатива, активные ресурсы, результат, модель, условия (разработки решений).

Обращаем внимание на то, что эти основные понятия следует воспринимать только как термины, а не как строгие определения. Причин тому как минимум две.

Во-первых, для некоторых категорий ТПР просто нет строгих определений. Во-вторых, любое определение всегда достаточно косно, а ТПР — динамическая, бурно развивающаяся наука, которая постоянно пересматривает свой понятийный и методический аппарат. Следовательно, нет необходимости учить наизусть те слова, посредством которых мы будем толковать смысл основных понятий, однако обязательно следует глубоко проникнуться теми мыслями и образами, которые за этими словами стоят, уметь их интерпретировать.

Управление. Как уже отмечалось, решение *проблемы*, стоящей перед *ЛПР*, возможно только путем направления и задействования *активных ресурсов* для исполнения конкретных заданий или работ. Ничто само по себе не делается. Людям, принимающим участие в *операции*, нужно указать, где, когда, что и с помощью чего сделать, каковы требования к качеству выполняемых заданий или работ, каковы допустимые отклонения от намеченных заданий и при каких форс-мажорных обстоятельствах следует принять экстренные меры, каковы эти меры и пр. Все это объединяется одним понятием — управление. Управлять — это значит направлять кого-либо или что-либо к намеченной цели для достижения желаемого *результата*.

Главное требование к качеству управления — его непрерывность. Ошибочно представление о том, что все само собой делается — это опасное заблуждение! Оно сродни представлению о

том, что при поездке на автомобиле можно на длительное время бросить руль. Любое дело, как и автомобиль, без управления может двигаться только в одном направлении — под откос! Помимо непрерывности есть и ряд других требований к управлению, например, требование определенной свободы («люфта») в действиях исполнителей, требование устойчивости и гибкости (означающее, что в случае необходимости можно провести корректировки ранее намеченного плана с минимальными потерями), оперативности, оптимальности и некоторые другие.

Решение. Обычно одну и ту же задачу можно решить разными способами. Однако качество исхода *операции*, то есть значения ее *результатов*, зависит не только от качества *активных ресурсов* и *условий* их применения, но и от качества способа задействования этих ресурсов в этих условиях. В связи с этим в данном учебнике слово «решение» чаще всего будет интерпретироваться как *наилучший способ* разрешения проблемы, стоящей перед ЛПР, как наиболее предпочтительный способ достижения намеченной ЛПР цели. Следовательно, значение слова «решение» в нашем случае будет несколько отличаться от того значения, которое ему приписывается, например, в математике, когда говорят о решении математической задачи.

В математике правильное решение правильно поставленной задачи всегда одно и то же, независимо от того, кто и в каких условиях эту задачу решает. Математическое решение всегда объективно. В отличие от него решение проблемы — субъективно, так как разные ЛПР могут выбрать разные, понравившиеся именно им способы разрешения проблемы. Да к тому же условия решения проблемы накладывают существенный отпечаток на выбор ЛПР: одно и то же ЛПР в разных условиях может предпочесть в общем случае неодинаковый способ устранения *проблемы*.

Цель. Формализованное описание того желаемого состояния, достижение которого отождествляется в сознании ЛПР с решением *проблемы* или *задачи*. Цель описывается в виде *требуемого результата*.

Альтернатива. Это условное наименование какого-то из возможных (допустимых в соответствии с законами природы и *предпочтениями ЛПР*) способов достижения цели. Каждая отдельная альтернатива отличается от других способов решения

проблемы последовательностью и приемами задействования *активных ресурсов*, то есть специфическим набором указаний, кому, что, где с помощью чего и к какому сроку сделать.

Активные ресурсы. Это все то, что может быть использовано ЛПР для решения проблемы. Главными из активных ресурсов всегда будем считать людей, время, финансы (деньги) и расходные материалы, имеющиеся в распоряжении ЛПР.

Результат. Под результатом будем понимать специальную форму описания наиболее важных для ЛПР характеристик исхода *операции*. При исследовании операции степень предпочтительности (или, наоборот, не предпочтительности) ее результатов представляют в наиболее подходящей для этого шкале: *числовой, количественной или качественной*.

Пусть, например, в качестве исходов финансовой операции рассматривают «победу» и «поражение». В таком случае можно будет измерять результаты операции, например или в количествах реализованной прибыли, приобретенных акций и других ценных бумаг (количественная шкала), или в отношении интенсивности проявления исхода, например «грандиозная победа», «незначительное поражение», «значительное поражение» (качественная шкала), или в отношении порядка следования исходов — первая победа, вторая победа, третья победа (числовая шкала). Тип шкалы выбирается в зависимости от цели измерения результатов; об этом более подробно будет сказано позже.

Модель. Реальный мир сложен и многообразен. Для его изучения или познания требуется много творческих усилий и времени. Вместе с тем для разработки решений часто ЛПР достаточно знать в изучаемом объекте или явлении не все, а лишь существенные свойства, особенности, закономерности, важные для решения *проблемы*. В целях экономии *активных ресурсов*, прежде всего времени, было изобретено моделирование. Это специальный подход к изучению реальной действительности, когда ЛПР отбрасывает излишне подробные детали изучаемого объекта или явления, оставляет лишь наиболее существенные его черты. Нужно только требовать и следить, чтобы такое упрощение не было огульным. Важно, чтобы по результатам изучения оставшихся после упрощения фрагментов облика, фрагментов свойств и связей можно было бы сделать правильные выводы для принятия решений. Только в таком случае моделирование ока-

жется действительно полезным. В результате все существенные для разработки решений реальные объекты и явления ЛПР заменяет компактными, выразительными и удобными для описания, хранения и другого использования упрощенными образами. Подобные упрощенные образы называют моделями. Модель сохраняет в себе все важное, что нужно обязательно учесть, вырабатывая решения, однако форма представления модели выбирается такой, чтобы процесс разработки решения был *эффективным*. Следует иметь в виду, что моделирование проводится с разными целями. Вот перечень наиболее часто встречающихся целей моделирования:

- изучить какой-то элемент реальной действительности — дидактические и исследовательские модели;
- отработать какой-то элемент практических действий — тренировочные и игровые модели;
- оптимизировать какой-либо процесс, форму или содержание чего-либо — оптимизационные модели;
- делегировать полномочия на совершение определенных действий другим лицам — модели предпочтений.

Каждой цели моделирования можно поставить в соответствие наиболее предпочтительную форму построения и представления модели. Например, модель может быть сформирована описательно, то есть словами. Такие модели называют вербальными или концептуальными. Элементы реальной действительности и связи между ними можно также представить с помощью символов или знаков. Это — семиотические модели. Каждый из нас когда-то что-то рисовал, выражая свои мысли об увиденном или услышанном. Эти графические изображения — рисунки, схемы, карты местности и т.п. — все это также модели, то есть упрощенные образы реальной действительности.

Для каждой из перечисленных моделей характерен свой собственный, вполне определенный набор свойств. Вербальные модели обладают высокой информационной емкостью, но их трудно использовать для преобразования информации или решения расчетно-аналитических задач. Семиотические модели в зависимости от конкретной формы использования тех или иных знаков и символов — схемы, графики, логические диаграммы, математические уравнения и неравенства — хороши, например, для информационных и оптимизационных задач, для представления их средствами вычислительной техники. Игровые модели (полити-

ческие, экономические, социальные и деловые игры) занимают особое место. С их помощью удобно исследовать механизмы поведенческой неопределенности. При разработке управленческих решений в экономике наиболее часто используют вербальную и графическую формы моделей. Для повышения обоснованности и доказательности решений применяют математические и игровые модели.

На основе системного анализа порядка работы руководителя предприятия (фирмы) при разработке решений разработана графическая модель процесса управления. Эта модель представлена на рис. 1.7.

Условия разработки решений. Каждая проблема всегда связана с конкретной обстановкой, ситуацией и вполне определенным комплексом условий. Проблема всегда решается в рамках существующего положения вещей. Анализируя тот или иной способ достижения цели, ЛПР должно четко представлять закономерности, связывающие ход и исход операции с принятыми решениями. Совокупность представлений об этих закономерностях, конечно, воспринимается ЛПР в упрощенной, модельной фор-

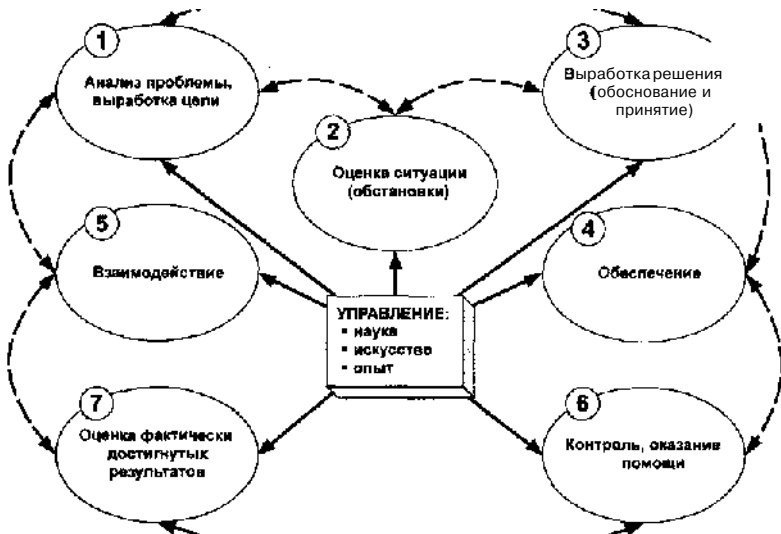


Рис. 1.7. Графическая модель процесса управления

ме. Некоторые из закономерностей удастся фиксировать в строго формальном виде.

ВТПР модель закономерностей в цепочке «решение—исход» называют «механизмом ситуации». При этом считают, что модельное упрощение связей в указанной цепочке ни в коем случае не означает их отбрасывания. Имеется в виду, что из всего многообразия связей и закономерностей в модель включают лишь те, которые имеют преобладающее значение, то есть вносящие наиболее значительный вклад в формирование результата. Например, при оценке времени t падения тела в атмосфере Земли с высоты h нужно учитывать, строго говоря, влияние и веса, и формы падающего тела, и возмущений атмосферы (ветер), однако в значительном диапазоне значений высоты h можно считать, что только высота как ведущий фактор определяет «механизм ситуации». В таком случае связь между h и t будет упрощенно однозначной, а именно: $h = 0,5 \cdot g \cdot t^2$.

В ТПР рассматривают только два типа модельных связей в «механизме ситуации»: однозначные и неоднозначные.

Однозначные связи порождают устойчивое и вполне определенное соотношение между реализуемым решением и исходом от его реализации. И как только задан способ действий, так исход и связанные с ним результаты сразу становятся вполне определенными (как в нашем примере с оценкой времени падения с заданной высоты). Подобные «механизмы ситуации», в которых ожидаемый исход наступает практически всегда, а вероятность иных (неожиданных для ЛПР) исходов пренебрежительно мала, будем называть нерискованными ситуациями, *детерминированными механизмами ситуации* или *условиями определенности*.

Многозначными считают такие связи между способом и исходом операции (рискованные ситуации, или *условия неопределенности*), в рамках которых при многократном воспроизведении одной и той же альтернативы возможно появление разных исходов. При этом степени возможности появления тех или иных исходов и результатов вполне соизмеримы (то есть нельзя какие-то исходы считать крайне мало возможными по сравнению с другими).

Наиболее выразительная модель «механизма ситуации» с многозначной связью между альтернативой и исходом — *случайный механизм* наступления страховых случаев. Даже при страховании одним и тем же страховщиком нескольких одинаковых

объектов возможны два исхода: «наступление страхового случая» или «ненаступление страхового случая». А если с наступлением страхового случая связать количество объектов страхования, то в результате получается несколько возможных значений оплачиваемой страховой суммы объектов страхования. Это типичный *механизм стохастической (случайной) неопределенности*, а взаимодействие с конкурентами — поведенческой.

Но бывают и более сложные ситуации. Например, может не оказаться данных о вероятностях наступления тех или иных исходов, хотя и известно, что в операции главными являются случайные факторы. Или может оказаться, что нет никаких данных о возможных альтернативах поведения других субъектов, вовлеченных в операцию ЛПР, хотя известно, что эти лица будут предпринимать какие-то действия для достижения собственных целей. Наконец, может быть просто не ясна или не известна природа явлений и событий, происходящих в операции. «Механизмы» всех подобных ситуаций будем относить к классу *природно-неопределенных*.

Перечень понятий, используемых в ТПР, не ограничивается данным представлением. По мере изложения материала в соответствующих местах будут введены такие важные понятия, как *проблемная ситуация, эффективность решения, эксперт, критерий, предпочтения, наилучшее решение* и др.

Факторы, определяющие эффективность решений

Рассмотрим теперь важное понятие эффективности решения. Здесь мы возьмем за основу смысл слова «эффект»: впечатление, производимое кем-нибудь или чем-нибудь на кого-либо; действие, как результат чего-нибудь, следствие чего-нибудь; средство, с помощью которого создается впечатление на кого-либо [71]. Чтобы достичь эффекта в операции, необходимо выбрать и реализовать конкретный способ проведения операции, то есть определить конкретные активные средства, которые будут задействованы, объекты приложения усилий, а также условия (штатные) исполнения предписанных действий. Объектами приложения усилий в каждом из возможных способов могут быть принципиально только два: какие-то из физических (неодушевленных) объектов операции или субъекты операции. Эф-

фekt от воздействия на физические объекты приводит к изменению их состояния (например, пятно от пролива нефтепродуктов из трюмов танкера может быть «ликвидировано» или «не ликвидировано»), связей между объектами, формы или качества элементов, входящих в систему, подвергающуюся воздействию.

Эффект от воздействия на субъектов операции приводит к тому, что у этих субъектов изменяются мнения относительно чего-либо, суждения о чем-либо или впечатления и оценки. Например, в ходе экономической операции по оценке эффективности инвестиционных проектов могут быть проведены переговоры с инвесторами, предварительные расчеты и другие действия. При осуществлении этих целенаправленных действий стремятся создать впечатление у конкурентов, что руководство предприятием (фирмой) готово принять тот или иной проект, и это может дать положительный эффект, заставить конкурентов прийти к мнению о благоприятном инвестиционном климате, пересмотреть и даже изменить свои намерения в отношении к инвестиционному проекту.

Исходя из приведенных толкований и примеров под эффективностью решения будем понимать *степень полезности* для ЛПР предполагаемого (будущего) или действительно полученного в операции эффекта. Суждение об эффективности решения может быть вынесено ЛПР, например, в качественной шкале и отражать как минимум три градации предпочтительности ожидаемого или полученного эффекта:

- «положительный эффект» (полезный);
- «нулевой эффект»;
- «отрицательный эффект» (вредный).

В свою очередь, степень эффективности решений в рамках каждой из градаций может быть уточнена с использованием числовой (например, порядковой или балльной шкалы), а иногда — количественной шкалы. Более подробно об этих шкалах будет сказано далее.

Следовательно, получается, что эффективность решения — это субъективная оценка его качества, оценка, с точки зрения ЛПР, полезности рассматриваемого решения для достижения цели операции. Такую оценку ЛПР выносит для себя перед ответственным моментом — перед принятием решения о том, какую из альтернатив в операции предпочесть. Именно эта оценка и является рациональной основой для осмысленного выбора.

Окончательно примем, что **эффективность решения** — это степень соответствия ожидаемого уровня полезного эффекта для ЛПР от проведения операции желаемому (идеальному) уровню полезности. Экспликацию понятия «эффективность решения» иллюстрирует рис. 1.8.

Но каким бы опытным и искусным ни было ЛПР, оно никогда не застраховано от неудач в своей деятельности. Это давно уже считается аксиомой управления и ТПР. Причин для подобного пессимистического взгляда много. Среди них есть и объективные, и субъективные. Объективные причины — это те, которые не зависят от личности человека, диктуются внешними обстоятельствами. Одной из наиболее веских объективных причин неудач в управлении следует считать рискованность, неопределенность «механизма ситуации».

Руководитель всегда принимает решения, основываясь только на доступной ему в данный момент информации об обстановке. Однако совершенно ясно, что информация о ситуации и сама ситуация — это далеко не одно и то же. Информация о ситуации — это упрощенный образ, ее модель. Как и всякая модель, она, конечно же, обладает ограниченной полнотой, точностью и своевременностью сведений и данных. Отсюда основное правило ТПР, которое мы будем отныне воспринимать как важную аксиому управления:

«ЛПР всегда должно действовать, помня, что только решения и планы бывают идеальными, а люди и обстоятельства всегда реальны, и поэтому любое управленческое решение, любой план несет в себе возможность не только успеха, но и неудачи».

Однако, после того как решение уже будет принято и реализовано, представление ЛПР об эффективности этого решения может измениться. Это обусловлено тем, что только после реализации решения, после того, как выяснится, что было сделано правильно, а что — неверно, станет окончательно ясно, действи-



Рис. 1.8. Экспликация понятия «эффективность решения»

тельно ли проблема решена или же своим решением ЛПР только усугубило исходную проблему, породило новые трудности. Таким образом, правильнее говорить как бы о двух оценках эффективности решений: о **теоретической** (априорной) **эффективности решения**, на основе которой делается обоснованный выбор наилучшей альтернативы для реализации, и о **фактической** (апостериорной) **эффективности решения**.

Продолжим анализ эффективности решения. От чего еще она зависит? Чем еще определяются успех и неудача планируемой операции?

Заметим, что сам процесс управления, обоснования и принятия решений содержит как объективные, так и субъективные компоненты, строгую формализацию и интуицию, навыки и умения. Другими словами, управление и разработку решений следует рассматривать как сплав науки, искусства и опыта. Так что же, может, не надо применять научных методов разработки решений, раз одной только науки недостаточно и все равно мы не застрахованы от ошибок? Нет. Перефразируя известный тезис Е.С. Вентцель, можно сказать, что современная ТПР — это научный способ давать худшие рекомендации для принятия решений в управлении, где другими способами даются еще более плохие рекомендации. А уж если руководитель (менеджер) начинающий, если опыта он еще не набрался, а искусства в работе не хватает, то роль научных методов ТПР трудно переоценить. Вот почему мы говорим, что современная ТПР — это сплав науки, искусства и опыта.

Теперь, когда понятие эффективности решения определено, а суть управления и разработки решений понятны, остается рассмотреть и охарактеризовать степени влияния основных факторов, которые определяют эффективность решений. Без ограничения общности, а также в силу рассмотренной аксиомы ТПР (о том, что любое решение не застраховано от неудачи) будем считать, что в операции ЛПР действует неопределенный «механизм ситуации», а следовательно, реализация любого из возможных решений ЛПР приводит к неоднозначному исходу операции и не всегда только лишь к предпочтительному результату.

В качестве основных модельных исходов реализации какого-то решения концептуально выделим лишь два и назовем их «Успех» и «Неудача». Поскольку эффективность решений для ЛПР определяется не только соотношением величин полезности

успеха или тяжести неудачи, но и соотношением шансов на успех и неудачу, учетом и эти меры неопределенности. Удобную интерпретацию представляет простая графическая модель связей между основными факторами, влияющими на эффективность решений, изображенная на рис. 1.9. Эта модель описывает связи между двумя основными группами факторов, влияющих на исходы операции, а именно: объективными и субъективными.

В первую группу — «**Объективные факторы**» — включены такие важные обстоятельства, как собственные экономические и технические возможности ЛПР («Качество активных ресурсов»), обстоятельства, определяющие степень благоприятности для ЛПР экономической, политической и местной ситуации, наличие хороших и надежных партнеров.

Вторую группу, условно названную «**Субъективные факторы**», составляют характеристики личности ЛПР как управленца. «Хороший управленец» — это личность, стремящаяся к лидерству; это личность харизматическая, привлекающая людей, вдохновляющая их на действия, излучающая энергию и уверенность, порождающая у людей желание идти за ней.

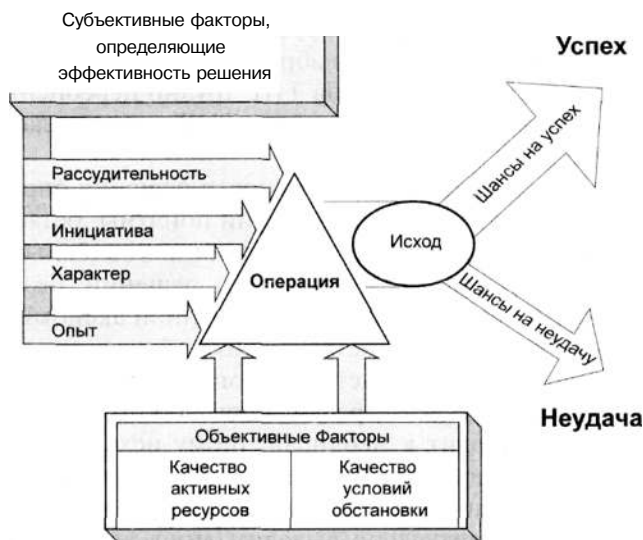


Рис. 1.9. Модель связей между основными факторами, влияющими на эффективность решений

Хороший управленец должен обладать «холодной головой» и способностью к беспристрастному анализу ситуации. Для этого в сложных ситуациях необходимо прибегать к использованию как качественных, так и количественных методов анализа решений. Такую способность у ЛПР назовем *рассудительностью*. Однако одной рассудительности мало. Многие люди обладают способностью провести глубокий анализ или сделать важные выводы из него. Многие могут длительное время изучать закономерности и взаимосвязи. Из такого типа людей получаются хорошие аналитики, эксперты, исполнители. Однако для того чтобы стать настоящим руководителем (менеджером), ЛПР нужны и другие важные качества личности.

Обобщая сказанное, можно утверждать, что шансы на «Успех» и сама степень успеха, несомненно, зависят от совершенства личности ЛПР как управленца. Здесь важны такие черты личности ЛПР, как его опыт, рассудительность, инициативность, целенаправленность и твердость. Если же этого нет, если, наоборот, это лицо ведет себя нерационально, если оно поддается эмоциям и переживаниям, рефлексиям и неуверенности, если это лицо безынициативно и не имеет достаточно опыта и желания обращаться к знающим людям (экспертам), то риск неудачи существенно возрастает.

Концепции, принципы и парадигмы разработки решений

Методология **ТПР**, как и методология любой теории, базируется на совокупности *концепций* и *принципов*. Именно на их основе теория формирует некую стандартную форму подхода к проблемной ситуации — *парадигму* теории. Концепция {лат. *conceptio* — «понимание») — это обобщенная система взглядов на рассматриваемый объект или явление, представление о том, как подходить к восприятию и изучению этого объекта. Например, концепция мироздания, концепция эволюционного развития и др. Принцип {лат. *principium* — «основополагающая идея») — это то, чем обязательно следует руководствоваться активно действующему субъекту в его деятельности. Причем с позиции ТПР неважно, какая это деятельность — теоретическая

или практическая. Наиболее значимые принципы управления и ТПР: принцип главного звена в управлении, единоначалия, цели, свободы выбора решений.

Взаимосвязь концепций и принципов, которыми оперирует методология ТПР, удобно отображать некой иерархической структурой, которая показывает их взаимосвязь «по горизонтали и вертикали». Структура основных концепций и принципов ТПР представлена на рис. 1.10.

Концепция «Системы» отражает представления о единстве мира, о всеобщей связи и взаимной обусловленности процессов и явлений материального мира. Согласно этой концепции при осуществлении актов управления следует постоянно помнить и понимать, что «мы никогда не делаем что-то одно». Другими словами, стремясь к достижению цели, приводя в действие активные ресурсы — идеи, людей, машины, денежные средства, сырье и материалы, осознанно или непроизвольно мы создаем и разрываем связи между самыми разнообразными объектами. Эти объекты, неважно — материальные или идеальные, естественные или искусственные, изменяются. Мы одновременно влияем на понятия и представления свои и других людей. В результате операции мы порожаем не только желаемый полезный эффект, но и массу неожиданных («эмерджентных») побочных

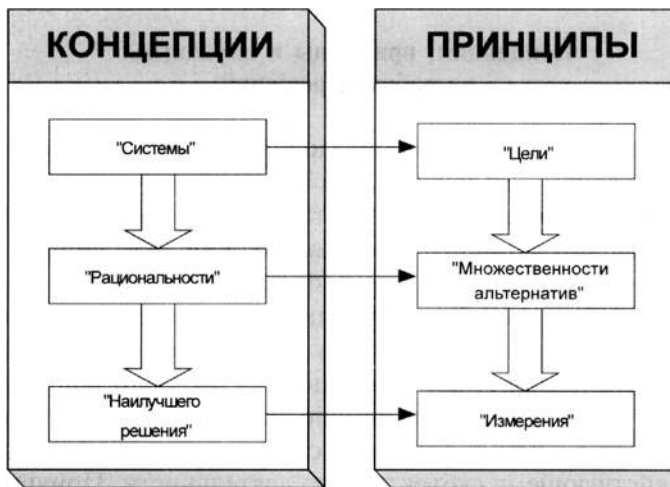


Рис. 1.10. Структура концепций и принципов ТПР

последствий. Среди побочных последствий, конечно, могут оказаться и неожиданно полезные для ЛПР последствия, но, что особенно опасно, — и неожиданно вредные. Концепция системы требует от ЛПР при разработке решений задуматься о таких эмерджентных проявлениях будущих последствий его решений, глубоко вникать в суть проблемы. Такой методологический подход требует от ЛПР при принятии ответственных решений рассматривать операционную среду как систему, состоящую из взаимосвязанных элементов. В соответствии с наименованием концепции этот подход получил специальное название — **системный подход**. При следовании системному подходу ЛПР постоянно должно помнить, что сама рассматриваемая им система также является элементом более широкой системы, а потому при анализе цели предстоящих действий нужно обязательно обращаться за информацией к этой «надсистеме». Эта идея получила наименование — **принцип внешнего дополнения**.

Центральное место в процессе разработки решений занимает цель предстоящих действий. В методологическом плане принцип цели напрямую следует из концепции системы, системного подхода и принципа внешнего дополнения. Именно этим, первым принципом, **принципом цели**, должно руководствоваться ЛПР при разработке своих решений. Это было известно уже давно. Например, древние греки говорили, что для корабля, который не знает, куда плыть, нет попутного ветра. Известный теоретик научной организации труда Ф. Тейлор в начале XX века прямо указывал, как нужно организовать процесс управления экономическим предприятием: *«Хорошенько поймите, чего вы хотите! А затем — только следите, чтобы это делалось наилучшим и самым дешевым способом»*.

Вот, оказывается, и вся премудрость управления — *хорошенько поймите, ЧЕГО, собственно, вы ХОТИТЕ!* В то же время концепции и принципы — это не шаблон, а опора для творческого начала в управлении. Так, например, руководствуясь концепцией системы, при разработке решений ЛПР должно понимать, что здесь нельзя переусердствовать, нельзя все включать в анализируемую систему, иначе — «за деревьями леса не увидишь».

Несомненно, что все решения и все управленческие действия предпринимаются ЛПР для разрешения каких-то важных

проблем. Ясно, что нет необходимости «принимать решение» на осуществление традиционных или хорошо понятных действий, например, как дышать, как переставлять ноги при ходьбе. Это делается на уровне подсознания или прочного навыка. Принимать решения человека заставляет сложная жизненная ситуация, а именно — возникшая острая проблема. Напомним, что согласно нашему толкованию проблема — это проявление в сознании ЛПР неудовлетворенности его своим внешним или внутренним положением или состоянием. Но также несомненно, что нельзя «хотеть всего и вся», так как наличных ресурсов для решения проблем у ЛПР обычно существенно меньше, чем самих проблем. Следовательно, прежде всего необходимо взглянуть на возникшую проблему как бы со стороны, в ее взаимосвязи с другими проблемами (принцип внешнего дополнения), критически анализируя, в чем, собственно, состоит неудовлетворенность и в чем она проявляется. Практика показывает, что некоторая часть «проблем» после подобного рассмотрения сама собой отпадает либо оказывается мнимой.

Теперь проанализируем, на чем базируется волевая компонента в принятии решений. В автократических и деспотических структурах власти чаще всего воля ЛПР является первым и последним аргументом (как говорят, «*prima ratio*» и «*ultima ratio*») при разработке решений. При таких способах управления сами решения принимаются под влиянием неограниченных или ничем не сдерживаемых желаний ЛПР, его эмоций. Подобная концепция — назовем ее *концепцией «эмоциональных решений»* — в настоящее время рассматривается как архаичная. Однако у концепции эмоциональных решений есть ряд несомненных преимуществ перед альтернативной для нее *концепцией «рациональных решений»* (от лат. *ratio* — «разум»). Суть концепции «рациональных решений» состоит в том, что решающим аргументом при принятии решения, то есть при сознательном выборе наилучшего варианта среди других, принято считать логически непротиворечивую, полную и, лучше всего, количественно подтвержденную систему доказательств. Но в таком случае естественно формулируется важное следствие принципа принятия решений — **принцип множественности альтернатив**: *«Никогда не следует принимать и никогда не следует отвергать вариант реше-*

ния, если она является единственным. Нужно обязательно поискать другие варианты, выработать другие альтернативы для решения проблемы. Это позволит на основании рационального сравнения их между собой выбрать действительно наиболее предпочтительное решение».

Мы все время говорим о том, что ЛПР должно выбрать *наилучшее решение*. А как это понимать?

Кратко суть **концепции «Наилучшего решения»** можно сформулировать так: выбирайте ту альтернативу, лучше которой нет ни одной другой, а сама она — лучше любой из рассматриваемых альтернатив. Сразу отметим, что известная концепция оптимальности в математике есть не что иное, как формальное выражение концепции наилучшего решения, а именно: для случая, когда в качестве критерия предпочтительности используется единственный скалярный показатель.

Разумеется, чтобы сравнить альтернативы по правилу «лучше — хуже», «более предпочтительный — менее предпочтительный», нужно подвергнуть их **критике** (от *греч.* kritike — «оценка»). Для этого ЛПР следует использовать какие-то мерила, то есть *критерии*. **Критерий** (от *греч.* kriterion — «мерило для оценки чего-либо») позволяет оценить эффективность решения ЛПР. Критерий — это значимая (важная, существенная), понятная ЛПР, измеримая и хорошо им интерпретируемая характеристика возможных исходов или *результатов операции*. Именно с помощью критерия ЛПР будет судить о предпочтительности исходов, а значит — и способов проведения операции для достижения *цели*. Важность того или иного из выбранных ЛПР критериев определяется именно тем, что ЛПР не считает возможным выносить суждения о предпочтительности исхода операции, если именно этот или именно тот критерий отсутствует. Выбор критерия — это целая наука и искусство. Однако совершенно точно можно назвать критерии, без которых практически невозможно оценивать предпочтительность альтернатив в экономических операциях. Это «эффективность», «время», «риски», «затраты», «потери». Значение, которое принимает критерий и которое отражает в сознании ЛПР степень предпочтительности тех или иных *альтернатив*, будем называть оценкой критерия или про-

сто — *оценкой*. Оценки критерия выражаются в принятых для их измерения *шкалах*.

В связи с этим рациональным следствием концепции наилучшего решения является **принцип измерения**. Ему соответствует еще один важный постулат управления, который гласит: «Измерено — значит сделано!» Человек в процессе измерений глубже проникает в суть вещей, лучше разбирается в связях между объектами, точнее может представить себе, как на эти объекты или связи воздействовать, чтобы изменить их или их свойства в желательном направлении.

Таким образом, в укрупненном виде *основу методологии современной ТПР составляют системный подход, оценки на основе принципа цели и идея измерения признаков предпочтительности альтернатив*.

Как и для любой науки, для современной теории принятия решений уже определена система теоретических и методологических предпосылок, на которых базируется любое конкретное научное исследование и которые воплощаются на практике. Для обозначения указанной совокупности предпосылок, вытекающей из системы принципов, а также постановок задач и основных методов их решения американский ученый-научовед Кун предложил термин «парадигма» (от *греч.* *paradeigma* — «пример, образец для подражания»).

Парадигма — понятие историческое. Она является ориентиром при выборе проблем и одновременно моделью (образцом) решения задач ТПР. Исторически первой следует считать парадигму «эмоциональных решений». Ее основой была исключительно интуиция и опыт. Именно они превалировали над расчетом в силу слабости науки и низкой научной культуры ЛПР того периода развития общества. В то же время парадигма эмоциональных решений вполне удовлетворяла тогдашним требованиям к качеству управления, так как основные задачи касались низкопродуктивной хозяйственной деятельности и не отличались масштабностью. Это приводило к тому, что ошибки даже в 20—25% от наилучшего результата в выборе способа решения задачи не приводили к серьезным потерям. Принципы, заложенные в парадигму эмоциональных решений, требовали, главным образом, строгого следования традициям, установившимся ка-

нонам и этическим нормам. Как правило, они были продиктованы срочностью и требовали высокой оперативности решений и действий. Думать и рассуждать обычно было некогда, а потому и не допускались никакая инициатива, никакие «творческие» колебания со стороны персонала.

Парадигма эмоциональных решений использовала здравый смысл и качественные рассуждения для незначительной модификации существующих на конкретный момент времени средств и способов достижения целей. Она не использовала количественных методов и базировалась на утверждении, что легче удовлетворить, чем оптимизировать, а предпринимать маленькие шаги в направлении к цели менее опасно, чем подвергать сомнению и решительно изменять традиции. Наконец, эта парадигма полностью исключала оценку длительной перспективы в экономических операциях, ориентировалась на текущий момент и не требовала заблаговременного («стратегического») планирования.

Рост масштабов и сложности задач управления, повсеместное внедрение **принципа разделения труда** и вытекающего из него принципа делегирования части полномочий по принятию решений исполнителям (**принцип неокончателности и свободы принятия решений**) со временем потребовали решительного снижения ошибок в выборе наилучшего решения. Это, в свою очередь, привело к необходимости обобщить опыт и знания, предложить теорию, которая превратила бы их в стройную систему научных взглядов на управление и разработку решений. Родилась парадигма «рациональных решений». Принципы, заложенные в парадигму рациональных решений, предполагают, прежде всего, *моделирование реальной ситуации*. После моделирования ситуации моделируют цель, формируя и измеряя требуемые результаты. Это расчленило процесс на более простые фазы, позволило распараллелить работы по разработке решений, на порядок снизить ошибки в принятии решения. Парадигма «рациональных решений» по мере своего развития претерпела ряд изменений. Вначале она делала акцент на использование чисто формальных методов, основанных на «физических измерениях». При этом родились такие классические постановки задач и методы исследования операций, как «транспортная задача», «задача массового обслуживания», «задачи сетевого планирования», «управле-

ния запасами», «задача о назначении» и др. Правда, перечисленные формальные задачи и методы не всегда оказывались хорошо приспособленными к практическим делам. Это зачастую приводило к нелепостям и разочарованиям. Самые большие неудачи этой науки связаны с проблемами психологии, политики и разрешением военных конфликтов. Формальный подход часто ограничивал перечень определяемых альтернатив попыткой заключения их в жесткие рамки количественных измерений. Однако возможности формальной философии действительно велики. К числу ее многочисленных достоинств нужно отнести, прежде всего, акцент на ясность и логическую согласованность. Основная цель системного исследования состоит в расширении подходов к структурированию проблемы. Системный подход в обязательном порядке требует включать в рассмотрение ценности, суждения и интересы лиц, вовлеченных в операцию. Подобный подход позволяет ЛПР научиться правильно ставить вопросы и применять не только формальные методы, причем не огульно, а только там, где они действительно приносят реальную пользу. Этот подход также вызвал к жизни новый принцип управления — принцип сопричастности исполнителей или **принцип мотивации**.

Представленные нами парадигмы эмоциональных и рациональных решений диалектически связаны друг с другом. Они тесно переплетены в сознании ЛПР, и при выборе оно пользуется ими одновременно. При этом в разных ситуациях ЛПР придает больший вес то одной, то другой парадигме, в зависимости от тех преимуществ (качеств), которыми одна обладает по сравнению с другой. Среди таких качеств ЛПР чаще всего выделяет оперативность, полноту, достоверность, точность и др. Более того, психологической теорией решений установлен важный феномен: *тот факт, что ЛПР знает, как ему рационально поступить, сам по себе еще не означает, что ЛПР именно так и поступает*.

Это обусловлено прежде всего тем, что степень эмоциональной привлекательности вариантов решения различна.

В целях обобщения и более выразительного представления особенностей обеих парадигм разработки решений как оснований для осуществления выбора они сведены в табл. 1.2.

**Основания для осуществления выбора в рамках основных концепций
разработки решений**

Основания для выбора	Концепции разработки решений	
	«Эмоциональные решения»	«Рациональные решения»
Мотив поступка при принятии решения	Внутренняя убежденность в правоте, вера	Уверенность в разумности выбора
Факторы, определяющие мотивацию выбора	➤ социальные основы и причины (статус ЛПР, его образование, партийная принадлежность, профессиональная и иная кастовость); ➤ нравственные основы (традиции культур, вероисповедание, надежда, любовь и т.п.); ➤ личностные качества ЛПР (опыт, интуиция, упрямство, зависть, злоба, месть, альтруизм, доброта, самопожертвование и т.п.)	➤ логическая непротиворечивость; ➤ «внешняя» верифицируемость; ➤ доказательность на основе сравнимости (или сопоставимости) результатов в количественной или качественной шкале

1.3. МОДЕЛЬ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

Как только ЛПР осознало важность и срочность проблемы, которую ему предстоит решать, оценило принципиальную возможность выделить на ее решение активные ресурсы, у него обычно возникает желание устранить проблему в кратчайшие сроки. В таком случае ЛПР приходит в состояние, так сказать, **кризиса** (от *греч. krisis* — решение, переломный момент), специфического психологического напряжения. Это напряжение обусловлено стремлением ЛПР найти ответы сразу на несколько вопросов. Среди этих вопросов на первом месте стоят те, которые относятся к:

- существу проблемы;
- рациональной последовательности действий по разработке решений (с чего начать?);
- информационному обеспечению процесса управления (какую информацию, какого качества, к какому сроку и откуда получить?);

- распределению активных ресурсов (какие конкретно из активных ресурсов, когда, где, для чего и в каком количестве задействовать?);
- контролю над ходом операции, к вопросам оказания своевременной помощи и оценки эффективности решений (где, когда, в отношении чего (сроков, ресурсов, качества) возможны нарушения? как и откуда о них станет известно? что следует срочно предпринять, если...? в чем, с помощью каких критериев оценивать успех и неудачу планируемой операции?).

Подобное психологическое затруднение, в котором оказывается ЛПР, стремясь разрешить проблему, состояние творческого поиска, обусловленное необходимостью отыскания ответов на столь разные и все же тесно переплетающиеся вопросы, будем называть **проблемной ситуацией**. Согласно системному подходу, чтобы подойти к разрешению проблемы с научных позиций, **ЛПР** следует построить **модель проблемной ситуации**. В качестве модели проблемной ситуации примем совокупность взаимосвязанных вербальных и формальных задач обоснования решений, последовательное решение которых приведет к желаемой цели — выбору наилучшей альтернативы, «наилучшего решения». Термин «наилучшее решение» будет обозначать для нас следующее понятие. Это такое решение, которое в наилучшей степени обеспечивает удовлетворение потребностей **ЛПР** при заданной (сложившейся) проблемной ситуации; наилучшее решение всегда считается ЛПР не менее предпочтительным, чем любая из альтернатив. При рассмотрении модели проблемной ситуации под **задачей** будем понимать упорядоченное высказывание (вербальное или формальное), состоящее из двух частей. Первая часть — это то, что известно, или «Дано». Вторая — то, что не известно, но требуется «Найти». Соответственно в зависимости от формы описания будем различать *вербальную* и *формальную* (или *математическую*) постановки задачи. Ясно, что формальную постановку задачи можно получить только на основе вербальной. Для рационального выбора формы постановки той или иной задачи следует ориентироваться на их достоинства и недостатки. Некоторые сравнительные характеристики вербальной и формальной постановок задач представлены в табл. 1.3.

Для того чтобы получить математическую постановку задачи, вводят идентификаторы, обозначающие переменные и константы, а фигурирующие в вербальных высказываниях физические, экономические, социальные и другие связи моделируют введением логических, арифметических, алгебраических и математических соотношений между переменными и константами. Области допустимых значений управляемых и неуправляемых факторов моделируют проявления законов природы, ограничения на активные ресурсы и пр. Эти ограничения формируются уравнениями и неравенствами соответствующего вида.

Таким образом, постановка задачи — это тоже парадигма, то есть тоже образец, шаблон, который мы накладываем на самые разнообразные вопросы исследования, выделяя отдельно то, что «Дано», и четко обозначая, что требуется «Найти». А раз так, то обе формы постановки задачи можно сравнивать по общим для парадигм характеристикам, а именно — по оперативности задания, полноте, достоверности (адекватности) и др.

Т а б л и ц а 13

Сравнительные характеристики вербальной и формальной постановок задач

Критерии оценки качества форм постановок задач	Основные формы постановок задач	
	«Вербальная»	«Формальная»
Историческая очередность появления	Первая	Вторая
Уровень однозначности понимания условий задачи	Низкий (из-за того, что трудно обеспечить единство языка, добиться однозначности семантики слов и выражений)	Высокий (ввиду единства и строгости математического языка, однозначности семантики математических выражений)
Интерпретируемость	Высокая (из-за образности языка, его избыточности и возможности учесть контекст)	Низкая (из-за излишнего формализма, сухости выражений)
Дополняемость другими средствами повышения адекватности восприятия высказываний	Широкий диапазон дополнительных средств: аудиовизуальные, визуальные, игровые средства	Ограниченные возможности: графики, схемы, таблицы

Характеристики частных задач модели проблемной ситуации представлены в табл. 1.4, а ее графическая модель, визуально представляющая основные связи между задачами, — на рис. 1.11.

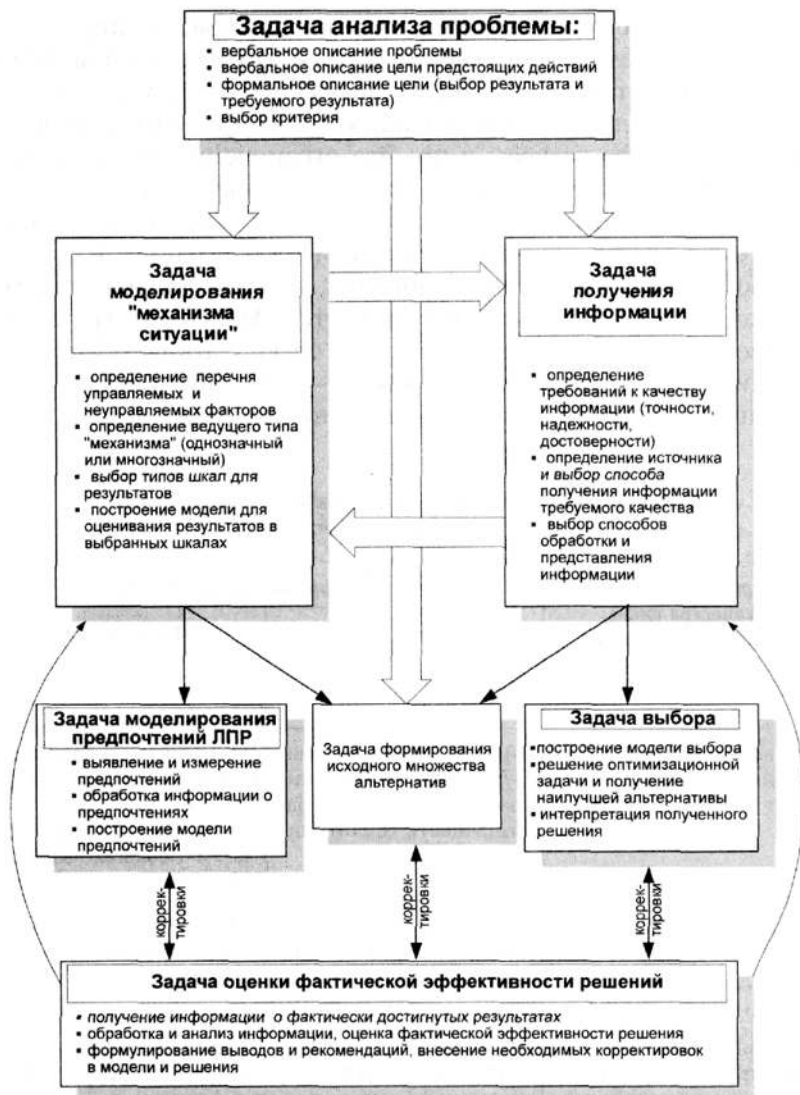


Рис. 1.11. Графическая модель проблемной ситуации

Таблица 1.4

Характеристики частных задач модели проблемной ситуации

Наименование задачи	Цель решения задачи	Вербальная постановка задачи	
		«Дано»	«Найти»
1	2	3	4
Задача анализа проблемы	Обеспечение принципа цели. Выбор наиболее актуальной проблемы из списка проблем и формирование критерия	Список проблем, представления ЛПР об актуальности и срочности их решения, собственных возможностях и предпочтениях	Описание цели предстоящей операции, ее ожидаемых и требуемых результатов, критериев оценки эффективности
Задача моделирования «механизма ситуации»	Обеспечение принципа измерения. Получение в заданных шкалах оценок результатов применения альтернатив	Результаты анализа проблемы, оценки условий проведения операции, сведения о природе факторов и о закономерностях их взаимосвязи в операции	Тип модели, типы шкал для получения результатов и основные соотношения для моделирования
Задача получения информации	Обеспечение принципа информационной достаточности. Информационная поддержка процесса разработки решений	Результаты анализа проблемы, результаты моделирования механизма ситуации	Источники получения информации, способы обращения к источникам информации и формы представления информации
Задача формирования исходного множества альтернатив	Обеспечение принципа свободы выбора решений	Результаты анализа проблемы, результаты моделирования механизма ситуации	Сформировать несколько альтернативных вариантов решения проблемы (не менее двух альтернатив)
Задача моделирования предпочтений	Обеспечение принципа оптимальности	Цель операции, результаты моделирования механизма ситуации	Модель предпочтений ЛПР

1	2	3	4
Задача выбора	Принятие решения	Цель операции, множество альтернатив	«Наилучшая альтернатива»
Задача оценки фактической эффективности решений	Обобщение и передача опыта	Фактические результаты проведенной операции, оценка фактической эффективности	Выводы о значимости достигнутых успехов или причинах неудач, корректировки ранее принятых решений

Значительная часть из этой совокупности задач решается лично ЛПР. Особенно важно личное участие ЛПР в разработке решения и управлении переломными экономическими операциями в ходе «истребительной» конкурентной войны на рынке или сегменте рынка.

Задача анализа проблемы. Это наиболее ответственная часть модели проблемной ситуации. Решение задачи предполагает на начальном этапе содержательный анализ проблемы с целью проверки ее «на истинность», чтобы не взяться за решение мнимой, неактуальной проблемы. После этого проводят вербальное описание выбранной проблемы и вербально формулируют цель предстоящих действий. Окончательным результатом решения задачи будет формально заданная цель и критерии оценки. Работая над этой задачей, ЛПР должно принять как еще одну **аксиому** и верить в то, что *«решение проблемы всегда есть»*. Это решение может оказаться очень хорошим, хорошим или не очень, но оно всегда есть. Следовательно, ЛПР «остается только найти это решение проблемы». Технологически задача анализа проблем предполагает составление списка проблем, выбор наиболее важной цели предстоящих действий и трансформацию проблемы в четко сформулированный вопрос (задачу), одинаково понимаемый всеми, кто участвует в разработке решения (ЛПР, исследователь, эксперты). Если ЛПР убеждено, что выбранная проблема действительно является ключевой, то ее надо сформулировать.

Задача моделирования механизма ситуации решается одновременно с задачей получения информации. «Механизм ситуации» устанавливает связь между описанием альтернатив и значения-

ми критериев (или результатов). Сама задача моделирования «механизма ситуации» содержательно включает определение перечня управляемых и неуправляемых факторов; определение ведущего типа механизма ситуации (однозначный или многозначный) и ведущего типа неопределенностей; выбор типов шкал для результатов; построение моделей для получения значений результатов в выбранных шкалах. Здесь потребуется решить два принципиальных вопроса: каков тип модели (или определение совокупности моделей) и каковы основные соотношения для моделирования. При поиске ответов на эти вопросы полезно знать, что преобразование исходных данных для моделирования в искомые результаты моделирования в любых моделях может быть осуществлено посредством всего лишь трех типов действий:

- > • декларативное задание недостающих данных;
- применение математических преобразований;
- статистическое наблюдение или эксперимент.

Каждому из указанных способов получения информации можно поставить в соответствие один из наиболее часто встречающихся типов моделей, а именно: имитационные, аналитические, статистические. Если информация задана в наиболее агрегированной форме, в количественных шкалах, обычно применяют аналитические модели. Там, где работают с фактическим материалом, чаще используют статистическое или имитационное моделирование.

Задача получения информации решается одновременно с задачей моделирования механизма ситуации. Для разработки решений всегда необходимо получить какую-то исходную информацию, исходные данные. С этой целью решается задача получения информации. В ходе решения задачи требуется определить источник информации, выбрать способ обращения к источнику информации и принять решение относительно формы представления исходной, промежуточной и выходной информации для ЛПР и других пользователей. При решении каждого из указанных вопросов прежде всего исходят из требований к точности, надежности, достоверности, обоснованности и убедительности вырабатываемого решения. Задача получения информации имеет большое значение, поскольку ее результаты используются **на** всех последующих этапах принятия решений. Здесь важно не только взвешенно определить требования к качеству информа-

ции (ее точности, надежности, достоверности), но и установить наиболее предпочтительный источник и способ ее получения. Не менее важным оказывается вопрос и о выборе формы представления полученной информации. Иногда с трудом добытая информация из-за пренебрежительного отношения к способу ее представления оказывается невыразительной и неубедительной, слабо свидетельствует в пользу предлагаемого варианта решения проблемы, а значит — неэффективна.

Задача формирования исходного множества альтернатив. Во-обще-то все задачи, составляющие модель проблемной ситуации, являются по-своему важными, ответственными, своеобразными, трудными. Но если мы говорим о разработке решений, то среди этих задач есть такая, на которой, как в фокусе, сходятся интеллектуальные усилия ЛПР. Это, конечно же, задача формирования исходного множества альтернатив. При этом решение задачи формирования исходного множества альтернатив позволяет ответить на вопрос, какими способами будет достигаться цель.

После углубленного анализа цели часто бывает достаточно ясно, чем (какими ресурсами) и как (каким способом) можно достичь желаемого исхода операции. Но иногда требуется включить интуицию, привлечь исторические аналогии, вспомнить опыт последних лет.

Задача формализации (моделирования) предпочтений. Решается на основе углубленного анализа цели предстоящих действий (операции) и представлений ЛПР о преимуществах тех или иных результатов над другими. Поскольку при одних результатах цели, преследуемые ЛПР в операции, достигаются в большей степени, а при других — в меньшей, с его (ЛПР) точки зрения исходы определенным образом различаются по предпочтительности. Именно на множестве значений результатов операции и проявляется (существует) система предпочтений ЛПР. Без значений результатов ЛПР индифферентно (безразлично) в своем выборе относительно наилучшего решения. Но на предпочтения ЛПР существенно влияют особенности многозначного механизма ситуации. Это проявляется в так называемом отношении ЛПР к риску, связанному с неопределенностью исходов. Система предпочтений ЛПР может быть выявлена различными способами.

Задача выбора. В этой задаче речь идет об осознанном выборе, который постоянно осуществляет ЛПР, эксперт или испол-

Глава 1. Теоретические основы разработки управленческих решений

нитель среди каких-то представленных ему возможностей. Таким образом, когда мы говорим «Задача выбора», всегда имеем в виду, что требуется выявить «наилучший» (с точностью до модели предпочтений) вариант, альтернативу, образец и т.п., который будет рассматриваться как первый претендент на реализацию. Когда же мы говорим о задаче выбора как задаче принятия решений, то тут необходимо дополнительно иметь в виду, что для обеспечения «осознанности» решения, для окончательного выбора решения среди претендентов на это звание еще нужен этап интерпретации и адаптации «наилучшей» альтернативы к условиям операции. Эта работа осуществляется или лично ЛПР, или экспертами под его личным руководством.

Задача оценки фактической эффективности решений. Весьма большое значение имеет задача оценки фактической эффективности решений. Именно здесь становится ясно, какие из частных решений ЛПР были приняты верно, а какие варианты действительно оказались плохими частично или полностью ошибочными. На основании выводов, которые делает ЛПР после получения информации о фактически достигнутых результатах, ее обработки и анализа, им формируются выводы, рекомендации, вносятся необходимые корректировки в модели и элементы решения. Все это «замыкает» процесс разработки решений на практику, позволяет учиться и накапливать управленческий опыт.

Методологические основы процесса разработки управленческих решений в сложных ситуациях

Разработка решений — это неоднократный волевой акт, осуществляемый ЛПР. Какое бы гениальное и отчаянное ни было ЛПР, оно вряд ли сможет сразу, с ходу решиться сделать что-то действительно серьезное, чтобы разрешить возникшую сложную проблему. Разумеется, это утверждение касается действительно сложных ситуаций.

Под **сложными ситуациями** разработки решений мы понимаем такие проблемные ситуации, которые отличаются от несложных (обыденных, простых) ситуаций наличием хотя бы одного из следующих признаков:

- ЛПР не сталкивалось с подобной проблемой раньше;
- ЛПР трудно сразу сформулировать цель предстоящей операции и подобрать для ее описания адекватные критерии;
- ЛПР не владеет достаточной информацией для анализа проблемы или не имеет моделей для изучения ситуации;
- ЛПР ранее сталкивалось с подобными проблемами (ему известны способы решения проблем-аналогов), но рассматриваемая им в настоящее время проблема имеет существенные особенности в перечисленных аспектах по сравнению с проблемами-аналогами;
- > • ЛПР известно, что ведущими факторами при принятии им решения являются детерминированные (однозначный

«механизм ситуации»), но оно не в силах адекватно описать цель операции единственной целевой функцией (показателем) и вынуждено прибегнуть к нескольким критериям оценивания — **многокритериальная задача**;

- ЛПР не обладает достаточной информацией о генезисе (природе, происхождении) и вкладах факторов разной генетической природы в «работу механизма ситуации», но все же имеющаяся у него информация о таких факторах свидетельствует о преобладании факторов неопределенной природы;
- ЛПР — не единственный субъект, от воли которого зависит ход и исход операции; есть еще (один или несколько) суверенные субъекты, чье мнение нельзя не учесть при разработке решений в силу сложившихся между ЛПР и ими отношений (правовых, договорных или конфликтных) — **поведенческая неопределенность**;
- ЛПР не известно, какие факторы задают механизм ситуации или как эти факторы взаимодействуют — **природная неопределенность**.

В силу сложности проблемной ситуации разработка решений неизбежно превращается в процесс.

По определению, любой процесс — это изменение чего-то во времени. При этом неважно, проходят ли изменения непрерывно, плавно или, наоборот, дискретно, скачкообразно. Что же и в чем изменяется в процессе разработки решений в сложных ситуациях?

Можно совершенно уверенно утверждать, что при разработке решений в сложных ситуациях наблюдаются постепенные (во времени) и скачкообразные (мгновенные) изменения в сознании ЛПР представлений о существе стоящей перед ним проблемы. Раз речь идет о действительно сложных проблемных ситуациях (а не мнимых, надуманных), то ясное понимание и наилучшее решение не могут родиться спонтанно, мгновенно, в одночасье.

Из методических соображений удобно единый непрерывный процесс разработки решений (табл. 2.1) условно разделить на две фазы или этапа:

- 1) этап обоснования решений;
- 2) этап принятия решений.

Схема технологии разработки управленческих решений

№ п/п	Технологические операции и отдельные приемы принятия локальных решений	Объекты (предметы) приложения творческих усилий ЛПР	Результаты принятия локальных решений при выполнении технологических операций	Концептуальные ОСНОВЫ и базовые принципы
1	2	3	4	5
1	Анализ проблемы или уяснение поставленной задачи	Проблема или поставленная задача	Формулировка цели предстоящей операции	СП, П_{пл}, П_{пл}
2	Формирование альтернатив 2.1. Выявление «ведущих» факторов 2.2. Декомпозиция факторов на классы «Способствующих» и «Мешающих» проведение операции 2.3. Установление «объектов приложения усилий» 2.4. Оценка потенциальных возможностей активных ресурсов 2.5. Учет ограничений на использование активных ресурсов 2.6. Генерация альтернатив путем образования комбинаций «Примем»—«Объект приложения усилий»—«Обстановка операции»	«Ведущие» факторы «Ведущие» факторы «Способствующие» и «Мешающие» факторы Активные ресурсы «Неуправляемые» факторы Цель, приемы задействования активных ресурсов, объекты приложения усилий из группы управляемых факторов, обстановка операции	«Способствующие» и «Мешающие» факторы «Управляемые» факторы (объекты и субъекты) Приемы задействования активных ресурсов «Обстановка операции» Варианты решений — указаний исполнителям «что сделать», «кто», «где», «когда» и «с помощью чего» должен это сделать	П_{зо/м}, П_{лк} П_{сн}

1	2	3	4	5
3	Оценка альтернатив: 3.1. Выбор критериев оценки и их шкал 3.2. Измерение значений критериев для альтернатив	Цель, система предпочтений ЛПР	Наименования критериев и их шкалы	П_{ир}
4	Упорядочение альтернатив	Множество альтернатив	Недоминируемые (эффективные) и «наилучшие» альтернативы	
5	Принятие решения: 5.1. Интерпретация «наилучшей альтернативы» 5.2. Формирование (принятие) решения на основе придания «наилучшей альтернативе» необходимой устойчивости и гибкости 5.3. Планирование исполнения и контроля принятого решения	Эффективные и «наилучшие» альтернативы»	РЕШЕНИЕ - План проведения операции	СП, П_{вд}, П_{цл}, П_{ап}
6	Юридическое оформление решения и доведение его до исполнителей и соисполнителей	РЕШЕНИЕ - План	РЕШЕНИЕ - Документ и указания (приказание, распоряжения и пр.) исполнителям и соисполнителям	П_{дк}, П_{ос}
7	Контроль исполнения спланированного и доведенного решения	РЕШЕНИЕ - Документ	Одно из четырех действий: ➤ ничего не предпринимать (все как задумано); ➤ изменить границы допустимой свободы принятия решений; ➤ оказать помощь; ➤ остановить операцию	П_{цл}, П_{ср}

1	2	3	4	5
8	Оценка фактической эффективности реализованного решения	Фактические результаты проведенной операции	Вклады в «Искусство», «Науку» и «Опыт» управления и выработки решений	СП, П _{цл} , П _{сн} , П _{ис}
9	Выбор очередной проблемы для решения или получение новой задачи для исполнения	Список проблем	Переход к начальной технологической операции — «Анализ проблемы или уяснение поставленной задачи»	СП

Примечание. Обозначения в последней колонке табл. 2.1 имеют следующий смысл: СП — концепция системного подхода; П_н — принцип внешнего дополнения; П_л — принцип пели; П_{ис} — принцип историзма; П_к — принцип декомпозиции; П_{сн} — принцип синтеза; П_о — принцип однозначной семантики; П_{20/80} — принцип «20/80»; П_я — принцип Оккама; П_р — принцип Родена; П_п — принцип индивидуальной рациональности; П_о — принцип оптимальности; П_а — принцип адаптивности; П_т — принцип множественности альтернатив; П_с — принцип неокончателности и свободы принятия локальных решений.

Под **обоснованием решений** будем понимать подпроцесс проведения всей подготовительной работы для осуществления осознанного выбора Л ПР. Эта работа должна строиться на основе концепций и принципов разработки решений. Концептуально она включает следующие основные задачи: углубленный анализ проблемы и формирование на этой основе цели; осознание и изучение генезиса и особенностей «механизма» условий проведения операции; формирование представительного множества альтернатив достижения цели операции.

Под **принятием решений** Л ПР будем понимать подпроцесс постепенной психологической подготовки им самого себя к ответственному шагу — осуществлению сознательного выбора наилучшей альтернативы среди сформированного на этапе обоснования решений множества альтернатив. В связи с этим принятие решения — это высшее психическое напряжение воли, творческое усилие и психологический скачок от состояния, когда решения еще не было, к состоянию, когда оно уже проявилось.

Будем также использовать термин «принятие решений», так сказать, в узком смысле. При этом будем расценивать принятие решения как однократное осуществление ЛПР какого-то частного вопроса при решении какой-то частной задачи или вопроса на любом из этапов процесса разработки решений. В укрупненном виде такие частные задачи обоснования решений были описаны при рассмотрении модели проблемной ситуации.

2.1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОСНОВАНИЯ РЕШЕНИЙ

На рис. 2.1 представлена схема, отражающая содержание основных шагов процесса обоснования решений. Начинается обоснование решения с анализа проблемной ситуации. В силу существенного превышения числа проблем над реальными возможностями ЛПР по их разрешению сам выбор проблемы для решения уже представляет собой проблемную ситуацию. Другими словами, ЛПР постоянно решает для себя вопрос: «Каковы проблемы сегодняшнего дня и с решения какой из них целесообразно начать?»

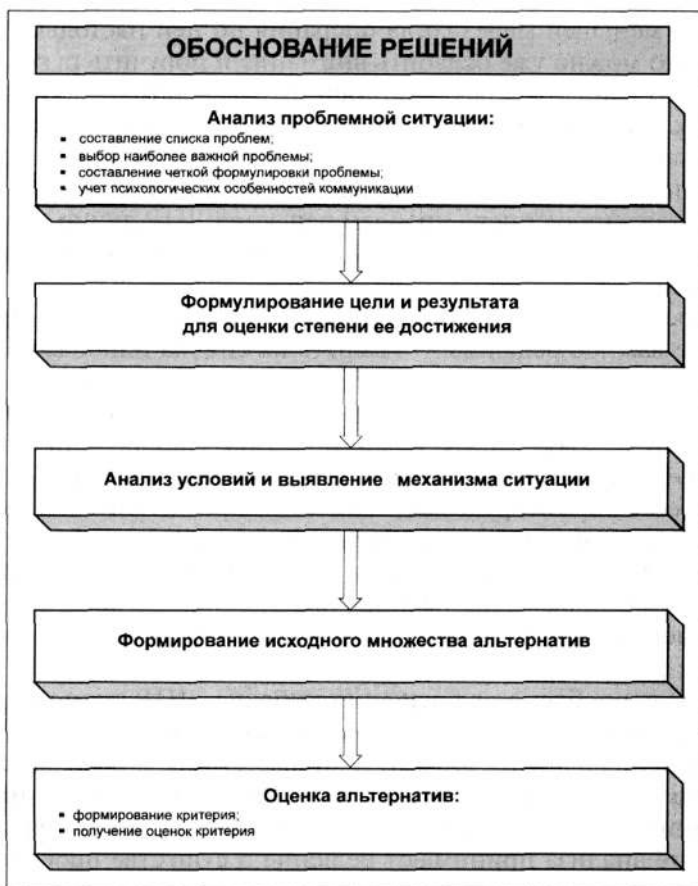


Рис. 2.1. Схема процесса обоснования решений

Поэтому в общетеоретическом плане следует считать, что этап обоснования решений должен начинаться именно с анализа указанной проблемной ситуации. Что включает такой анализ?

Вначале ЛПР должно определиться с «животрепещущими» проблемами текущего момента. Проблемы — это динамические объекты. Они постоянно возникают, существуют и уходят из поля зрения ЛПР в течение времени. Те проблемы, которые вчера были малозаметны, завтра становятся крайне острыми, а опасные проблемы «сегодняшнего дня» через некоторое время могут показаться игрушечными. Следовательно, как только ЛПР немного освободится после решения какой-то очередной проблемы (по меньшей мере, когда операция по ней настолько развилась, что можно уже ослабить внимание и поручить руководство ею своим заместителям и помощникам), необходимо составить список ближайших перспективных проблем. Список составлять произвольно, важно только, чтобы ни одна из явных проблем «сегодняшнего дня» не осталась незамеченной. Обычно задача по составлению списка проблем решается ЛПР лично, а при необходимости — с привлечением экспертов или даже путем референдума.

После составления списка проблем ЛПР должно принять первое важное решение — выбрать из списка наиболее важную проблему. Не будем давать строгого определения, что такое «важная проблема», учитывая, что семантически это понятие близко уже введенному нами понятию «наилучший способ», «наилучший элемент». Ясно, что «наиболее важная проблема» — это и есть та, которую ЛПР наиболее предпочтительно решать именно сейчас, от решения которой именно в настоящее время для ЛПР многое зависит. При этом, конечно же, это должна быть не мнимая, не надуманная проблема, и, следовательно, для ее решения у ЛПР имеются необходимая информация и необходимые ресурсы.

Когда проблема для решения выбрана, ЛПР лично (иногда с привлечением экспертов) проводит ее углубленный содержательный анализ. При этом ЛПР старается как можно адекватнее проникнуться представлением о существовании тех внутренних или внешних неудовлетворенностей, которые его беспокоят. В результате анализа принимают решение о существовании проблемы.

Решения о существовании проблемы рекомендуется записать на бумаге в виде компактной и четкой формулировки ее существа.

Например, проблема может быть сформулирована так: «Эффективность работы управленческого аппарата низкая», «Уровень затрат на перевозку грузов от поставщиков к потребителям недопустимо большой» и т.п.

Письменная форма для описания проблемы должна рассматриваться как наиболее предпочтительная. Если проблема сформулирована письменно, то ясно, что любой из участников процесса разработки решений сможет обращаться к этой формулировке в любое удобное для него время и столько раз, сколько ему потребуется. Письменная формулировка проблемы предпочтительнее также и в юридическом смысле, поскольку может быть использована как аргумент в споре по существу достигнутых результатов.

После того как проблема проанализирована и составлено ее описание, одинаково понятное всем участникам процесса разработки решений (ЛПР, эксперты, исполнители), переходят к следующей задаче. Эта задача принятия решений относится к формулированию цели и формированию (выбору) результата. Цель, также как и проблема, должна быть зафиксирована письменно.

Признаками правильно сформулированной цели являются следующие характерные особенности ее описания [62, 63, 68]:

- формулировка цели начинается с глаголов в повелительном наклонении («Доставить...», «Приобрести...», «Преодолеть...» и т.п.), которые сразу должны нацелить исполнителей на то, каков характер предстоящей операции и к какой отрасли знаний или практической сфере деятельности относится получение в ней результатов;
- далее следуют (обычно в произвольном порядке) указания на те или иные обстоятельства времени, места, объекта и средств приложения людских, материальных, финансовых и других усилий и затрат.

Например, цели могут быть сформулированы так: «Повысить эффективность работы управленческого аппарата путем снижения затрат на его содержание не менее чем на 15% к концу текущего года», «Снизить уровень штрафных санкций от проливов жидкого топлива в процессе работы тепловозного депо в текущем полугодии не менее чем на 500 тыс. руб.».

После того как цель операции четко сформулирована, ЛПР необходимо сразу решить вопрос о том, как (каким способом) будут получены оценки значений результатов операции для про-

ведения оценки предпочтительности альтернатив. Здесь для установления перечня и вскрытия генезиса основных факторов проблемной ситуации и ее «механизма» широко используется доступ к прямым и косвенным сведениям. Важным качеством всякого настоящего руководителя является интуиция, чувство проведения операции, умение в неясной обстановке ощущать и понимать ее ход, чувствовать, куда — к победе или к поражению — он клонится, и находить путь к тому, чтобы изменить ее течение в свою пользу. Здесь опять уместно вспомнить исторический опыт России, например С.Ю. Витте, который интуитивно чувствовал роль государственного протекционизма, значение Транссиба, и другие его экономические решения.

Ясно, что при сборе информации следует избегать двух крайностей. Прежде всего, нельзя спешить, экономить время и другие средства на сборе информации, поскольку это может привести к поверхностному анализу и ненадежным выводам. Другая крайность — это чрезмерное увлечение сбором информации о существе проблемы и сущности «механизма ситуации». В обоих случаях будущее решение проблемы может оказаться недостаточно проработанным, обоснованным, эффективным. Уже давно, около века, известен один из важных законов социологии, экономики, а теперь уже, с уверенностью можно сказать, и информатики. Его сформулировал в начале XX века известный итальянский исследователь (социолог, экономист, математик) В. Парето. Это так называемое **правило «20/80»**. Кратко суть выводов Парето такова: из всего многообразия факторов примерно 20% вносит в «работу механизма ситуации» около 80% эффекта, а на долю остальных 80% факторов остается всего лишь 20% эффекта. Например, около 20% вкладчиков банков имеют на счетах примерно 80% всех сумм, а остальные 20% сумм вкладов принадлежат остальным 80% вкладчиков. Другой пример: объема информации приблизительно о 20% факторов проблемной ситуации достаточно, чтобы на 80% описать работу всего «механизма» проблемной ситуации. Следовательно, если не знать этой закономерности и чрезмерно «заинформироваться», то станет велика опасность потерять время и усилия на добывание сведений, которые привнесут лишь незначительное прояснение в понимание ситуации.

После сбора информации ЛПР может перейти, пожалуй, к самой продуктивной фазе разработки решений — фазе форми-

рования исходного множества альтернатив. Здесь важно усвоить главное правило (аксиому) руководства решением сложных проблем: *«Задача управленца состоит не в том, чтобы самому уметь решать задачи, а в том, чтобы знать, кому поручить ту или иную работу по их решению».*

После этого останется только назначить этих нужных людей в нужное время и в нужное место для выполнения этих необходимых работ. Арсенал методов, используемых в настоящее время для генерации представительного множества альтернатив, обширен. Однако все они в той или иной мере базируются на опыте.

Остановимся теперь подробнее на вопросе о выборе критерия и получении оценок предпочтительности альтернатив.

Напомним, что слово *критерий* происходит от греческого *kriterion* — «мерило для оценки чего-либо». Этим термином в ТПР обозначают значимую (то есть важную, существенную), понятную ЛПР, хорошо им интерпретируемую и измеримую характеристику *результатов операции*. Именно с помощью критерия ЛПР судит о предпочтительности исходов операции, о предполагаемой эффективности принимаемого решения. Следовательно, принципиальной отличительной чертой критерия по сравнению с какими-то другими («некритериальными») характеристиками операции является именно то, что ЛПР не считает возможным выносить суждения о предпочтительности исхода операции, если именно этого или именно того критерия для оценки ему недостает.

Областью определения критерия служит множество альтернатив. Выбор критерия — это целая наука и одновременно — искусство. Однако совершенно точно можно назвать критерии, без которых практически невозможно оценивать предпочтительность альтернатив для экономических операций. Это такие критерии, как «Эффективность», «Время», «Затраты», «Потери». Для разных альтернатив критерий принимает, как правило, разные значения. Эти значения отражают в сознании ЛПР степень предпочтительности альтернатив. Их мы будем называть оценками критерия или просто *оценками*. Оценки критерия выражаются в принятых для их измерения шкалах.

Заметим, что с философских позиций критерий и оценка критерия — это одно из проявлений категорий качества и количества. Качество как совокупность свойств, отделяющих (выде-

ляющих) один объект от другого, *неотрывно от объекта*. **Количество** же можно изучать *отдельно*, не привязываясь к конкретному объекту. В процессе измерения происходит как бы объединение полезных свойств качества и количества. Известно [40], что **измерение** — это процесс приписывания объектам таких символов, чтобы можно было, сравнивая символы по их значениям, делать выводы о свойствах связей объектов между собой. Для ТПР это означает следующее. Если какая-то альтернатива предпочтительнее другой, то у более предпочтительной альтернативы оценка по выбранному критерию должна принимать более предпочтительное значение. Тогда логично предположить, что, выбрав альтернативу с наилучшим значением оценки критерия, ЛПР тем самым выберет «наилучшую альтернативу».

Это достаточно сильное, но очень важное для моделирования предпочтений ЛПР предположение. Но что не менее удивительно, так это то, что это предположение часто подтверждается на практике! Поэтому везде в дальнейшем будем считать, что это предположение верно и существует взаимно однозначное соответствие вида:

$$a \succsim b \iff u(W(a)) \geq u(W(b)), \quad (2.1)$$

где a и b — альтернативы;

W — оценка (значение) критерия;

$u(W)$ — функция полезности;

$W(a)$ и $W(b)$ — значения оценок критерия для альтернатив;

$u(W(a))$ и $u(W(b))$ — уровни функции $u(W)$ полезности для ЛПР полученных значений оценок $W(a)$ и $W(b)$ соответственно;

$\iff$ — знак двойной импликации («тогда и только тогда», «необходимо и достаточно»);

$\succsim$ — символ, означающий нестрогое превосходство для альтернатив (читается «не хуже, чем...», «не менее предпочтительно, чем...»).

Соотношение (2.1) следует понимать так: если какая-то альтернатива не хуже какой-то другой, то значение оценки полезности для более предпочтительной альтернативы должно быть не ниже, чем для менее предпочтительной. В нашем случае альтернатива a не менее предпочтительна, чем альтернатива b , следовательно, **функция полезности $u(W)$** должна иметь значение **$u(W(a))$** не меньше, чем **$u(W(b))$** . Обратим особое внимание на

знак двойной импликации — «тогда и только тогда» — в выражении (2.1). Это очень важно. Так вот, следуя этой особенности в записи выражения для функции полезности, мы *обязательно будем полагать*, что и обратное всегда верно. Именно обязательность и возможность «обратного прочтения» выражения (2.1) позволит нам сделать технологический прорыв во внедрении теории ТПР в практику управления.

Идея всех технологий отыскания «наилучшего решения» в этом случае оказывается на удивление простой. Стоит только найти альтернативу, обладающую максимальной полезностью, и она, скорее всего, с точностью до построенной модели *и(W)* предпочтений окажется действительно наилучшей для реализации в операции. Заметим, что с позиций чистой математики «наилучших альтернатив» может быть несколько, так как максимум функции полезности может, в принципе, достигаться на нескольких элементах множества определения. В такой ситуации только интерпретации помогут ЛПР выбрать лучшее решение из «наилучших альтернатив».

Из уже сформулированного нами вербального правила выбора «наилучшей альтернативы» и соотношения (2.1) немедленно следует и формальное правило, задающее описание «наилучшей альтернативы» a^* :

$$a^* : \max_{a \in A} u(W(a)), \quad (2.2)$$

где $a \in A$,

A — множество альтернатив.

Итак, подводя итог сказанному, ответим еще раз на такие вопросы: кому и зачем нужен критерий? какие формы принимает критерий в тех или иных случаях? Ответы таковы: критерий нужен и ЛПР, и исполнителям; критерий нужен ЛПР, так как он помогает ему лично убедиться в том, что выбранное решение эффективно. Кроме того, критерий, выраженный в количественной форме, дает ЛПР возможность делегировать полномочия исполнителям, организовать и провести действенный контроль над ходом операции. Исполнителям критерий нужен, чтобы эффективно действовать в соответствии с *принципом неокончателности и свободы принятия решений*, когда ЛПР не диктует исполнителю инструкции на все случаи жизни, освобождает его от

мелочной опеки, а предоставляет ему право действовать инициативно и самостоятельно в рамках делегированных полномочий.

Форма критерия выбирается исходя из **принципа Оккама** («лезвие бритвы»). Принцип Оккама гласит: «Не умножай сущности без необходимости». Это означает, что если одно и то же явление можно адекватно объяснить несколькими разными обстоятельствами, причем одно из обстоятельств существенно проще остальных, то предпочтение следует отдать более простому объяснению, вытекающему из более простых обстоятельств. Так и в принятии решений. Иногда ЛПР может сделать вывод о том, какая из альтернатив $a \in A$ является наилучшей, просто классифицируя исходы $z(a) \in Z$. Иногда для выбора решения a^* ему потребуются ввести на совпадающих исходах результаты $y(a)$, которые будут измерять интенсивность важных свойств исхода. В некоторых случаях результаты $y(a)$ придется превратить в критерий $W(a)$, измеряющий степень близости к цели операции. В более редких случаях потребуется построить функцию $u(W)$ полезности на оценках $W(a)$ критерия $W(a)$. Все зависит от того, каков конкретно тип «механизма ситуации» и каков вид результата (критерия). Так, даже если «механизм ситуации» однозначный, но результат $y(a)$ векторный, скорее всего, придется строить интегральную функцию ценности на частных функциях ценности отдельных компонентов вектора $y(a)$. Если результат $y(a)$ скалярный, но «механизм ситуации» многозначный, придется строить критерий, который позволит учесть особенности восприятия ЛПР риска (стохастический, поведенческий или «природный» риск). А если и многозначный «механизм ситуации», и векторный результат используются для описания особенностей исходов операции, тогда придется учесть не только тип многозначности исхода операции, но и способ оценки интегральной полезности результатов.

Схема принятия ЛПР частных решений относительно формы критерия графически представлена на рис. 2.2.

Разработаны и широко используются разнообразные по своим свойствам **шкалы** для измерения **значений критериев**. Эти шкалы позволяют в наибольшей степени обеспечить требование высокой информативности при решении задачи и одновременно добиться необходимой простоты и экономии средств при измерениях. Например, если цель измерения — разделить объекты на

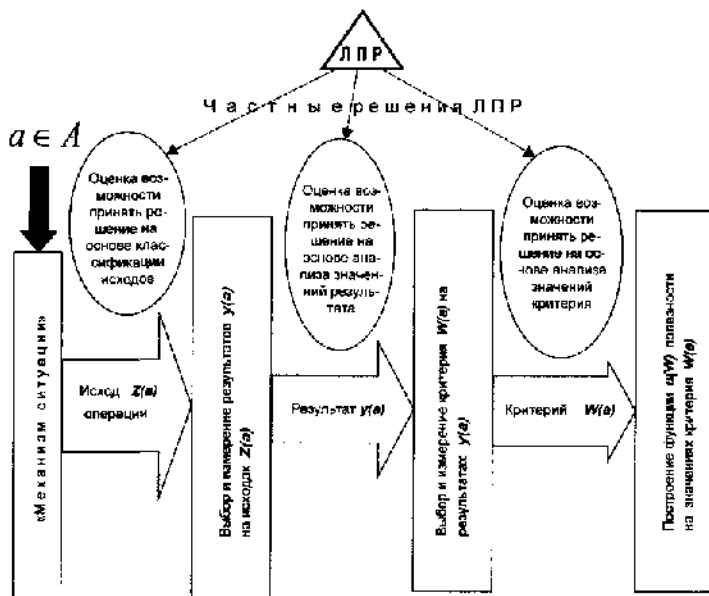


Рис. 2.2. Принятие ЛПР частных решений относительно формы критерия

классы по заданному признаку (например, «пригодны» — «не пригодны»), то используют так называемые *номинальные* или *классификационные шкалы*. При этом приемлемыми являются любые формы представления оценок, которые позволят отделить объекты из разных классов друг от друга. Так, ЛПР может допустить считать все, что «пригодно» — это единица, а все, что «не пригодно» — это ноль. Над значениями оценок в номинальных шкалах можно производить любые взаимно однозначные преобразования и при этом смысл высказываний, задаваемых выражением (2.1), сохраняется.

Если целью измерения будет упорядочение объектов одного класса в соответствии с интенсивностью проявления у них какого-то одного общего свойства, то наиболее выразительной и экономной будет *ранговая шкала*. Например, если общим для характеристики экономической ситуации будет признак «Рост производительности труда», то ЛПР может упорядочить разные способы повышения производительности труда, например, в порядковой шкале со значениями «высокий», «средний», «низ-

кий». Здесь также можно присвоить градациям шкалы числовые значения — ранги. Шкала в таком случае называется ранговой. Например, если первому в упорядоченном ряду способу наступления присвоить ранг, равный 1, второму — равный 2 и т.д., то получим так называемую *прямую ранговую шкалу*. Возможно ранжирование и в *обратных ранговых шкалах*, где более предпочтительному объекту присваивается больший, а не меньший ранг. Оценки в ранговых шкалах допускают любые монотонно возрастающие или монотонно убывающие преобразования.

Номинальные и ранговые шкалы относят к **классу** так называемых **качественных шкал**. Однако в практике достаточно часто встречаются случаи, когда просто качественного суждения об упорядочении альтернатив недостаточно. Например, ЛПР для принятия решения требуется не просто узнать, что одна из альтернатив осуществления повышения производительности труда обеспечивает темп выше, чем другая. Ему еще нужно получить представление о том, на сколько или во сколько раз достижимая для альтернатив производительность труда выше (или ниже). В подобных ситуациях для измерения значений критериев применяют наиболее совершенный класс шкал — **количественные шкалы**. Подклассами количественных шкал выступают *интервальная шкала*, *шкала отношений* и *абсолютная* — самая совершенная из всех шкал. Абсолютная шкала допускает только тождественные преобразования над ее значениями.

Промежуточное положение (в смысле совершенства) между качественными и количественными шкалами занимает *числовая балльная шкала*. В этой шкале оценки критериев выражаются в виде чисел, баллов, начисляемых по установленным ЛПР правилам. Что касается свойств балльных шкал, то чем меньше у них градаций (например, три-пять числовых градаций) и чем проще правила начисления баллов, тем ближе такие шкалы к качественным, ранговым. И наоборот, чем число градаций больше и чем сложнее правила начисления баллов, тем балльная шкала ближе по своим свойствам и возможностям к количественной, интервальной.

Чтобы воспользоваться формальной моделью (2.2) для выбора наилучшей альтернативы, ЛПР должно решить несколько частных задач измерения. В самом начале, руководствуясь принципом цели, ЛПР проводит углубленный анализ своих устремле-

ний. Оно стремится проникнуться пониманием «полезности» достигаемых результатов для решения проблемы.

На этом шаге ЛПР работает по технологии «номинаций»: используя вербальное описание цели операции, ЛПР тщательно моделирует желаемое будущее, формально воспроизводя его в виде требуемого результата. Затем, действуя по схеме «вот эти частные критерии отнести к оценкам «Затрат», а те — к оценкам «Эффекта», руководитель формирует критерий W оценки эффективности решений. Далее осуществляют содержательный анализ факторов, задающих тип «механизма ситуации», формируют концептуальное множество альтернатив, принципиально приводящих к достижению цели операции, и содержательно анализируют его с целью выделить физически реализуемые альтернативы. Это значит, что каждая из альтернатив концептуального множества проверяется на ее приемлемость для ЛПР как в отношении достижения цели операции, так и удовлетворения ограничений по времени (на подготовку и реализацию этой альтернативы) и требуемым ресурсам, необходимым для физической реализации альтернативы.

Когда концептуальные оценки «Затрат» и «Эффекта» в номинальной шкале получены, можно приступать к формальному отсеиванию менее предпочтительных из физически реализуемых концептуальных альтернатив. Менее предпочтительными при этом следует считать те из альтернатив, которые одновременно уступают хотя бы одной из других одновременно по оценкам «Эффекта» и «Затрат». В процессе подобного номинирования получают физически реализуемое допустимое множество A альтернатив, состоящее из «не худших» представителей.

Теперь для каждой альтернативы $a \in A$ следует произвести измерение значений критерия $W(a)$ в более совершенной шкале — ранговой или балльной. В результате получаем оценки $W(a)$ критерия и можем уже делать выводы о «тенденциях», проявляющихся в изменении значений оценок $W(a)$ критериев при изменении альтернатив $a \in A$. Изученные тенденции будут служить главными ориентирами при оценке предпочтительности решений с применением более тонких методов. Для этого на очередном шаге процесса измерения строят модели для получения оценок $W(a)$ критериев $W(a)$ в более совершенных, количественных шкалах типа интервальных. В результате можно более точно ус-

танавливать не только тенденции, но и пропорции в значениях оценок при переходе от одной альтернативы к другой, а при необходимости — построить функцию $u(W(a))$ полезности (обычно в шкале интервалов). Описанная процедура позволяет технологически рационально и сравнительно просто обеспечить выполнение всех предпосылок для решения задачи (2.2). При этом не только возрастает продуманность в действиях ЛПР, не только усиливается доказательный аспект в вырабатываемом решении, но и достигается большая экономия времени на обоснование решений по сравнению с шаблонными или «волюнтаристскими» подходами к решению задач типа 2.2. Эту трехэтапную схему измерений можно условно назвать процедурой «Номинации — Тенденции — Пропорции».

На основании анализа многолетних результатов успешного применения технологии «Номинации — Тенденции — Пропорции» было установлено, что следование этой технологии в ходе всего процесса разработки решений приводит к проявлению полезного эмерджентного свойства. Этот полезный системный эффект проявляется в виде значительного снижения затрат на моделирование, а также на проведение измерений в ходе экспертного оценивания. В частности, опыт автора показал, что при измерениях по технологии «Номинации — Тенденции — Пропорции» можно более чем на половину сократить затраты на обоснование решений по сравнению со случаем, если бы сразу начать строить точные количественные модели или проводить дорогостоящие статистические и экспертные обследования. При этом оказалось, что частота рационального использования разных типов шкал для получения оценок критериев соответствует правилу «80/20» Парето. Например, при исследовании больших (крупномасштабных) проблем, при разработке концепций развертывания масштабных проектов примерно в половине общего числа случаев удалось при обосновании решений ограничиться измерениями в номинальных шкалах; еще примерно половина от оставшегося числа случаев разработки решений соответствовала получению вполне удовлетворительных рекомендаций и «наилучших альтернатив» при использовании всего лишь порядковых шкал. Следовательно, около 75% от общего числа проблем, решаемых в сложных проблемных ситуациях, оказываются вполне обоснованными даже при использовании качественных шкал критериев. И лишь примерно в 25% случаев на этапе де-

тальной проработки решений и проектов ЛПР приходилось прибегать к использованию более совершенных, количественных шкал. Подобный опыт, конечно же, важен, поскольку при анализе проблемных ситуаций затраты на получение информации и моделирование составляют до 80% от общего уровня ассигнований на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки [40,85].

Наконец отметим, что в зависимости от числа используемых для принятия решений частных показателей целесообразно различать **скалярные** и **векторные критерии**. Частные компоненты векторного критерия позволяют измерить предпочтения в отношении какого-то одного, конкретного частного свойства получаемого целевого результата. Эта информация бывает полезной при тонком анализе для того, чтобы различить по предпочтительности близкие или даже эквивалентные «наилучшие альтернативы», выбрать действительно наилучшее решение при слабой различимости значений оценок полезности конкурирующих альтернатив.

2.2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ И КОНТРОЛЛИНГ РЕШЕНИЙ

Главное предназначение ЛПР и конечный продукт его управленческой деятельности — разработка решений. Разумеется, немаловажны и другие его управленческие функции. В компетенцию ЛПР входит организация и проведение всевозможных согласований, руководство планированием операции, постановка задач наиболее важным (ключевым) исполнителям, а также принятие решения на применение санкций к нарушителям договорных обязательств. После того как решение принято, ЛПР лично организует и контролирует всестороннее обеспечение (юридическое, финансовое, материальное и др.) выполнения принятого решения, лично участвует в наиболее важных операциях по контролю за работой своих заместителей, подрядчиков и поставщиков.

Только ЛПР определяет, какие и в каком количестве могут потребоваться резервы при проведении операции, готовит их заблаговременно. Только ЛПР имеет право (и обязано) в форс-мажорных ситуациях немедленно принимать решение и отдавать

распоряжения на задействование резервов, оказание помощи исполнителям. Не менее важной работой ЛПР всегда было обучение руководящего персонала и исполнителей, обобщение опыта, причин успехов и неудач.

По итогам проведенной операции ЛПР лично организует сбор данных о фактически достигнутых результатах и их полезности, дает указания на обобщение опыта выполнения отдельных работ и операции в целом. Это следует делать в обязательном порядке, не жалея времени. Целью этой обязательной процедуры оценки фактической эффективности является накопление личного опыта и пополнение базы данных и базы знаний о причинах успехов и неудач. В будущем такой опыт и знания помогут избежать серьезных ошибок в управлении при решении сходных проблем, повысить эффективность будущих решений.

Таким образом, вырисовывается концептуальная структура принятия решений. Схема процесса принятия решений представлена на рис. 2.3.

Основу принятия всех решений, на всех этапах процесса разработки решений, конечно же, составляют предпочтения ЛПР. Что такое «предпочтения», примерно понимает каждый. Тем не менее позже будет дано специальное толкование этого термина с целью обеспечить его единое понимание в данном изложении и на этой основе достичь ясного представления о сущности технологий выявления, измерения и моделирования предпочтений. Таким образом, целесообразным началом процесса принятия решений должен стать подпроцесс формализации предпочтений. Изучению содержания этого подпроцесса будет посвящен специальный раздел. После того как предпочтения ЛПР формализованы с требуемым в рамках процедуры «Номинации — Тенденции — Пропорции» качеством, получена необходимая информация о предпочтениях, переходят к следующему важному шагу принятия решений — построению так называемой функции выбора.

Функция выбора в теории принятия решений имеет фундаментальное значение. Именно на ее построение в конечном итоге ориентировано решение задач формирования исходного множества альтернатив, анализа условий проведения операции, выявления и измерения предпочтений лица, принимающего решения.

Согласно формальному определению, принятому в ТПР [66], функция выбора — это отображение вида

$$Ch: D \Rightarrow D^*, \quad (2.3)$$

где D — некоторое (исходное для рассматриваемого шага принятия решений) множество;

D^* — подмножество исходного множества (обозначается как $\text{ffc } D$), обладающее известными или заданными свойствами.

Формальное задание функции ценности выражением (2.3) — это не более чем определение. На самом деле получение подмножества D^* из исходного множества D обычно технологически реализуется как итерационный процесс. Вот как, например, в рамках процедуры «Номинации — Тенденции — Пропорции» выделяют подмножество наилучшие альтернативы a^* из исходного множества A альтернатив. Вначале строится функция выбора по измерениям в наиболее надежной, но и менее точной номинальной шкале. Для этого используют качественные суждения ЛПР о предпочтениях. В результате из исходного множества A альтернатив получают первое представление о подмножестве альтернатив $A_1 \subseteq A$, в котором содержится «наилучшая альтернатива», то есть — $a^* \in A_1$. Если ЛПР, проведя неформальный анализ подмножества A_1 , еще не смогло определиться в выборе a^* , то следует продолжить построение функции выбора. Для этого ЛПР должно уточнить измеренные предпочтения, применив более совершенную шкалу для их измерения (например, ранговую или балльную).

Получаем множество A_2 выбора, в котором по-прежнему будет присутствовать «наилучшая альтернатива» a^* . Затем при необходимости можно построить множество A_3 , вновь уточнить предпочтения ЛПР, измерив их в какой-либо из «пропорциональных» шкал, и так далее до тех пор, пока ЛПР уверенно не остановится в выборе «наилучшей альтернативы» a^* .

Следует иметь в виду, что конкретный вид функции выбора, реализующий отображение (2.3), зависит от того, каков «механизм ситуации». Это объясняется тем, что при однозначном механизме ситуации, задающем полную определенность связи «решение — результат» (то есть в условиях определенности), ЛПР выбирает наилучшую альтернативу совсем не так, как оно это делает при неоднозначности указанной связи (то есть в условиях неопределенности). Причина тому — риск, связанный с неопре-

деленностью, который в условиях определенности отсутствует. Но и риск для разных типов неопределенности воспринимается ЛПР по-разному. Поэтому есть различия в построении функции выбора и для разных типов неоднозначного механизма ситуации.

Эти обстоятельства отмечены на рис. 2.3 вариантами построения функции выбора с детализацией их по типу условий неопределенности (в условиях стохастической неопределенности, условиях поведенческой неопределенности и в условиях природной неопределенности).

В результате уточнения вида функции выбора будет получено в общем случае иное подмножество A_2 альтернатив, причем $A_2 \subseteq A_1 \subseteq A$. Теперь ЛПР должно сосредоточиться на анализе этого последнего множества.

Целевое различие в использовании скалярного и векторного критериев определило необходимость отображения на рис. 2.3 в общем случае двух вариантов формы исходных данных и процедур для построения функции выбора — по скалярному или векторному критерию.

Назначение и суть остальных этапов принятия решений, представленных на рис. 2.3, уже достаточно обсуждались, чтобы не уделять им дополнительного внимания. Однако и на этих этапах, и на всех других, где ЛПР проводит работу не в одиночестве, а вместе со специалистами и исполнителями, вся управленческая работа представляет собой достаточно трудный процесс взаимной «притирки», нахождения, так сказать, общего языка.

В связи с этим целесообразно рассмотреть особенности процесса коммуникации, на фоне которого проводится значительная часть консультационной и поисковой работы.

Важным элементом управления является контроль. Именно контроль позволяет реализовать эффективное разделение труда исполнителей, так как предполагает обязательное делегирование полномочий этим исполнителям в соответствии с принципом неокончателности и свободы принятия ими локальных решений. Контроль — это такая же целенаправленная деятельность ЛПР, как и любая другая операция. Поэтому для достижения необходимого эффекта его также нужно тщательно планировать и организовать. Теория управления предусматривает три основных вида контроля:

- **предварительный** — контролируется готовность трудовых, материальных и финансовых ресурсов;



Рис. 2.3. Процесс принятия решений

- **текущий** — контроль работы исполнителя его непосредственным руководителем;
- **итоговый** — контроль ЛПР фактически достигнутых результатов, когда операция закончена или истекло отпущенное на нее время.

Для правильной, научной организации каждого из этих видов контроля следует провести тщательное их планирование, организовать гласное делегирование полномочий исполнителям на принятие ими локальных решений, а также спрогнозировать и глубоко проанализировать возможные форс-мажорные ситуации. Схема организации и проведения контроля в рамках такого подхода к нему реализуется в ходе выполнения трех основных этапов. Она представлена на рис. 2.4.

На первом этапе проводится планирование контроля. Именно здесь на основе глубокого изучения сложившейся проблемной ситуации принимаются решения по главным вопросам.

1-й этап: Планирование контроля

1. Получение ответов на ключевые вопросы контроля:

- ГДЕ возможны нарушения по срокам, ресурсам и качеству работ? (указываются точки и объекты контроля)
- КАКОВЫ значения ПЛАНОВЫХ ЗАДАНИЙ и КАКИЕ величины ОТКЛОНЕНИЙ от них следует считать существенными? (задаются плановые задания по каждому из видов работ, а также — «зоны нечувствительности» по величинам отклонений от этих заданий)
- КАК и ОТКУДА станет известно о существенных отклонениях от плановых заданий? (определяются возможные источники и способы получения информации о существенных отклонениях)
- ЧТО нужно будет срочно предпринять?
(намечаются варианты реакций на существенные отклонения)

2. Принятие решений о заданиях и пороговых значениях величин существенных отклонений

3. Определение номенклатуры и объемов резервов активных средств

2-й этап: Делегирование полномочий исполнителям

1. Доведение до исполнителей критериев для принятия самостоятельных решений (плановых заданий)
2. Определение границ допустимой свободы принятия локальных решений исполнителями (параметров «зон нечувствительности»)

3-й этап: Принятие решений по результатам контроля

1. Получение информации от исполнителей, оценка ее точности и надежности
2. Анализ возможных ситуаций и рациональные решения (если информация оценена как точная и надежная):
 - «Цель достигнута?»:
 - «да» - завершить операцию;
 - иначе...
 - «Задания реалистичны?»:
 - «да» - оказать помощь исполнителю (финансовую, материальную, техническую);
 - иначе - пересмотреть задания и перейти к 1-му этапу

Рис. 2.4. Схема организации и проведения контроля

При этом:

- определяют основные направления контроля — сроки, ресурсы, эффективность и качество исполнения отдельных подопераций и работ;
- определяют основные объекты и точки контроля;
- намечают плановые значения (задания) по главным результатам выполнения подопераций и работ;
- выбирают величины допустимых отклонений от заданий по главным результатам (так называемые существенные отклонения и зоны нечувствительности) и диапазоны свободы принятия решений по неосновным, некритическим работам;
- устанавливают порядок передачи докладов и сообщений (определяются возможные источники и способы получения информации о существенных отклонениях) и порядок взаимодействия при затребовании резервов активных средств при форс-мажорных ситуациях;
- концептуально (на уровне замысла) планируют экстраординарные реакции на существенные нарушения заданий (решают, что нужно будет срочно предпринять в той или иной ситуации);
- планируют объемы резервов основных видов активных ресурсов.

На втором этапе организации и проведения контроля юридически оформляют делегирование полномочий исполнителям по принятию локальных решений по результатам текущего контроля. Основной принцип делегирования полномочий, вытекающий из принципа неокончателности и свободы принятия решений, гласит: руководители на местах с конкретными людьми и ресурсами, а также сами исполнители в конкретной обстановке лучше знают, как выполнить ту или иную поставленную перед ними задачу или работу.

На третьем этапе процесса контроля оцениваются реально складывающиеся ситуации и принимаются текущие решения.

2.3. МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ БАЗОВЫХ ЗАДАЧ ОБОСНОВАНИЯ РЕШЕНИЙ

Вербальная постановка задачи удобна для содержательного анализа и выбора подхода к решению проблемы. Она также незаменима на этапах интерпретации результатов, полученных аб-

страктными методами, и окончательного принятия решений. Формальная постановка задачи помогает эффективнее выбрать наиболее предпочтительный математический метод получения оптимального решения из известных классов методов. Разумеется, иногда удастся сразу разработать формальную постановку задачи, но все же лучше получать ее из вербальной. Это позволит проще осуществлять интерпретацию результатов решения формальной задачи. Процедура формализации вербальной задачи, в общем случае, включает следующие шаги:

- введение обозначений — вводят символы и идентификаторы, обозначающие элементы проблемной ситуации;
- выбор факторов, обозначающих результаты, — вводят результаты, устанавливают направления предпочтений на них;
- построение целевой функции на результатах;
- формулирование ограничений задачи — записывают систему равенств, неравенств и логических условий, моделирующую условия достижения цели и действие объективных законов;
- формирование канонической (принятой за образец) задачи математического программирования.

Следование такому порядку формализации вербальной задачи позволяет эффективно концентрировать внимание на сущности каждого из логически обусловленных шагов, получать результаты с меньшими затратами ресурсов.

Рассмотрим постановки и методы решения наиболее важных задач обоснования решений.

Задача измерения

Если обобщить все сказанное ранее о ЛППР, то станет ясно, что оно — своеобразная «машина по переработке информации». ЛППР только тем и занимается, что все время собирает информацию о текущих и перспективных проблемах, определяет, какая информация необходима для решения тех или иных проблем, лично и через помощников обрабатывает информацию и превращает ее в решение. Решение — это тоже специфическая информация, то есть информация для исполнителей — кому, что, где, когда и с помощью чего сделать. Другими словами, главная

функция ЛПР — информационная. Главный исходный рабочий материал («сырье») для ЛПР — факты, события, сведения, данные, относящиеся к решаемой проблеме. Главный «продукт деятельности» ЛПР — указания для исполнителей. В качестве «побочного продукта» деятельности ЛПР выступают новые знания о проблеме, оформленные в виде выводов и рекомендаций по итогам оценки фактической эффективности реализованного решения.

Итак, вся деятельность ЛПР объективно сводится к непрерывному решению, по сути, только одной задачи — получать, обрабатывать и представлять соответствующим людям требуемую информацию в соответствующее время и в соответствующем месте.

Решать эту задачу следует как можно более эффективно. На практике это означает неукоснительное следование только одному из двух возможных целевых устремлений: или обеспечить как можно более высокое качество информации при заданных ограничениях на затраты ресурсов, или, наоборот, стремиться обеспечить наименьшие затраты на получение, обработку и передачу информации при условии удовлетворения требований к ее качеству. Оценка эффективности желательна получить в форме, удобной для рационального осмысления. Рациональное мышление — это, как правило, мышление научное. А наука, как известно, начинается там, где начинают измерять. В связи с этим целесообразно, прежде всего, рассмотреть постановку и основные методы решения *задачи измерения*.

Рассмотрим, например, как осуществить рациональный выбор проблемы на основе оценки ее важности. Ясно, что представление о важности складывается в сознании ЛПР из оценки и анализа сочетания «свойств» проблемы. Среди таких свойств, прежде всего, следует отметить связь рассматриваемой проблемы со смежными, затем следует отметить временную, информационную и материальную обеспеченность условий ее решения. При этом следует учитывать и возможности собственных ресурсов, и потребности в привлечении внешней помощи. Каждое из этих свойств является проявлением определенных взаимоотношений между элементами системы, которой руководит ЛПР, и элементами внешнего системного окружения. Эти элементы и эти отношения требуется соизмерить и представить в модельном виде, удобном для принятия решений. Мы уже знаем, что изме-

ритель одну и ту же характеристику какого-то объекта можно с использованием разных шкал. При этом эффект измерения в различных шкалах (то есть качество полученных результатов и затраты на их получение) будет различным. Следовательно, для осмысленного, рационального выбора способа измерения следует глубже разобраться в свойствах разных типов шкал.

Для описания типов шкал воспользуемся понятием «эмпирической системы с отношениями». Предположим, что ЛПР представляет реальную действительность в упрощенном виде как модель следующего вида [20]:

$$S_j = \{D, R_j\}, \quad (2.4)$$

где S_j — окружающая ЛПР реальная действительность, именуемая эмпирической системой с отношениями,

D — конкретные элементы рассматриваемой системы, вычлененные ЛПР (взяты как наиболее значимые, существенные) из реальной действительности;

R_j — множество разнообразных соотношений между элементами реальной действительности, учитываемые ЛПР.

Измерение — это специальное и еще более значительное упрощение модели вида (2.4), в ходе которого эмпирическую систему S_j с отношениями отображают в форме абстрактной числовой системы S . Элементами числовой системы S являются числа из нового множества X и специально подобранные отношения R между этими числами. Таким образом, числовая система с отношениями выглядит следующим образом:

$$S = \{X, R\}. \quad (2.5)$$

Теперь, чтобы завершить определение термина «измерение», сделать его конструктивным, потребуем, чтобы система S была гомоморфным отображением системы S_j . Целенаправленный процесс получения информации об эмпирической системе с отношениями и трансформации ее в элементы числовой системы с отношениями называют **измерением**.

Все же следует заметить, что процесс измерения по-разному интерпретируется в физической и социальной областях. Так, в книге К. Берки «Измерения: понятие, теория, проблемы» [20] подчеркивается, что «физическое измерение относится к реаль-

ным объектам, первоначально не зависящим от познающего субъекта». Измерить физическую величину означает сравнить ее с определенным количеством однородной величины, выбранной в качестве единицы. В отличие от физического измерения социальное измерение концептуально связано с человеком, точнее говоря, с такими его субъективными свойствами, как, например, эмоции, желания, то есть с такими его свойствами, которые в принципе не поддаются измерению. В самом широком смысле слова измерение можно трактовать как классификацию объектов или явлений, при которой каждой определенной группе приписывается определенный знак (цифра, буква, слово и т.д.). Это позволяет сравнить одни объекты с другим рядом объектов, измеряемых подобным же образом.

Чтобы реализовать гомоморфное отображение эмпирической системы S_e в числовую систему S , нужно каждому элементу $d \in D$ поставить в соответствие число $x \in X$ так, чтобы, сравнивая числа из множества X по отношению R , можно было бы делать адекватные выводы о взаимосвязи между элементами d . Формально это выглядит так:

$$\begin{aligned} \psi: D \rightarrow X \setminus \{d_i \succsim d^j \iff x(d_i) > x(d_j), \\ d_i \sim d^j \iff x(d_i) = x(d_j)\}. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Содержательно смысл выражения (2.6), описывающего операцию ψ измерения, означает, что какие-то сравниваемые объекты d из реальной действительности мы заменяем их модельными образами, а именно — числами $x(d)$. Делаем это так, чтобы при сравнении чисел $x(d)$ между собой мы могли бы в отношении объектов d делать те же выводы и суждения, как если бы мы сравнивали между собой сами эти объекты. Важно также и то, что соотношение (2.6) в сравнениях между объектами и в сравнениях между числами «двустороннее» (на это указывает знак двойной импликации в выражении).

Для построения технологий измерения важно также заметить, что отображение ψ , удовлетворяющее свойству (2.6), можно выполнить не единственным образом. Пусть, например, имеем две шкалы $\{S_e, S, \psi_1\}$ и $\{S_e, S, \psi_2\}$. Каждая из этих шкал оперирует разными отображениями ψ_1 и ψ_2 . Это приведет к тому, что в результате проведения измерений на одном и том же множестве

ве D объектов для одних и тех же элементов d будут получены два разных результата, а именно: числовые значения $x_1 = \psi_1(d)$ и $x_2 = \psi_2(d)$ соответственно. Числа x_1 и x_2 как результаты измерения в разных шкалах, разумеется, в общем случае будут получены разные. Например, в известном детском мультфильме длину одного и того же удава измеряли в мартышках и в попугаях. При этом, естественно, «в попугаях удав значительно длиннее». Если теперь для двух рассматриваемых нами шкал найдется некоторая функция ϕ , такая, что всегда выполняется соотношение вида $x_1 = \phi(x_2)$, то есть значения одной шкалы однозначно пересчитываются в значения другой, то такую функцию будем называть **допустимым преобразованием шкалы**. Допустимым в смысле того, что безразлично для ЛПР, измерять ли объекты в той или в другой шкале, если выводы из измерения для практики принятия решений будут одни и те же. Разные классы функций ϕ обеспечивают однозначный пересчет оценок x_1 и x_2 в шкале рассматриваемого типа. При этом степень совершенства шкалы будем оценивать через степень адекватности выводов при принятии решений.

Например, если целью принятия решения является ответ на вопрос типа «да — нет» или «хороший — плохой», то для достижения этой цели достаточно использовать номинальные шкалы. Понятно, что более совершенная шкала требует и более значительных затрат на проведение измерения в ней. Другими словами, за более высокое качество выводов и рекомендаций приходится больше «платить».

И тут мы неожиданно приходим к следующему выводу: нет необходимости излишне тратить время и другие ресурсы на проведение измерений в как можно более совершенных шкалах, если требуется сделать выводы, которые легко проистекают из сравнения результатов измерения в менее совершенных шкалах. Это все тот же, уже известный нам принцип Оккама («Не умножайте сущности без необходимости!»).

За формальную оценку степени совершенства шкалы принимают широту класса допустимых преобразований, а именно: чем класс допустимых преобразований шире, тем шкала менее совершенна. При таком подходе наименее совершенной следует считать номинальную (или классификационную) шкалу, поскольку при использовании подобного типа шкал допустима любая замена чисел для обозначения номинаций, лишь бы это

было взаимно-однозначное преобразование. Другими словами, множество допустимых преобразований номинальной шкалы — это множество всех взаимно-однозначных функций. Класс подобных функций чрезвычайно широк, и, следовательно, номинальная шкала наименее совершенная. Порядковые (ранговые) шкалы используют для формального описания и измерения отношений упорядочения на множестве объектов. Разумеется, упорядочение объектов проводится в отношении какого-то общего для них свойства или в отношении какой-то общей цели. Ранговые шкалы позволяют путем сравнения чисел (результатов измерения) установить, что один объект лучше, важнее, предпочтительнее другого или равноценен другому. В то же время порядковая шкала отражает лишь порядок следования объектов друг за другом в отношении рассматриваемого свойства. Такая шкала не дает возможности ответить на вопрос, насколько или во сколько один объект «предпочтительнее» (опережает) другого в отношении этого свойства. В ранговой шкале нельзя определить меру степени упорядоченности. Множество допустимых преобразований такой шкалы составляют все монотонные функции. Шкала интервалов (интервальная) применяется для отображения величины различия между характеристиками объектов. Она позволяет указать, насколько один объект отличается от другого в принятых единицах измерения. Интервальная шкала может иметь произвольное начало отсчета и масштаб. Множество допустимых преобразований данной шкалы составляют все линейные преобразования. Основным свойством шкалы интервалов является сохранение отношения длин интервалов. Примером измерения в интервальной шкале является измерение температуры объекта. Температура чаще всего измеряется в градусах Цельсия, Фаренгейта, Кельвина. Пересчет температуры, например, из градусов $h^{\circ}F$ в шкале Фаренгейта в градусы $t^{\circ}C$ по шкале Цельсия производится по известной формуле $h^{\circ}F = 1,8 \cdot t^{\circ}C + 32$. Частными случаями шкалы интервалов являются шкала отношений (нулевое начало отсчета) и шкала разностей (произвольное начало отсчета и единичный масштаб), а также абсолютная шкала (нулевое начало отсчета и единичный масштаб измерения). Абсолютная шкала считается самой совершенной.

Номинальная и порядковая шкалы относятся к *качественным шкалам*. Шкалы интервалов, отношений, разностей и абсолютная относятся к *количественным шкалам*, которые позволяют устанавливать количественные соотношения между объектами.

Задача получения информации для анализа условий и выявления «механизма ситуации»

На третьем и четвертом этапах проводят анализ условий проведения будущей операции с целью предсказать ее будущий ход и исход. Ясно, что от того, насколько верно и точно ЛПР сможет предсказать будущие условия проведения операции, во многом будет зависеть и то, насколько верно ЛПР найдет подходящие способы достижения цели операции. При этом важно хорошо понять, какие из фрагментов этих условий будут ведущими, главными, а какие — второстепенными, на какие ЛПР сможет повлиять, а с какими ему придется смириться как с неизбежностью. Затем — выделить среди факторов объективные и субъективные. Далее ЛПР следует в каждой из подгрупп объективных и субъективных факторов выделить те элементы, которые способствуют либо, наоборот, мешают достижению цели операции. Именно эти элементы факторов обстановки и должны стать, так сказать, объектами приложения усилий на этапе формирования альтернатив. Схематично процесс подобного умелого анализа условий проведения операции представлен на рис. 2.5.

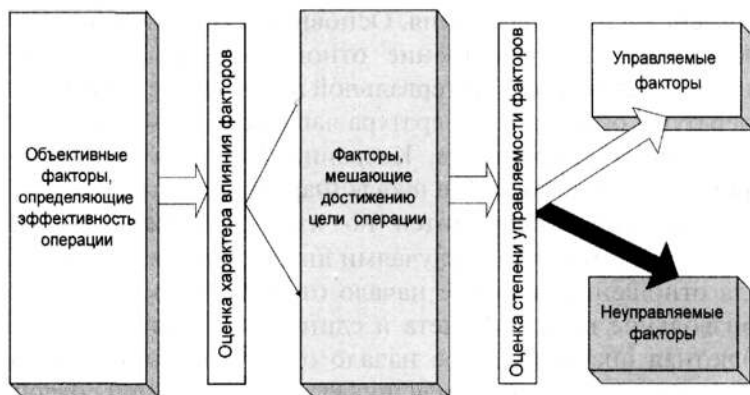


Рис. 2.5. Процесс анализа условий проведения операции

После этого ЛПР останется «только решить», как воздействовать на управляемые факторы, чтобы ослабить отрицательное влияние мешающих и усилить положительный эффект от действия факторов, способствующих достижению цели. Напомним, что управляемые факторы — это те, которыми ЛПР в силах распоряжаться по своему усмотрению, менять их состав, структуру, качество, количество и т.п. Далее ЛПР следует решить, какая информация, какого качества и к какому сроку нужна, а затем выбрать один из доступных источников информации и принять решение о наилучшем способе ее получения из этого источника.

Концептуальная схема классификации источников и способов получения информации представлена на рис. 2.6. Из анализа этой схемы следует, что принципиально есть только три источника информации:

- эмпирические данные (кратко будем обозначать этот источник информации именем «ОПЫТ»);
- знания, личный опыт и интуиция ЛПР (имя источника — «ЛПР»);
- совет специалиста (краткое имя для этого источника — «ЭКСПЕРТИЗА»).

Ясно, что практически чаще всего люди черпают информацию из собственного опыта и знаний, а собственная интуиция помогает им заполнить пробелы в позитивном знании. В исто-



Рис. 2.6. Концептуальная схема классификации источников и способов получения информации

рическом отношении этот источник информации («ЛПР») наиболее древний. Но бывает, что само ЛПР не имеет достаточных знаний или опыта по разрешению стоящей перед ним проблемы. Вообще-то это не такой уж редкий случай. В подобной ситуации ЛПР начинает искать наиболее подходящий источник получения недостающих данных, информации или знаний. Здесь перед ним оказываются две принципиальные возможности: поискать необходимые сведения в одном из «объективных источников», где зафиксирован исторический опыт человечества, или обратиться к «субъективному источнику» — к знаниям, умениям и навыкам признанных специалистов своего дела (экспертам).

По-видимому, использование для принятия решений знаний, навыков и опыта специалистов следует считать исторически следующим шагом в развитии методов управления и разработки решений. ЛПР прибегали к подобному источнику информации («ЭКСПЕРТИЗА») для принятия ответственных решений столь же часто, как и к собственным опыту и интуиции. Однако, если в обыденной жизни человек самостоятельно решает, является ли тот или иной из знакомых ему специалистов «экспертом», то, чтобы считаться экспертом в строгом, научном понимании, человек должен удовлетворять ряду особых требований.

Так, в ТПР считают, что эксперт — это человек, который *лично работает* в интересующей ЛПР области деятельности, является *признанным* специалистом по решаемой проблеме, *может* (умеет и желает) и *имеет возможность* (например, обладает юридическим правом) высказывать суждение по проблеме или вопросу проблемы в доступной для ЛПР форме.

Таким образом, существенными для теории принятия решений характеристиками, отличающими эксперта от иных специалистов, являются:

- признание его заслуг («компетентность»);
- умение высказываться на языке, понятном ЛПР;
- наличие разрешения на высказывание своего мнения;
- личная заинтересованность в сотрудничестве с ЛПР по рассматриваемой проблеме.

Если же специалист, претендующий на звание эксперта, не удовлетворяет хотя бы одному из перечисленных требований, то такой специалист не будет рассматриваться нами как эксперт.

Эксперты выполняют информационную и аналитическую работу на основе своих личных представлений о решаемой задаче. В общем случае представления экспертов могут не совпадать с мнением ЛПР. Такое расхождение во мнениях играет как отрицательную, так и положительную роль. С одной стороны, при несовпадении мнений затягивается процесс разработки решения. С другой — ЛПР может критически осмыслить альтернативную точку зрения или скорректировать собственные предпочтения.

Чтобы повысить личную уверенность в том, что специалист дает дельный совет, ЛПР может обратиться не к одному, а к нескольким экспертам. В связи с этим целесообразно разделять экспертизу на индивидуальную (один эксперт дает информацию по проблеме) и групповую. Понятно, что если вопрос строго конфиденциальный, если время не ждет или если нет возможности спросить у нескольких специалистов ответ на интересующий вопрос, то индивидуальная экспертиза — наилучший способ получения информации. Но если перечисленные ограничения не являются существенными, то, несомненно, групповая экспертиза будет в целом более достоверным и точным способом получения информации. Однако следует иметь в виду, что в ходе групповой экспертизы возможны несовпадение субъективных суждений отдельных специалистов, давление мнения авторитета или «ведомственные» шероховатости. Следовательно, предвидя такую возможность, нужно будет предусмотреть специальные приемы получения и обработки экспертной информации с целью повышения ее качества. Теорией принятия решений разработан специальный комплекс организационных, технических и математических процедур, придающих стройность и логическую обусловленность всему процессу получения, обработки и анализа групповой экспертной информации. Этот комплекс процедур, включающий экспертизу (то есть сам опрос экспертов), а также специальные математические методы обработки и анализа экспертной информации, в ТПР называют **методом экспертного оценивания**.

В любой из указанных постановок задач важно правильно выбрать источник и установить способ получения необходимой информации. Для того чтобы осмысленно решить этот вопрос, целесообразно проанализировать характеристики качества

принципиальных способов получения информации. Наиболее существенные из характеристик способов, отображенных на рис. 2.5, представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Характеристики способов получения информации

Наименование способов	Частные характеристики способов получения информации					
	Точность	Надежность	Достоверность	Полнота	Оперативность	Цена
1	2	3	4	5	6	7
ПОИ: поиск в традиционных носителях информации		*	*	*	низкая	средняя
ПОИ: поиск в базах и банках данных и знаний	*	*	*	высокая	высокая	высокая
ДНИ: проведение натурного эксперимента	очень высокая	высокая	высокая	средняя	очень низкая	очень высокая
ДНИ: математическое моделирование на ЭВМ	*	*	*	*	низкая	высокая
ЛПР	определяются индивидуальными особенностями личности					
Индивидуальная экспертиза	очень низкая	низкая	*	*	высокая	средняя
Метод экспертного оценивания	средняя	средняя	средняя	*	очень низкая	очень высокая

Таким образом, можно считать, что надежность, достоверность и полнота информации — это такие ее качества, которые порождают у ЛПР полную уверенность в успехе процесса разработки решения, не оставляют у него никаких сомнений в том, что сообщенное ему является «истиной» и существенно снижает неопределенность выбора наилучшего решения.

При анализе табл. 2.2 важно иметь в виду следующее. В некоторых ячейках таблицы помещен специальный символ «*». Это означает, что уровень качества сведений, который может обеспечить тот или иной способ, оказывается не выше исходного уровня качества самого рассматриваемого источника информации.

Планирование процесса сбора информации удобно осуществлять с помощью причинно-следственной диаграммы. Такая диаграмма представлена на рис. 2.7.

Диаграмма моделирует, как из основных факторов «механизма ситуации», которые и есть «причины», вытекает результат, то есть «следствие».

Причинно-следственная диаграмма составляется следующим образом. На листе бумаги, посередине проводим горизонтальную стрелку и в ее острие помещаем «следствие» (имя результата, изучаемого вопроса). К линии стрелки сводим стрелки четырех указателей, обозначающих основные факторы. Указатель — это прямоугольник, из которого идет стрелка к линии центральной стрелки, приводящей, в свою очередь, к следствию. Таким построением мы графически моделируем наличие какого-то вклада рассматриваемого фактора в следствие. При этом само обозначение на листе бумаги поля указателя все время подталкивает исследователя к мысли о том, что в это поле нужно внести какую-то информацию, что-то вписать. А это означает, что указатели на диаграмме играют роль специального психологического раздражителя, заставляющего исследователя искать («до полного изнеможения») и находить факторы рассматриваемой

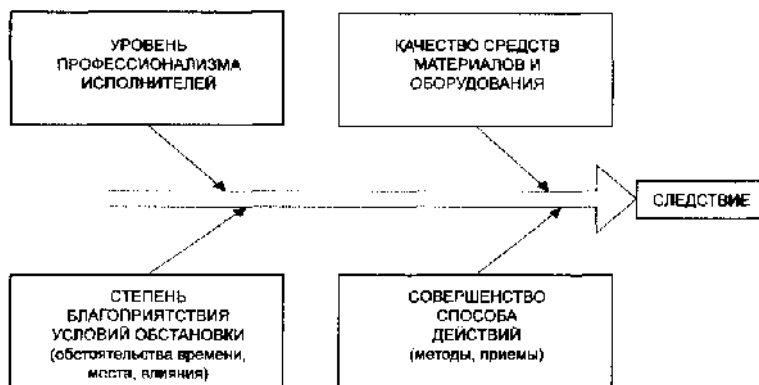


Рис. 2.7. Причинно-следственная диаграмма

категории. После того как все указатели обозначены на листе диаграммы, следует в произвольном порядке (лишь бы не забыть, не упустить что-то существенное) заполнять соответствующие поля.

Еще раз подчеркнем, что порядок заполнения полей никакого значения не имеет, он произвольный. Главное — это сформировать как можно более полный список основных «причин», породивших «следствие». С этой целью в поля указателя для фактора «Качество» вписываем значимые, на наш взгляд, для рассматриваемого исхода, результата или вопроса характеристики уровня профессионализма исполнителей и качества средств, материалов и оборудования. Фактор «Условия» раскрываем через характеристики степени благоприятности условий обстановки (обстоятельства времени, места, возможных влияний других субъектов и др.), а фактор «Способы» описываем через категории, характеризующие совершенство способа действий, такие, как применяемые методы, последовательности выполнения тех или иных трудовых или творческих приемов. В результате удастся довольно быстро сформировать список представительных («значимых») факторов, которые, по мнению ЛПР, следует при-
нять во внимание.

Работу по формированию списка факторов нужно проводить в условиях полного раскрепощения фантазии. Это значит, что на этапе синтеза списка не допускается никакая критика, никакое сомнение в том, включать или не включать претендента в список факторов. Иными словами, на этапе заполнения полей указателей главная цель — как можно больше факторов ЗАПИСАТЬ на бумаге. Именно записать, поскольку это высвобождает мозг исследователя для творческой работы, освобождает от необходимости ЗАПОМИНАТЬ сгенерированную информацию. Этот этап работы с причинно-следственной диаграммой можно назвать этапом генерации причин (этап синтеза причин).

После того как фантазия иссякла и генерация причин завершена, можно приступать к этапу анализа вкладов факторов. Вначале анализ ведется вербально, в качественных шкалах, а на завершающей стадии — в более совершенных количественно-качественных и количественных. Подобный рациональный порядок использования шкал оценок позволяет значительно быстрее получить окончательный ответ на главные вопросы, интересующие ЛПР на этапе планирования процесса сбора инфор-

мации. При этом весьма просто устанавливают не только требуемые номинации и качество важной информации (то есть о чем нужна информация, с какой точностью, достоверностью, полнотой), но и к какому сроку и из какого источника следует эту информацию получать.

Задача формирования исходного множества альтернатив

Если спросить человека, хорошо разбирающегося в проблемах управления, чем он мог бы охарактеризовать степень опытности управленца, то чаще всего можно встретить такой ответ: умением предсказывать ситуацию и быстро находить наилучший способ решения проблемы. Что такое «умение предсказывать ситуацию», мы уже обсудили в предыдущем параграфе. А вот что такое «наилучший способ решения проблемы»? Как вообще сформировать способы достижения цели операции?

Умение ЛПР генерировать новые, нестандартные решения вообще-то отождествляется в сознании многих с искусством. По-видимому, это объясняется тем, что задача формирования исходного множества альтернатив не поддается полной формализации. Поскольку решение подобной задачи — творческий процесс, в результатах которого, прежде всего, заинтересовано ЛПР, главная роль в этом процессе, конечно же, принадлежит ЛПР. Однако прежде чем предложить научный подход к решению этой весьма непростой задачи, определим системные требования, которым множество альтернатив должно соответствовать.

Во-первых, множество альтернатив должно быть по возможности более широким. Это обеспечит в дальнейшем необходимую свободу выбора решений ЛПР и сведет к минимуму возможность упустить «лучшее» решение. Но это первое, принципиальное требование входит в противоречие с естественными ограничениями по времени, месту и возможностям, в которых обычно приходится работать ЛПР. Невозможно бесконечно долго вырабатывать решение. Иначе не останется времени на его реализацию. Поэтому чаще всего на практике от ЛПР требуется выработать решение в кратчайшие сроки. Отсюда немедленно следует второе требование к исходному множеству альтернатив. Это множество должно быть обозримым, достаточно узким, что-

бы у ЛПР осталось больше времени на оценку предпочтительности альтернатив, а у исполнителей — больше времени на воплощение найденного наилучшего решения на практике. Для того чтобы удовлетворить разумным образом указанные противоречивые требования, требуется искусство, а чтобы при этом не сделать грубых ошибок, следует привлечь науку. Так вот, в соответствии с системным принципом декомпозиции, наука вначале рекомендует сформировать множество альтернатив, все элементы которого потенциально, по их облику, скрытым в них возможностям обеспечивают достижение цели.

В случаях детерминированного, стохастического или природно-неопределенного «механизмов ситуации» методика формирования исходного множества альтернатив предполагает совершение достаточно простых действий. В той или иной степени все они сводятся к ряду целенаправленных модификаций управляемых факторов, определяющих эффективность операции. При этом ЛПР исследует возможность одновременно воздействовать на «управляемую» компоненту указанных факторов, так как именно такой способ управления чаще всего приводит к возникновению положительных эмерджентных свойств у будущих альтернатив. При этом если ЛПР намерено воздействовать, например, на качество активных ресурсов, то в таком случае все методы формирования альтернатив относят к категории так называемого **инженерного синтеза**. Если же объектом приложения усилий ЛПР станут факторы из классов «Условия» и «Способы», то будем иметь в виду способы **оперативного синтеза** вариантов решений.

Полученное в ходе инженерного или оперативного синтеза множество вариантов решения проблемы назовем множеством **«целевых альтернатив»**. После получения «целевых альтернатив» из их множества следует отобрать те варианты, которые являются логически непротиворечивыми и могут быть реализованы в отпущенные на операцию сроки. При этом оставляемые альтернативы должны быть обязательно удовлетворены как активными ресурсами, так и отвечать общей системе предпочтений ЛПР. Эти отобранные варианты (из числа целевых) назовем «физически реализуемыми». Таким образом, остальные варианты, потенциально приводящие к цели, но физически не реализуемые, отбрасываем.

Полученное подмножество «физически реализуемых альтернатив» дополняют вариантами, придающими способам необходимую гибкость и устойчивость по отношению к возможным изменениям будущих условий проведения операции. В итоге проделанной работы как раз и получают то, что мы будем в дальнейшем называть **«исходным множеством альтернатив»**.

Что касается технологических приемов реализации представленной общей методики формирования исходного множества альтернатив, то здесь все зависит от того, с каким из теоретических классов задач **ТПР** мы сталкиваемся в конкретной ситуации. По понятным причинам, наибольшие «технологические ухищрения» приходится применять в ситуациях с поведенческой неопределенностью.

Условно все методы формирования множества альтернатив можно разделить на следующие классы, различающиеся степенью формализации применяемых технологий:

- эмпирические (каузальные);
- логико-эвристические;
- абстрактно-логические (математические);
- рефлексивные.

Исторически первыми возникли эмпирические методы. Вначале люди подмечали некоторые общие признаки, присущие тем или иным практическим приемам решения конкретных задач. Затем этот опыт творчески обобщался и превращался в набор правил, как поступать в том или ином случае. Подобные методы применяются и в настоящее время. Например, известна машинная *технология CBR* (Case-Based Reasoning — «метод рассуждений на основе прошлого опыта»). Суть ее в том, что анализируемая ситуация принятия решений сопоставляется в памяти ЭВМ со всеми известными из прошлого сходными ситуациями. Из базы данных машина отбирает несколько ситуаций, похожих на анализируемую, и представляет их ЛПР.

Выбор конкретного решения руководителем (менеджером) основывается на сопоставлении наблюдаемой ситуации с ситуацией из базы данных и корректировки известных для этих ситуаций решений применительно к особенностям рассматриваемого случая.

Логико-эвристические методы генерации множества альтернатив предполагают постепенное расчленение рассматриваемой проблемы или задачи на отдельные подзадачи, вопросы, подопе-

рации и так далее до таких элементарных действий, для которых уже известны эвристические решения и конкретные технологии их исполнения. По частоте применения на практике, пожалуй, именно логико-эвристические методы занимают первое место. Типичные представители логико-эвристических методов — это метод дерева решений и метод морфологических таблиц. Такое положение они приобрели из-за присущей им наглядности, простоты и универсальности подхода, удобства компьютеризации их алгоритмов.

Рассмотрим технологию **метода дерева решений**. Для целостного и единого ее понимания воспользуемся тремя основными понятиями: «важное обстоятельство», «измеримая характеристика», «финальный» элемент. Будем считать «важным обстоятельством» любой фактор, который ЛПР считает необходимым учитывать в процессе работы над проблемой. Важные обстоятельства, свойства объектов или задач, которые можно не только описать вербально, но и измерить, будем именовать «измеримыми характеристиками». Важное обстоятельство, которым заканчивается любая ветвь дерева, назовем «финальным». По аналогии будем пользоваться понятиями финальная подцель, финальная измеримая характеристика.

Как уже отмечалось, вначале на основе логического анализа цели операции ЛПР строит «дерево целей». Это — первый этап. При этом дерево целей следует строить или на основе детального описания «желаемого» состояния (цели), или декомпозиции «действительного» состояния (что в нем не удовлетворяет ЛПР, что необходимо устранить). По сути — это одно и то же, ведь **ЛПР** должно уяснить, «чего оно хочет». Однако по форме логической деятельности — это разные подходы (как синтез и анализ).

Если дерево целей строится на основе анализа «желаемого» состояния, процедуру ветвления удобнее отображать графически. Результат построения дерева целей не является однозначным. Это происходит из-за того, что каждое ЛПР само решает, когда закончить ветвление целей. На втором этапе в построенном дереве целей каждой из финальных частных задач ставят в соответствие известный из практики способ ее решения. В результате получают «дерево решений». Но поскольку дерево целей — субъективный продукт творческой деятельности ЛПР, то и дерево решений, скорее всего, получится уникальным, так как

ЛПР определяет, какие принять эвристические способы решения тех или иных финальных задач.

Если процесс декомпозиции проводится в ходе анализа сущности «действительного» состояния, то в этом случае ЛПР стремится выявить те «важные обстоятельства», которые, по его мнению, необходимо обязательно изменить для достижения цели. Эти важные обстоятельства также изображают в виде дерева. После этого ЛПР опять-таки остается только заменить в полученном дереве все важные финальные обстоятельства на конкретные эвристические способы их изменения и получить дерево решений. Особенность технологии построения дерева решений путем декомпозиции «действительного состояния» заключается в том, чтобы каждое из важных обстоятельств можно было бы описать измеримой характеристикой. Если такое требование выполнено, то можно утверждать, что представление «действительного состояния» будет однозначным. На практике степень однозначности восприятия определяется степенью совершенства шкал, используемых для описания финальных элементов.

Наконец, следует иметь в виду, что все полученные методом дерева решений варианты могут быть взаимоисключающими или совместимыми. Если варианты взаимоисключающие, то число возможных альтернатив равняется числу ветвей в дереве. Для случая совместимых решений количество альтернатив определяется числом допустимых сочетаний решений. Достоинством метода дерева решений являются наглядность и логическая полнота множества альтернатив. Недостаток этой процедуры — его громоздкость (впрочем, этим грешат все графоаналитические методы).

Метод морфологических таблиц, с одной стороны, представляет определенную модификацию метода дерева решений. С другой стороны, на определенном этапе работы ЛПР абстрагируется от сущности финальных эвристических методов или приемов с целью сгенерировать нетрадиционные (неизвестные ранее) варианты. Для этого активно применяется метод декомпозиции для неформального и абстрактного (формального) этапов процесса работы метода.

Вначале (неформальный, эвристический этап) выписывают в произвольном порядке известные способы решения поставленной задачи. Затем эти способы анализируют (формальный, логический этап) с целью выявления у них общих системных свойств.

Действуя таким образом, можно выделить классы способов действий и объектов приложения усилий. Имена этих классов далее используются как рубрики морфологической таблицы (имена строк и столбцов). Для облегчения построения морфологической таблицы обычно придерживаются следующей последовательности действий:

- внести в морфологическую таблицу способы решения задачи из составленного списка;
- рассмотреть последовательно каждую незаполненную клетку таблицы. При этом на основе своего личного опыта, интуиции или с помощью экспертов сформулировать хотя бы одно простое решение для рассматриваемой комбинации объекта приложения усилий и способа действий.

К числу абстрактно-логических (математических) методов генерации альтернатив отнесем те, которые позволяют отвлечься от сущности конкретных действий или приемов работы, сосредоточиться только на их последовательности. Для этого обычно приходится вначале построить математическую модель проведения всей операции. Типичными представителями таких методов формирования исходного множества альтернатив являются методы формирования планов выполнения взаимосвязанных работ (методы сетевого планирования и управления) и методы календарного планирования [84, 85].

Рефлексивные методы генерации альтернатив используют в том случае, когда ведущим типом неопределенности является поведенческая. Метод основан на последовательном выдвижении гипотез о возможных целях другого субъекта операции и формировании ответных реакций в предположении, что тот не изменит своей линии поведения ни при каких обстоятельствах. Формируют список возможных альтернатив Л. ПР. После того как это сделано, начинают вести «параллельный список» ответных реакций оппонента. Сформированный список ответных реакций затем анализируется с целью отыскания слабых мест и возможных контрдействий субъекта операции на какое-либо действие оперирующей стороны. Таким образом, «параллельные списки» альтернатив субъектов поочередно корректируются и уточняются. Рефлексивный процесс «действие—контрдействие» повторяется до тех пор, пока множества действий и реакций не стабилизируются.

Особый класс образуют методы формирования альтернатив для случая, когда решение вырабатывает «групповое ЛПР». В подобном коллективном органе управления всегда можно увидеть и полное, и частичное совпадение интересов участников процесса разработки решений, и различного рода столкновения интересов. Часто несовпадения интересов объясняются неодинаковой трактовкой целей действий, из-за индивидуальных особенностей восприятия проблемной ситуации. Иногда это может быть следствием умышленных действий отдельных суверенных участников «коллективного ЛПР». Типичный пример — ведомственные интересы или целенаправленная деструктивная политика. Это весьма свойственно экономическим, социальным и политическим конфликтам. Именно в таких ситуациях наиболее эффективны как раз рефлексивные методы.

Задача оценки альтернатив

Согласно парадигме «рациональных решений» осознанный выбор решения должен производиться только на основе сравнения по предпочтительности результатов, которые обеспечивает в операции та или иная из альтернатив. В связи с этим весьма важными оказываются взаимосвязанные задачи оценки альтернатив и моделирования предпочтений ЛПР. Понятно также, что предпочтения ЛПР в отношении ценности альтернатив должны выявляться не абстрактно, а только для конкретных значений соответствующих им результатов в рассматриваемой операции. При этом задача получения результатов для оценки альтернатив имеет как бы первостепенное значение.

Итак, задача оценки альтернатив имеет главной целью получение для каждой альтернативы значений связанных с ней результатов, характеризующих интенсивность существенных свойств исходов операции. Эту задачу, в принципе, нецелесообразно и не следует решать в отрыве от задачи формирования исходного множества альтернатив. В то же время из методических соображений задачу оценки альтернатив целесообразно рассматривать как самостоятельную, поскольку только так можно выявить ее особенности.

Сформулируем задачу оценки альтернатив следующим образом.

Дано: Множество A альтернатив ЛПР, характеризующих порядок использования имеющихся ресурсов для достижения цели операции; множество S факторов, задающих условия проведения операции по достижению цели, и их количественные и качественные характеристики; тип «механизма ситуации».

Требуется: Оценить значение результата $y(a,s)$ (в общем случае векторного) для каждой из альтернатив множества A в условиях S .

В зависимости от типа «механизма ситуации» результат $y(a,s)$ применения альтернативы $a \in A$ в условиях $s \in S$ будем понимать по-разному.

Если механизм детерминистский, то результат $y(a)$ зависит от альтернативы $a \in A$ однозначно, условия $s \in S$ фиксированы и определяют лишь вид отображения $A \rightarrow K$.

Для стохастического механизма ситуации в общем случае каждой альтернативе ставится в соответствие вероятностное распределение $F_s(y)$ векторного результата, условия s фиксированы и определяют вид распределения вероятностей. Для других типов механизма ситуации будем искать множество возможных значений векторного результата $y(a,s)$.

Разумеется, информацию о значениях (оценках) результата $y(a,s)$ для любых из перечисленных типов механизма ситуации можно получить из тех же источников, о которых говорилось в п. 1.3.2. Однако основным средством получения новой информации для принятия решений в отношении крупномасштабных проблем все же следует считать моделирование.

Часто представители старой школы управленцев, а также люди, не слишком искушенные в вопросах моделирования, под словами «модель», «моделирование» склонны понимать лишь математические модели и процесс их создания. На самом деле, при рассмотрении этих понятий в непосредственной связи с основными задачами управления легко понять, что это далеко не так. Важно сразу получить правильные ответы на два наиболее часто поступающих и весьма характерных вопроса типа: «Для чего управленцу нужна модель?», а также — «Какие и для исполнения каких функций управления следует использовать модели?»

Обобщенные ответы на первый из двух приведенных гипотетических вопросов (о целях моделирования, основных характеристиках моделей и способах моделирования) сведены в табл. 2.3

**Обобщенные данные о целях моделирования
и основных характеристиках моделей**

Основные возможные цели моделирования (использования моделей)	Наименования рекомендуемых типов моделей	Рекомендуемый способ моделирования
1	2	3
Узнать (или познать) что-либо о реальной действительности	Концептуальные и когнитивные модели	Натурные макеты, графические (когнитивные) диаграммы, деловые игры, имитационные модели
Передать кому-то знания, опыт, научить чему-либо	Дидактические (обучающие) и развивающие модели	Вербальные и графические модели, аудиовизуальные формы (фильмы), игровые модели
Произвести расчеты чего-либо по заданной схеме	Расчетные модели	Математические модели, графические диаграммы
Разъяснить кому-либо достоинства и недостатки чего-то, прояснить какой-то вопрос, раскрыть содержание замысла	Демонстрационные модели	Вербальные и графические модели, аудиовизуальные формы (фильмы), игровые модели
Оптимизировать предварительный вариант решения	Оптимизационные модели	Натурные макеты и эксперименты, математические модели
Отыскать информацию, «подсказать» как, где, что, когда и т.п.	Информационно-справочные системы	Традиционные вербальные и графические (текстовые) формы, базы данных, базы знаний, модели искусственного интеллекта
Отработать навыки в выполнении стандартных приемов или работ, проверить гипотезы о значениях основных параметров работ	Тренажеры	Макеты, игровые модели, модели с виртуальной реальностью

При этом ясно, что для выбора способа моделирования необходимо сразу определить не только объект моделирования, но и его предмет.

Вспомним, что **объект** — это то, что противостоит субъекту в его познавательной, преобразующей или другой деятельности, а **предмет** — то, на чем конкретно сосредоточены эти усилия в деятельности субъекта.

Факторы, определяющие эффективность решений: объективные («качество», «условия», «способы») и субъективные («рассудительность», «инициатива», «характер», «опыт»). Предметы моделирования при разработке решений также не слишком многочисленны, если учесть особенности целей управления. Так как главной задачей управления все же является управление людьми, то ЛПР постоянно приходится что-то этим людям объяснять, чему-то их учить, как-то формировать их умения и навыки и т.п. В ходе постановок задач исполнителям, обучения подчиненных, при осуществлении контрольных функций ЛПР очень часто приходится в упрощенном виде объяснять, воспроизводить, имитировать или форму какого-то объекта или явления, или — содержание. В зависимости от конкретной ситуации, а также для придания своим действиям большей выразительности ЛПР может образы формы и содержания объекта представлять как в статике, так и в динамике.

Для имитации формы объекта хорошо подходят механические образы (копии, макеты и т.п.), графические («видеомодели»), вербальные и звуковые образы («аудиомодели»). А чтобы адекватно воспроизвести содержание объекта, помимо уже перечисленных средств ЛПР может прибегнуть или к специально построенным «мыслительным технологиям» (например, прибегнуть к фантазиям и эвристикам в ходе «мозгового штурма»), или использовать математические символы и операции над ними, то есть построить математическую модель. Если же существо управляемого или изучаемого процесса, явления определяется тем, какие конкретно действия предпримут какие-то определенные субъекты операции, то ЛПР целесообразно назначить специальных людей выполнять в упрощенном виде главные из реальных функций тех субъектов, существенно упростить исследуемую ситуацию с сохранением ее главных черт и воспроизвести моделирование в специальной динамической форме,

так называемой игровой модели. Понятно, что динамические модели предмета более информативны, даже если это касается воспроизведения его формы. Например, анимация местности с изменяющимся масштабом изображения от «птичьего полета» до «взгляда с высоты муравья» дает более выразительный образ местности, чем ее статический макет. Рекомендуемые для использования типы моделей представлены в последней колонке табл. 2.4.

При разработке моделей, в ходе процесса моделирования очень важно учесть, на каком уровне иерархии управления действует пользователь. Это очень важно, если учесть, что на каждом из таких уровней свои функции, задачи, традиции, представления о «входной» и «выходной» информации. Обязательно нужно учитывать управленческий статус пользователя. Но сколько уровней рассматривать? Оказывается, вполне достаточно рассматривать всего лишь четыре концептуальных уровня иерархии управления. В табл. 2.4 отображены основные типы моделей, которые целесообразно рекомендовать управленцам различного концептуального статуса. Реально на практике уровню «исполнителя» соответствует управленец категории до мелкой фирмы, уровню «администратор» — до среднего и крупного предприятия (фирмы), «руководитель основного звена отрасли» — концептуально моделирует управленца до уровня отделов и управлений министерства, а «высшее руководство» — это уровень министерства и выше.

Техническая разработка модели проводится по общей схеме разработки решения на операцию. Начинается все с определения цели и задач моделирования. Разумеется, что это — прерогатива Л. ПР. Цель определяет назначения модели, задает общий характер входной и выходной информации. При этом понятно, что выходная информация по характеристикам точности, надежности и достоверности не может быть лучше входной. Что касается других показателей качества выходной информации, например полноты, содержательности, выразительности и др., то здесь связь не столь однозначна. После этого цель декомпозируют, превращая ее в набор обозримых и понятных задач моделирования. Каждая из этих задач отражает определенный элемент достижения цели с привязкой к временным и ресурсным фрагментам ее достижения, к объектам приложения усилий и исполнителям.

Типы моделей, рекомендуемые управленцам различного статуса

Концептуальный уровень иерархии управления	Главные функции на концептуальном уровне иерархии управления	Рекомендуемые для использования типы моделей
1	2	3
«Исполнитель»	Исполнение точно поставленных задач, детальных указаний; минимум свободы принятия решений (только в части нюансов технологии исполнения задания)	Информационно-справочные системы, оптимизационные модели, тренажеры
«Администратор»	Руководство группой исполнителей или небольшими отделами организации, принятие решений о тактике действий, выбор способа распределения небольших объемов активных ресурсов	Информационно-справочные системы, расчетные модели, дидактические (обучающие) и развивающие модели
«Руководитель звена отрасли»	Руководство крупной организацией, определение подробной тактики действий и элементов стратегии поведения, участие в разработке решений по стратегическим вопросам	Когнитивные и демонстрационные модели
«Высшее руководство»	Определение политики и выбор стратегии	Концептуальные и когнитивные модели

Затраты на разработку модели, ценность полученных результатов $y(a,s)$ моделирования во многом определяются совершенством приемов разработки и использования моделей. Возможно, что главная причина, почему модели еще недостаточно используются руководителями, которые просто обязаны применять их в силу своего статуса, заключается в том, что эти ЛПР опасаются их или не понимают. Сегодня уже пора принять как аксиому, что ЛПР, для которых предназначены модели, просто обязаны принимать участие в постановке задачи и установлении главных требований по их качеству. Можно с уверенностью сказать: ко-

гда это имеет место, само применение моделей и эффект от их использования увеличиваются не менее чем вдвое.

На начальном этапе процесса моделирования используют математические модели наибольшей степени обобщения факторов, учитывающих лишь самые заметные закономерности — так называемые **концептуальные модели** (это самый «мелкий масштаб» исследования). Затем уточняют объект и предмет исследования и дополняют модель, внося в нее большее число факторов и измеряя их характеристики в шкалах промежуточной степени совершенства («средний масштаб»). Наконец, когда пользователь настолько определился в объекте и предмете моделирования, что выделил конкретный элемент из реальной действительности и решил, какие именно закономерности воспроизвести во всех деталях, проводят детальное моделирование (самый «крупный масштаб» исследования) с использованием наиболее совершенных, количественных шкал. На завершающих этапах моделирования, предшествующих моменту принятия решений, целесообразно применять оптимизационные математические модели для поиска наилучших решений и игровые модели (например, учения, деловые беседы и игры, семинары, конференции, исследовательские игры и т.п.). Из-за значительных временных и организационных затрат делать это целесообразно или для проверки отдельных теоретических выводов и рекомендаций, или для отработки элементов будущего решения.

Чтобы достичь высокой эффективности процесса моделирования при столь широком охвате участников, важно обеспечить высокую интерпретируемость результатов моделирования и хода основных его этапов. Поскольку методы, используемые в аппарате **ЛПР** высшего концептуального уровня иерархии, в частности — в аппарате Министерства финансов РФ или Министерства экономики, как правило, просты и «старомодны», самое важное — уметь довести до участников процесса моделирования его суть и основные цели. Модель должна быть оформлена в виде обозримых и понятных функциональных блоков (в пространстве, времени, в задачах). При построении основных блоков математической модели, особенно блоков ввода-вывода информации, обязательно следует учитывать уровень специальной подготовленности и статус основных пользователей. Это позволит разработчикам правильно оценить возможную реакцию пользователей. Излишне сложная модель может быть восприня-

та пользователями как угроза их авторитету и отвергнута ими. Вот почему для построения эффективной модели лицам, принимающим решения, и специалистам по теории принятия решений и моделированию рекомендуется работать вместе, взаимно уязвывая потребности каждой стороны.

Но как быть, если даже на вопрос о приближенных исходных данных для моделирования, пользователи реагируют болезненно, высказываясь приблизительно так: «...но у нас ведь нет таких данных...?» или «...кто же нам даст эти данные...?» и т.п. Здесь разработчик модели должен проявить твердость и не жалеть времени на доказательство невозможности изменить существующее положение дел иным способом, как только добыть требуемую информацию. Разработчик должен убедить ЛПР в том, что тезис об «отсутствии соответствующих данных» попросту означает, что раньше решения принимались без должного обоснования. Кроме того, научный опыт принятия решений свидетельствует о том, что, если в решении фигурируют данные даже на уровне догадок, выраженные в качественных или промежуточных шкалах, то это все равно существенно лучше, чем если бы требуемые данные вовсе не учитывали.

Пользователей нередко занимает проблема доказательства адекватности, «правдивости» модели. Но на самом деле его интересует, главным образом, справедливость тех выводов и рекомендаций, к которым он придет на основе результатов моделирования. Таким образом, на самом деле управленцев волнует не справедливость самой структуры модели, а ее функциональная полезность. Такого процесса, как «испытание» правильности модели, не существует. Вместо этого разработчик в ходе создания модели должен провести серию проверок с целью укрепить свое доверие к модели [99]. На этом основании мы рекомендуем каждому ЛПР мысленно разделить все используемые им модели на «объяснимые» и «полезные». Первые — это те, которые удовлетворяют всем необходимым для моделирования теориям, допущениям, ограничениям, и их адекватность подтверждена на практике. Следовательно, в отношении таких моделей незачем отвечать на вопросы об их научной обоснованности и точности. Второй класс моделей — это те модели, которые менее строго, формально обоснованы, однако ЛПР имело возможность не раз убедиться в полезности использования на практике результатов моделирования на них. В любом случае ясно, что только практи-

ка может ответить на вопрос, адекватна модель или нет. Следовательно, если оценка фактической эффективности, полученная после проведения операции, показывает, что использование результатов моделирования оказалось полезным, то рекомендуем ЛПР считать такую модель *адекватной целям и задачам моделирования* и больше не терзаться вопросами «теоретической обоснованности и точности». Лучше уделить больше внимания вопросам представления информации по результатам моделирования. В этой задаче большую пользу может оказать изучение эффективных технологий и приемов, изложенных в специальной литературе [21].

Задача моделирования предпочтений. Основные модели предпочтений

Пусть теперь результаты $y(a,s)$ для каждой из альтернатив получены. Тогда для выбора наилучшей альтернативы a^* необходимо вначале измерить с помощью функции выбора $u(y(a,s))$ степень предпочтительности результатов, а затем — решить задачу оптимизации полезности. Теоретически предпочтения можно выявлять и измерять не только на результатах операции. Это можно делать на множестве элементов произвольной природы.

Для того чтобы абстрагироваться от качества объектов, на множестве которых выявляют предпочтения ЛПР, и сосредоточиться на сущности самой задачи моделирования предпочтений, вводят понятие некоего абстрактного множества сравниваемых объектов. Поскольку элементы множества будут предъявляться ЛПР для сравнения по предпочтению, этому множеству присвоено специальное название — **множество предъявления**.

Вербальная постановка задачи моделирования предпочтений задается следующими высказываниями.

Дано: Описание цели операции, условий ее проведения, сведения о значениях основных факторов, определяющих предпочтения ЛПР, об особенностях личности ЛПР и т.п., «множество предъявления»

Требуется: Найти функцию выбора, упорядочивающую элементы «множества предъявления» в соответствии с предпочтениями ЛПР.

Проанализируем задачу. Прежде всего заметим, что существительное «предпочтение» происходит от глагола «предпочесть»,

то есть признать преимущество перед кем-нибудь или чем-нибудь, признать одно лучшим по сравнению с другим. **Предпочтение** — это выражение субъективного отношения кого-то к представленным ему на выбор объектам. Например, известно, что братья Сергей Михайлович и Павел Михайлович Третьяковы (первый — на посту градоначальника, а второй — в период основания известной картинной галереи в Москве) своим девизом считали слова: «Выгода — превыше всего, но честь — дороже выгоды!» [1]. В то же время указанная «определенность» отношения индивида к выбору среди альтернатив диктуется не только тем, что его выражает определенное лицо. Здесь, как мы заметим, также имеются в виду и вполне определенная цель, которую преследует в своих действиях это лицо, и определенные условия достижения цели. Такое толкование показывает, что «принятие решения» и «предпочтение» — понятия родственные не только семантически, но и «технологически». Другими словами, мы вновь убеждаемся, что **принять решение** — это и есть сделать обоснованный выбор среди имеющихся альтернатив. Предпочтение — это вполне субъективное мнение конкретного человека, выраженное для вполне определенной цели и во вполне объективных условиях. Нет предпочтений без субъекта. Нет предпочтений вообще, безотносительно к целям. Нет предпочтений без конкретизации условий достижения цели. Нет субъектов или объектов хороших или плохих в каком-то абсолютном смысле слова. В связи с этим становится понятным смысл еще одной из аксиом ТПР: *«Не бывает наилучших решений вообще. Каждое решение может считаться наилучшим только для конкретной задачи, только в конкретных условиях и только для конкретного ЛПР»*.

Итак, теперь уже становится понятно, что для решения поставленной задачи, для того чтобы построить функцию выбора, следует вначале выявить и измерить предпочтения ЛПР. С этой целью ЛПР предлагают сравнить элементы множества предъявления и делают это по определенным правилам. В результате от ЛПР можно получить не только так называемые «элементарные суждения», но и более сложные, завязанные в систему суждения. Это так называемая **система предпочтений ЛПР**, то есть система его личных внутренних психологических установок, заставляющих его в ситуациях выбора совершать тот или иной определен-

ный поступок. Таких поступков для ситуации выбора **ТПР** предполагает только два:

- уверенный выбор только одного из объектов среди множества предъявления, так как ЛПР считает именно этот объект лучше по сравнению со всеми другими;
- уверенный выбор нескольких объектов среди представленных, причем все выбранные объекты ЛПР считает «одинаковыми», то есть не обладающими преимуществами друг перед другом и одновременно — лучшими по сравнению со всеми остальными, невыбранными объектами.

Предпочтения как первопричина поступков — это результат сложной психической деятельности ума человека. При формировании предпочтения сознание человека ориентируется на объективные и субъективные факторы, как эмоциональные, так и рациональные их компоненты. Причем, как установлено, эти компоненты далеко неравнозначны по своему вкладу в поступки человека. Остановимся подробнее на субъективных факторах, определяющих предпочтения ЛПР. На рис. 2.8 графически отражена структура и значимость вкладов отдельных элементов психической деятельности ЛПР в его поступки.

Рациональная, «открытая» компонента системы предпочтений формируется в процессе жизни индивида в ходе разработки условных рефлексов. На нее влияют образование, служба и выполнение других «формальных» обязанностей.

Эта составляющая предпочтений исторически более «молодая», быстро меняющаяся под влиянием воздействий окружающей среды. Поэтому она более индивидуальна и специфична для людей каждого конкретного социального статуса. Этих фрагмен-



Рис. 2.8. Структура вкладов в поступок ЛПР отдельных элементов его психической деятельности

тов психической деятельности совсем немного, и обычно индивид открыто признает их для себя и для окружающих, подчеркивая тем самым свою индивидуальность (поэтому их и принято называть «открытые»). Но, как оказывается, влияние таких, открыто признаваемых элементов психической деятельности, ничтожно мало. Однако именно они и придают решениям индивида своеобразие в силу особенностей, присущих конкретной личности.

Эмоциональная компонента системы предпочтений более «старая». Она сформировалась как результат работы правого полушария и подкорки головного мозга человека. Архаичные, родовые, генетические (наследственные) факторы, являющиеся элементами «бессознательной» деятельности мозга человека, уходят корнями в бесчисленные нравственные, моральные, религиозные, этические традиции, чувства и потребности того народа, той расы, к которой принадлежит индивид. Поэтому они оказываются наиболее устойчивыми и «влиятельными» [46, 63, **75**]. Эти элементы бессознательного образуют, так сказать, душу расы, объясняют сходство индивидов одного народа и вносят решающий вклад в поступки ЛПР. Это те самые «традиции сотен предшествующих поколений, которые, — по образному выражению Маркса, — тяготеют как кошмар над умами всех живущих на Земле». Эти фрагменты психической деятельности хранятся глубоко в подсознании индивида и недоступны, неизвестны ему самому. Они всплывают из подсознания человека самопроизвольно, в момент принятия очень важных решений. Индивид не в силах управлять этими «бессознательными» механизмами психической деятельности ума. Это самые мощные, но и самые незаметные (даже для самого индивида) факторы предпочтений. Вот почему люди одной расы практически сходны в своих поступках при принятии решений.

Второй по значимости вклад в поступки индивида вносят те элементы его психической деятельности, которые базируются на осознаваемых им, но скрываемых от других («тайных») фрагментах деятельности его ума. Этот вклад в поступки ЛПР при осуществлении выбора несравненно меньший, чем вносят «бессознательные» фрагменты его психики.

Таким образом, становится понятно, что именно «тайные» и «открытые» фрагменты сознательного в деятельности ума индивида объясняют отличия этого индивида от других индивидов

того же народа, той же расы. Эти особенности являются отпечатком социальной среды, в которой достаточно длительное время пребывает этот индивид. Если «бессознательные» элементы психики уподобить мощному, но почти незаметному течению большой реки, то «тайные», а тем более «открытые» фрагменты психической деятельности — это отдельные завихрения на ее поверхности или рябь от ветра. Иногда из-за ряби на поверхности воды, ряби, которая движется против течения реки, может показаться, что река течет вспять, но это — не более чем иллюзия. Не эти элементы диктуют выбор ЛПР.

В дальнейшем будем полагать, что ЛПР может сравнить между собой любые два элемента d_i и d_j из множества предъявления D , и при сравнении двух указанных произвольных элементов для ЛПР имеет место всегда один из трех альтернативных вариантов суждения [44]:

- а) элемент d_i предпочтительнее элемента d_j ;
- б) оба предъявленных элемента одинаково предпочтительны;
- в) элемент d_j предпочтительнее элемента d_i .

Случаи а) и в) означают, что если многократно предъявлять эти элементы ЛПР, то его выбор среди них будет всегда однозначен (только первый — в случае а и только второй — в случае в). При многократном предъявлении элементов в случае б) ЛПР всегда отвечает, что выбор одного из этих элементов ему безразличен. Других вариантов суждения (например, «я не могу ничего сказать» или «я не знаю») не должно быть.

Если это так, то говорят, что предпочтения ЛПР обладают свойством полноты. Кроме того, идеальные предпочтения ЛПР на предъявленном множестве элементов должны обладать свойством направленности (транзитивности). Это означает, что если ЛПР последовательно сравнивает три каких-то элемента попарно, то есть первый и второй, а затем второй и третий и при этом, например, считает, что первый предпочтительнее второго, а второй — третьего, то при предъявлении ему первого и третьего элемента его вывод должен быть однозначен — «первый предпочтительнее третьего».

О том, какие из известных способов выявления предпочтений целесообразно использовать в тех или иных ситуациях разработки решений, о технологических особенностях процедур проведения опроса лиц, чью систему предпочтений стремятся смоделировать, можно прочитать, например, в [48, 66]. Мы же

дадим краткую характеристику некоторых наиболее распространенных приемов. К ним относят сортировку, попарное сравнение, ранжирование и частично — балльное оценивание, а также попарные сравнения с грациями. Каждый из перечисленных способов обладает определенными, свойственными ему характеристиками качества, в частности, такими, как точность, надежность, оперативность, сложность получения и др. Сразу оговоримся, что здесь мы перечислили эти технологические приемы в порядке возрастания точности измерения предпочтений и сложности получения результата.

Сортировка. ЛПР должно разделить элементы множества предъявления на некоторые предложенные классы. Например, множество возможных сценариев развития некоего конфликта отнести к классам «благоприятные» (конфликт быстро угаснет) и «неблагоприятные» (перманентный конфликт). Сортировка требует от ЛПР незначительной сосредоточенности, но высокой профессиональной подготовленности, так как объекты сравниваются по целой совокупности свойств. Поэтому оценки могут оказаться не вполне надежными. Сортировка дает результаты в номинальной (классификационной) шкале.

Попарное сравнение — сравнительно простой способ выявления элементарных предпочтений. Чаще всего при попарном сравнении ограничиваются простой констатацией того, что один из элементов предпочтительнее другого или объекты равноценны. В этом случае попарное сравнение есть измерение в номинальной шкале. Это удобно и просто. Чаще всего выбирают шкалу со следующими значениями: «1» — отражает факт предпочтительности первого элемента над вторым (соответственно «0» — не предпочтительности), а «0,5» — факт равноценности этих элементов по предпочтительности. В общем случае попарное сравнение не дает полного упорядочения элементов, поэтому иногда, когда можно выявить степень предпочтения, используют порядковые или близкие к интервальным шкалы.

Ранжирование — это способ выражения предпочтений, заключающийся в расположении предъявленных элементов в порядке возрастания (так называемое прямое ранжирование) или убывания (обратное ранжирование) их предпочтительности. При ранжировании каждому элементу в упорядоченном ряду приписывают натуральное число, называемое рангом элемента. Таким образом, при прямом ранжировании более предпочти-

тельному элементу будет приписано меньшее натуральное число, а при обратном — большее. Для упрощения процедуры иногда допускают нестрогое ранжирование. При нестрогом ранжировании несколько элементов могут занимать одинаковое место в ранжировке по предпочтительности, и им будет приписан одинаковый ранг. Ранжирование — это измерение в порядковой шкале.

При большом количестве элементов ранжирование удобно проводить способом «медианного сравнения», который требует лишь попарного сравнения. Вначале берут два любых элемента из множества и упорядочивают их. Затем берут третий элемент и сравнивают его с лучшим из первых двух, уже упорядоченных. Если новый элемент лучше, чем лучший из уже упорядоченных, то его «размещают» в упорядоченном ряду на первом месте; если он хуже лучшего, то его сравнивают с худшим и таким образом определяют его место. Затем берут следующий (четвертый) элемент и сравнивают его в паре с медианным (средним в ряду уже упорядоченных) элементом из трех первых элементов, определяя «левый» или «правый» полуряды для дальнейшего уточнения места четвертого элемента, и так далее.

Элементарные суждения в виде результатов попарного сравнения, сортировки и ранжирования выражаются всегда в качественных шкалах.

Балльное оценивание. Оно заключается в том, что каждому элементу из множества предъявленных, ставят в соответствие число (балл), характеризующее меру его предпочтительности перед другими. Указанные числа — балльные оценки — выбирают из специальной балльной шкалы. Оценивание в балльной шкале рекомендуется проводить тогда, когда предпочтительность элемента устанавливается по строгим правилам, не допускающим неоднозначного толкования. При этом обязательно следует иметь в виду, что чем правила назначения баллов проще, размытее, тем ближе шкала балльных оценок (по своим свойствам и допустимым преобразованиям над их значениями) к ранговой. И наоборот, чем правила начисления баллов строже, точнее, детальнее, тем оценки в балльной шкале ближе по своим свойствам к интервальным, количественным.

Для выражения предпочтений в случае неоднозначного механизма ситуации часто используют так называемые *субъективные вероятности*. В этом случае от опрашиваемого лица необхо-

можно получить оценки степени возможности появления тех или иных альтернатив, проявления именно тех или иных условий и т.п. Эти оценки выражают в виде неотрицательных чисел, сумма которых равна единице, причем каждое из них отражает степень уверенности ЛПР в том, что при проведении операции может реализоваться та или иная из предъявленных ему для сравнения ситуаций.

Разумеется, такое «прямое» оценивание нельзя считать точным. Поэтому процедуру оценки субъективных вероятностей ситуаций часто совмещают с более надежными методами выявления элементарных суждений, такими, как сортировка и ранжирование или попарное сравнение.

Формирование методов разработки решений по управлению стохастическими рисками

3.1. ОБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СТОХАСТИЧЕСКОГО РИСКА

Стремление к риску или его избегание проявляются в процессе личного выбора субъектом тех или иных стратегий на практике, а именно: склонный к риску предприниматель наверняка предпочитает альтернативу со случайными исходами, среди которых один из исходов значительно предпочтительнее другого, получению скромного результата. Не склонный к риску субъект предпочитает руководствоваться критериями, так сказать, «гарантированного» результата. Например, если есть возможность оценить какую-то альтернативу либо по критерию среднего результата, либо — по величине дисперсии, то не склонный к риску субъект выберет в качестве критерия дисперсию, чтобы оценить степень разброса возможных результатов.

Но не только это обстоятельство — склонность или не склонность к риску — следует принимать во внимание. Сами величины результатов и величины вероятностей их получения воспринимаются разными субъектами по-разному. Например, так называемые «объективисты» воспринимают результаты в соответствии с их значениями, номиналами. Можно просто утверждать, что для «объективиста» полезность результата изменяется линейно с изменением его значения. Индивидуальная «оценочная

функция» для значений результатов у такого субъекта линейна. А вот у «субъективистов» проявляются искажения в оценке полезности результатов. Одни из них субъективно преувеличивают ценность малых значений результатов, другие — преуменьшают ценность больших. Есть и другие субъективные проявления восприятия ценности результатов.

Как же должен поступить какой-то конкретный предприниматель, чтобы выбрать адекватный критерий оценки альтернатив в условиях стохастического риска? Что ему делать, если он не проводил специальных исследований в отношении особенностей собственной оценки риска и восприятия ценности тех или иных значений результатов и вероятностей? Главный совет — в точности следовать принципу Оккама: «не умножать сущности без необходимости». Это значит, не следует усложнять процесс принятия решения, если с использованием самых простых, объективных критериев, традиционно применяемых в теории вероятностей, он может сделать уверенный выбор среди представившихся ему альтернатив. Рассмотрим, например, рискованные альтернативы, представленные в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Рискованные альтернативы для сравнения

Альтернативы	Характеристики доходности альтернатив			
	Среднее значение $M[y]$, руб.	Дисперсия $D[y]$, $\times 10^4$ руб ² .	СКО σ_y , руб.	Коэффициент вариации v_y
a_1	100 000	57 600	24 000	0,24
	60 000	62 500	25 000	0,42
	70 000	25 600	16 000	0,23

Основные характеристики случайной величины y доходности этих альтернатив — среднее значение $M[y]$ (мы также обозначали его m_y) и дисперсия $D[y]$ (мы использовали обозначение D_y) величины прибыли. Кроме того, в табл. 3.1 представлены и дополнительные характеристики: среднее квадратическое значение (СКО) σ_y и коэффициент вариации v_y .

Совершенно понятно, что вне зависимости от особенностей индивидуального отношения к риску любой человек предпочи-

тает жить, руководствуясь рациональной жизненной позицией: «лучше быть здоровым и богатым, чем бедным и больным». Другими словами, любой нормальный предприниматель стремится увеличивать среднее значение $M[y]$ будущего дохода и одновременно уменьшать дисперсию $D[y]$ величины прибыли.

Следуя подобной жизненной позиции, предпринимателю, анализирующему альтернативы, представленные в табл. 3.1, лучше сразу отвергнуть альтернативу a_2 , как имеющую меньшее среднее значение $M[y]$ будущего дохода и одновременно большую его дисперсию $D[y]$ по сравнению с альтернативами a_1 и a_3 . Пожалуй, с таким решением никто спорить не будет. И поэтому в табл. 3.1 данные для отвергнутой нами альтернативы a_2 мы выделили темным фоном. А вот отдать предпочтение какой-либо из оставшихся альтернатив a_1 и a_3 так просто не удастся: альтернатива a_1 лучше, чем a_3 по величине среднего дохода (среднее значение у нее равно 100 000 руб. против 70 000 руб.), но хуже по показателю разброса возможных его значений (дисперсия $57\,600 \cdot 10^4$ руб.² против $25\,600 \cdot 10^4$ руб.²).

Справедливости ради нужно сказать, что, хотя дисперсия у альтернативы a_1 более чем в два раза выше, чем у a_3 , это не значит, что разброс значений дохода у альтернативы a_1 вдвое хуже. Не следует забывать, что дисперсия имеет размерность квадрата измеряемой случайной величины. Чтобы устранить подобное недоразумение, на практике лучше разброс значений дохода оценивать или средним квадратическим отклонением (СКО) случайной величины дохода (обычно обозначают через σ), или — коэффициентом вариации (мы обозначили его через v). По определению СКО случайной величины (его еще называют стандартным отклонением) равно положительному корню квадратному из величины ее дисперсии, то есть

$$\sigma_y = +\sqrt{D[y]}.$$

Что касается коэффициента вариации, то по определению он вычисляется только для величин, у которых среднее значение не равно нулю, и равен отношению СКО к модулю среднего значения, а именно:

$$v_y = \frac{\sigma_y}{|M[y]|}.$$

В результате получается, что альтернатива **a₁** не только лучше, чем **a₂** по величине среднего дохода, но они практически эквиваленты по значениям коэффициентов вариации величин доходов (0,24 и 0,23 соответственно).

Если предприниматель все же еще не решается сделать свой выбор, ему следует воспользоваться известным из статистики неравенством Чебышева (это неравенство — одна из теорем закона больших чисел, который открыл выдающийся российский математик П.Л. Чебышев). Неравенство Чебышева имеет вид:

$$P(|\tilde{y} - M[y]| \geq \mu) \leq \frac{D[y]}{\mu^2}.$$

Согласно этой теореме, если у случайной величины, имеющей произвольное распределение вероятностей, дисперсия не бесконечна, то вероятность того, что ее значение отклонится от среднего значения — не важно, в большую или в меньшую сторону — на величину, не менее чем **μ**, не превосходит значения $\frac{D[y]}{\mu^2}$. Иными словами, поскольку под знаком вероятности в вы-

ражении для неравенства Чебышева стоит модуль разности случайной величины и ее среднего значения, то верхняя граница значения вероятности распределяется на два события: **y** > M[y] и **y** ≤ M[y].

Однако чаще все же предпринимателей волнует вероятность получения доходов ниже средних ожидаемых. В таком случае, пользуясь неравенством Чебышева, достаточно просто можно получить приближенную оценку недополучения доходов, если предположить, что распределение вероятностей величин доходов примерно симметрично. Для этого просто нужно значение верхней границы для вероятности поделить на два.

Пусть, например, предпринимателя интересует, с какой вероятностью значение случайной величины **y** дохода для первой альтернативы, из представленных в табл. 3.1, окажется не больше, чем 70 000 руб. (это значение среднего результата для третьей альтернативы). Тогда, учитывая, что 10 000 — 70 000 = = 30 000 = 1,2 **σ_y**, можно записать:

$$P(\tilde{y} \leq 70000) = P(100000 - \tilde{y} \geq 30000) \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{D[y]}{30000^2} = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{D[y]}{(1,2\sigma_y)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{D[y]}{1,44\sigma_y^2} = \frac{1}{2,88} \approx 0,35.$$

Возможно, оценка вероятности такого события поможет предпринимателю сделать свой выбор. Но предположим, что все равно он не может решиться. Это означает, что ему мало одних только числовых характеристик случайного результата. В таком случае следует для каждой альтернативы более подробно проанализировать само распределение случайного результата. Для этого необходимо воспользоваться понятием функции распределения. По определению функция распределения — это вероятность того, что случайная величина y окажется строго меньше какого-то фиксированного значения t :

$$F(t) = P(y < t).$$

Если случайная величина y относится к дискретному типу и известен ее вероятностный ряд $P(y = \kappa)$, который имеет, например, возможные значения $\kappa = 0, 1, 2, 3, \dots, t-1, t, t+1, \dots, K$, то

$$F(t) = \sum P(y = \kappa).$$

А если y — это непрерывная случайная величина с плотностью $f(y)$, то $F(t) = P(y < t) = \int_{-\infty}^t f(y) dy$.

Пусть функция распределения $F(t) = P(y < t)$ случайной величины y дохода построена. Тогда для анализа риска и выбора наилучшей альтернативы предприниматель может применить принцип стохастического доминирования. Этот принцип также обусловлен уже обсуждавшейся нами рациональной жизненной позицией, только звучит применительно к стохастическому риску так: «тот вариант действий лучше, для которого выше вероятность получения более предпочтительного результата».

Другими словами, для того чтобы установить, какой из двух вариантов a_1 или a_3 для предпринимателя лучше, ему необходимо последовательно «перебрать» все возможные текущие значения t величины дохода y и проверить, какая из вероятностей больше $P(\tilde{y}(a_1) > t)$ или $P(\tilde{y}(a_3) > t)$.

Если для всех значений $y = t$, например, оказывается, что выполняется неравенство

$$P(\tilde{y}(a_1) \geq t) \geq P(\tilde{y}(a_3) \geq t)$$

или эквивалентное ему неравенство

$$Fa_1(t) < Fa_3(t),$$

то, следовательно, альтернатива a_1 ничуть не хуже альтернативы a_3 (коротко это утверждение можно записать математически так: $a_1 \approx a_3$). В таком случае также говорят, что альтернатива a_3 стохастически доминируется альтернативой a_1 . Проверку на доминируемость по правилу весьма удобно проводить визуально. Для этого следует изобразить графики функций $Fa_1(y) = P(\tilde{y}(a_1) < t)$ и $Fa_3(y) = P(\tilde{y}(a_3) < t)$ в одной системе координат и выбрать ту альтернативу, график функции распределения для которой лежит геометрически ниже.

Покажем, как это выглядит. В качестве примера в табл. 3.2 представлены значения (в процентах) функции $Fa(y)$ распределения предполагаемого дохода y для четырех гипотетических альтернатив.

Т а б л и ц а 3.2

Значения функции $Fa(y)$ распределения результатов (%)

Альтернативы	Величина предполагаемого дохода, тыс. руб.									
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
a_1	15	40	60	70	80	85	90	95	97	99
a_2	0	0	30	55	70	80	85	87	89	90
a_3	0	5	9	11	18	20	22	27	29	30
a_4	0	0	0	5	12	22	45	70	90	95

Сравнительный анализ данных табл. 3.2 показывает, что альтернатива a_1 доминируется альтернативами a_2 , a_3 и a_4 , которые между собой несравнимы по принципу стохастического доминирования. На рис. 3.1 представлены графики функций распределения результатов для этих альтернатив.

Очевидно, что рассмотренное нами отношение стохастического доминирования несовершенно, так как неравенство в пра-

вой части выражения может не выполняться для всех значений результата. По этой причине предприниматель может задаться вопросом: может ли он назвать хотя бы один из уровней притязаний? Под уровнем притязаний мы договорились понимать любой результат, достижение которого отождествляется в сознании предпринимателя с успехом операции. Например, это может быть некий уровень доходов, превышение которого вполне устраивает нашего предпринимателя.

Если уровень ^{удовлетворения} притязаний как требуемый результат выполнения предпринимательской операции определен, то остается для каждой альтернативы определить вероятность получения результата не хуже требуемого. Пусть, например, из значений, представленных в табл. 3.2, нашего предпринимателя вполне устроили бы доходы, имеющие величину, не ниже значения 600 000 руб.

То есть, иными словами, его вполне устроило бы, если бы по завершении операции доход достиг бы уровня 600, 700, 800 и 900 тыс. руб. В случае подобных предпочтений наилучшей следует считать альтернативу a_3 , поскольку именно для этой альтернативы вероятность события $P(\bar{y}(a_3) > 600\,000)$ оказалась наибольшей.

В том случае, если случайный результат предпринимательской акции проявляется в процессе последовательного формирования обстоятельств, можно рекомендовать применить байесовский подход. Байесовский вывод принимает во внимание не только данные наблюдений, но и интересующие исследователя



Рис. 3.1. Графики функций распределения результатов для альтернатив

субъективные вероятности. С помощью этих данных могут быть выведены значения других вероятностей, которые также необходимо учитывать.

Порядок событий в данных расчетах не имеет значения. И, как мы уже знаем, если события независимы в том смысле, что одно событие не повлияет на вероятность происхождения другого, то вероятности всех событий просто перемножаются. Применение байесовского вывода можно привести на примере с брокером, прибегнувшим к услугам консультанта, чтобы принять решение о покупке 100 тыс. т. железной руды у дальневосточного правительства по цене значительно ниже мировой, по \$5 за тонну [20].

На рис. 3.2 приведено дерево событий, включающее в себя первоначальные оценки брокером вероятностей того, что отчет консультанта будет положительным (или — отрицательным) при условии, что поддержка правительства на совершение сделки действительно будет (или — не будет) получена. Далее применяется так называемое «обращенное» дерево вероятностей, моделирующее идею байесовского подхода. Такое дерево представлено на рис. 3.3. В случае использования для анализа риска «обращенного» дерева вероятностей производится оценка вероятности

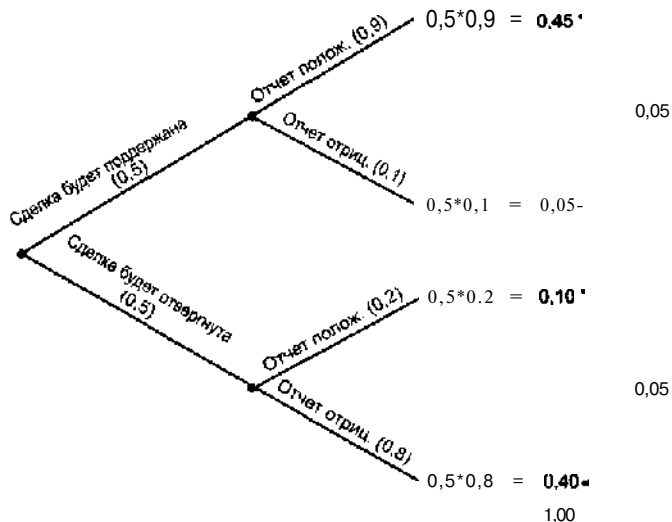


Рис. 3.2. Дерево событий

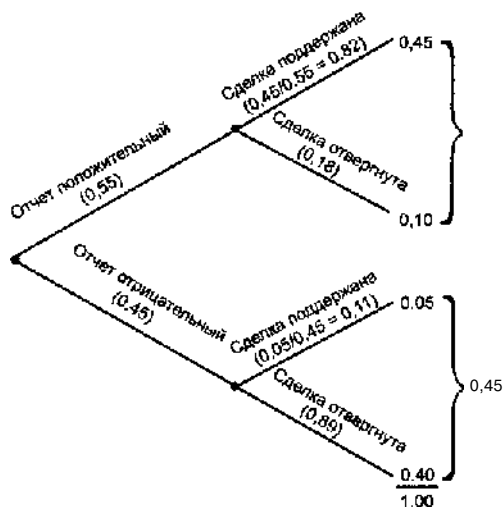


Рис. 3.3. «Обращенное» дерево вероятностей

стей поддержки (отвержения) сделки при условии положительности (отрицательности) отчета.

Таким образом, очевидно, что переоцененные вероятности отличаются от интуитивно определенных брокером. Однако не обязательно, что впоследствии полученные вероятности «лучше», чем предыдущие. Но, по крайней мере, они находятся в лучшем соответствии с остальными вероятностями в данной модели.

3.2. СУБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СТОХАСТИЧЕСКОГО РИСКА

Но что, если и это не помогло нашему предпринимателю определиться в выборе? Исследования, например, показывают, что для каждой величины дисперсии результатов существует вполне определенная компенсирующая величина среднего результата, делающая вариант решения для предпринимателя вполне привлекательным. Другими словами, как мы уже отмечали, предприниматель может пойти на риск не оттого, что риск для него «привлекателен» (имеет положительную ценность), а потому,

что он рассчитывает на получение более высокого положительного эффекта. Так вот, в подобных ситуациях ему уже просто необходимо учесть индивидуальные особенности оценки полезности значений результатов и субъективного восприятия риска.

Приходится не ограничиваться использованием только объективных характеристик распределения результата. Использование объективный показатель для учета риска имеет очень существенный недостаток — не существует нормативной теории, которая позволяла бы четко указать, когда и какой (какие) объективный показатель адекватно отражает предпочтения ЛПР в ситуации выбора в условиях стохастической неопределенности. Этого недостатка лишены аксиоматические методы построения функции выбора наилучшей альтернативы, которые не только дают теоретическую основу для качественного учета особенностей отношения ЛПР к вероятностным распределениям на множестве результатов, но и позволяют дать им обоснованную количественную оценку в виде функции полезности.

В теории ожидаемой полезности определяют функцию полезности $u(y)$ случайных результатов y , математическое ожидание которой полностью определяет предпочтения ЛПР на лотереях с учетом индивидуального отношения к риску.

Модель ожидаемой полезности (МОП) — наиболее старый вариант нормативного подхода к принятию решений. Считают, что истоки модельных построений принятия решений восходят к Блезу Паскалю, который предложил тактику выбора в азартных играх: выбирай ту альтернативу, при которой будет максимальным произведение возможного выигрыша на его вероятность. Затем эту идею подхватили и начали активно разрабатывать Д. Бернулли, а затем и П. Лаплас. Однако совершенную форму, пригодную для практического использования ему придали Дж. фон Нейман и О. Morgenштерн (1947 г.) и А. Эдварде (1954 г.). Термин «полезность» был обоснован Д. Бернулли в 1738 г., когда он дал схему соотношения богатства и полезности выигрышаемых денег. Л. Сэвидж в 1954 г. создал теорию, в которой допускались неожиданные субъективные альтернативы. Родилось понятие субъективной вероятности. Было введено понятие субъективной ожидаемой ценности. С тех пор это понятие стало использоваться наравне с понятием объективной величины исхода.

Обозначим функцию полезности через $u(y)$. Согласно аксиоматической теории полезности отношение предпочтения на множестве альтернатив a моделируется с использованием математического ожидания $M[u(y(a))]$ функции полезности для этих альтернатив:

$$a_1 \succsim a_2 \Leftrightarrow M[u(y(a_1))] \geq M[u(y(a_2))] .$$

Другими словами, если функция полезности задана, то полезность произвольной лотереи на результатах y лотереи определяется ожидаемой полезностью результатов этой лотереи. В частности, одна из наиболее известных функций полезности — функция Бернулли, задающая полезность определенных количеств денег, получаемых в ходе случайной реализации исходов.

Теперь о практических приложениях функции полезности для предпринимательства. Так, наиболее известны две функции полезности денег. Одна из них — квадратичная функция полезности с положительными параметрами (функция полезности фон Неймана и О. Моргенштерна), задаваемая выражением $u(y) = \alpha y - \beta y^2$. Разумеется, рассматривается только восходящая ветвь на неотрицательных значениях результата y . Отмечается, что широкое ее использование объясняется теоремой Неймана—Моргенштерна о том, что при определенных естественных допущениях экономическое поведение направлено на максимизацию ожидаемого значения функции полезности. Другая, не менее распространенная — это логарифмическая функция полезности: $u(y) = \log_a y$, для $a > 0$.

Несколько иной подход к учету субъективной стороны выбора предлагают приверженцы теории проспектов — это представители когнитивной психологии, которая более всего использует постулаты и представления экономики и математики, — рекомендуют наилучший исход выбирать на основе полезности результата для этого исхода, умноженной на вес результата, а не на вероятность.

К такому выводу авторы теории проспектов пришли, анализируя субъективное восприятие величин вероятностей. Проиллюстрируем проявления искажений в восприятиях вероятностей на следующих известных примерах. Так, например, если обычному человеку предъявить два упорядоченных набора из пяти чисел: (1, 2, 3, 4, 5) и (5, 1, 3, 5, 1), то он вряд ли сочтет равнове-

роятными эти последовательности, даже если они формируются путем равновероятного независимого выбора каждой очередной цифры из множеств {1, 2, 3, 4, 5}. Более того, около 70% испытуемых обычно считают первую последовательность весьма маловероятной в силу ее регулярности; то есть «степень сходства» регулярной последовательности с нерегулярной оценивается как весьма малая для случайностей.

По этой же причине при оценке вероятностей человек может игнорировать объемы выборок. Например, если вероятность некого элементарного события равна 0,5; то вероятности сложных событий типа «элементарное событие наступило 8 раз из 10» и «элементарное событие наступило 800 раз из 1000» часто воспринимаются субъектом как одинаковые, хотя второе событие объективно менее вероятно. Далее. Оказывается, что если обычного человека попросят оценить, например, техническую надежность определенной марки легкового автомобиля, то, прежде чем вынести суждение, он припомнит поломки, возникавшие у подобных автомобилей у него самого, его друзей и знакомых. И если число поломок в известных ему случаях было значительным, он вынесет суждение о весьма низкой вероятности безотказной работы автомобиля данной марки.

Установлено также, что, стремясь к выравниванию вероятностей различных по правдоподобности событий, человек переоценивает объективную вероятность маловероятных событий и одновременно недооценивает вероятность очень правдоподобных. Кроме того, выяснено, что человек гораздо выше оценивает вероятность выигрыша, чем вероятность проигрыша. Тверски и Канеман выделили несколько эффектов, проявляющихся при принятии решений [55]:

- «эффект определенности» — люди переоценивают однозначные исходы по сравнению с высоко вероятными, они стабильно предпочитают \$3000 наверняка лотерее (\$4000; 0,8) или же лотерею (\$3000; 0,9) лотерее (\$6000; 0,45), а также лотерею (\$6000; 10^{-3}) лотерее (\$3000; 2×10^{-3}), причем запись типа **(\$y; p)** обозначает розыгрыш лотереи с исходами \$y и \$0 (ноль долларов) с вероятностями p и $1 - p$ соответственно;
- «эффект изоляции» — если выигрыш в лотерее — это участие в другой лотерее, то вероятности первой и второй лотерей человек не перемножает, он рассматривает лотереи

изолированно друг от друга, и в результате не работает аксиома свертывания;

- при выборе люди учитывают не итоги выбора, а различие в состоянии до и после выбора;
- имеет место качественный сдвиг при изменении вероятностей от 0,9 до 1,0 или от 0,0 до 0,1 по сравнению, например, с изменением с 0,5 до 0,6; другими словами, переходы от невозможного к маловероятному или от высокой вероятности к абсолютной уверенности отличаются от любых других трансформаций в центре вероятностной шкалы;
- наблюдается существенная асимметрия **S-образной** функции полезности для выигрышей и потерь. Отсюда: в ходе коммерческих и политических переговоров каждая из сторон более чувствительна к потерям, в результате чего компромиссные решения обеими сторонами воспринимаются как более проигрышные;
- > • «эффект рамки», или влияние контекста на восприятие альтернатив: если альтернативы сформулированы в терминах приобретений, то выбирают то, что безопаснее, надежнее и т.п., а если они сформулированы в терминах потерь, то люди выбирают более рискованные решения (однако не все исследователи с этим согласны).

В итоге оказывается, что:

- человек переоценивает объективную вероятность маловероятных событий и, одновременно, — недооценивает вероятность очень правдоподобных;
- человек считает событие тем более вероятным, чем легче и быстрее можно запечатлеть в памяти примеры событий этого типа;
- человек гораздо выше оценивает вероятность выигрыша, чем вероятность проигрыша;
- > • при оценке вероятностей событий люди не принимают во внимание объем выборки;
- независимые события человек часто рассматривает как зависимые и др.

Предложенная в теории проспектов функция весов представляет собой монотонную функцию от вероятностей, имеющую указанные особенности. В том числе, низкие вероятности недооцениваются, средние и высокие переоцениваются, причем

последний эффект выражен сильнее, чем начальный. В области малых вероятностей веса по величине меньше, чем соответствующие им вероятности.

Один из авторов теории, А. Тверски, в соавторстве с Фоксом в 1995 г. показал, что в крайних областях вероятностей исходов (от 0,0 до 0,1 и от 0,9 до 1,0) вступают в действие два психологических эффекта. Один — оценка переходов от «невозможного в возможное», другой — из «возможного в наступающее наверняка». Они задействуют сдвиг по шкале «уверенность-неуверенность» в возможности исходов, а не по вероятностной шкале.

В работе других авторов (Миллер и Фогли, 1991) рассмотре-

1 2

ны иные диапазоны переходов: от k_1 к k_2 , причем в последнем случае событие переходит в категорию «субъективно возможного», а не только «неопределенного». В итоге вместо ожидаемой величины выигрыша вводится представление о «мере полезности». В теории проспектов используется представление «весов решений», которые не подчиняются аксиомам вероятностей и не должны интерпретироваться как «меры убежденности» (Шумейкер, 1994 г.). «Веса решений» лишь монотонны по вероятностям и отражают общую привлекательность лотерей [55].

Принимая решения, люди демонстрируют искажения вероятностных оценок, зависимость выбора от контекста (например, «эффект рамки»), подмену частотного оценивания уверенностью и др. Для осуществления выбора между гипотезами или оценки вероятностей гипотез значительную роль играет процесс получения информации. Байесовский подход рассмотрел в своей книге еще Ю. Козелецкий. Экологический (частотный) подход развил Гигеренцер (Gigerenzer). Иногда возникают ситуации принятия решений, в которых неопределенность относится к тем факторам, которые лишь предположительно (и в этом смысле — «вероятно») могут повлиять на выбор субъекта. Например, характеристики альтернатив могут сулить большую или меньшую вероятность тех или иных результатов для них, факторы условий (внутренних или внешних) влияют на восприятие той или иной информации. Особенно отличают влияние на вероятность вынесения того или иного условия факторов времени и последовательности.

Эффекты последовательности, или влияние порядка получения информации впервые были зафиксированы в 1946 г. С. Ашем.

Двум группам испытуемых Аш предъявлял один и тот же список свойств личности (зависть, упрямство, критиканство, импульсивность, трудолюбие, ум), но в прямом и обратном порядке. Оказалось, что действует эффект первичности — более сильное влияние на выносимое решение относительно свойств личности индивида производят те элементы, которые занимают первые три места в списке, практически независимо от того, что именно это за элементы. В ситуациях, когда люди знакомятся с противоположным мнением, эффект первичности проявляется в том, что они остаются более подверженными влиянию первого впечатления, то есть первоначально полученных аргументов.

Иногда наоборот — именно последние из полученных сообщений оказывают наиболее сильное впечатление. Наблюдается эффект недавности. Особенно это заметно в ходе дебатов, публичных разбирательств и т.п. Вопрос, каким выступать, таким образом, далеко не так прост. Оказывается, все зависит от времени, через которое выносится решение. Если решение выносится сразу после окончания дебатов, то наиболее сильно проявляется действие эффекта недавности, а если решение выносится спустя некоторое время после окончания дебатов, — эффект первичности. Об эффектах первичности и недавности необходимо постоянно помнить, принимая решения при подготовке и проведении деловых встреч и бесед, о которых мы будем еще говорить чуть позже.

Стоит заметить, что существование и характер проявления эффектов первичности и недавности хорошо усвоены адвокатами в судебной практике. Так, Н. Миллер и Д. Кэмпбелл проводили в середине 90-х годов XX в. деловую игру, в которой инсценировался судебный процесс, где истец требовал возмещения ущерба, нанесенного ложным обвинением. Восемь вариантов последовательности событий, которые рассматривались в этой деловой игре, схематично представлены на рис. 3.4 [55].

Испытуемые выносили вердикт, который и был принятием решения по делу. Существенным фактором оказалось время вынесения этого приговора. Если о решении спрашивали через неделю после прослушивания выступлений сторон, то проявлялся эффект первичности (3 и 4 варианты последовательности событий). Если эта же неделя разделяла прослушивание информации обеих сторон, а решение выносилось сразу после прослушивания текстов последней из сторон, наблюдался эффект недавно-

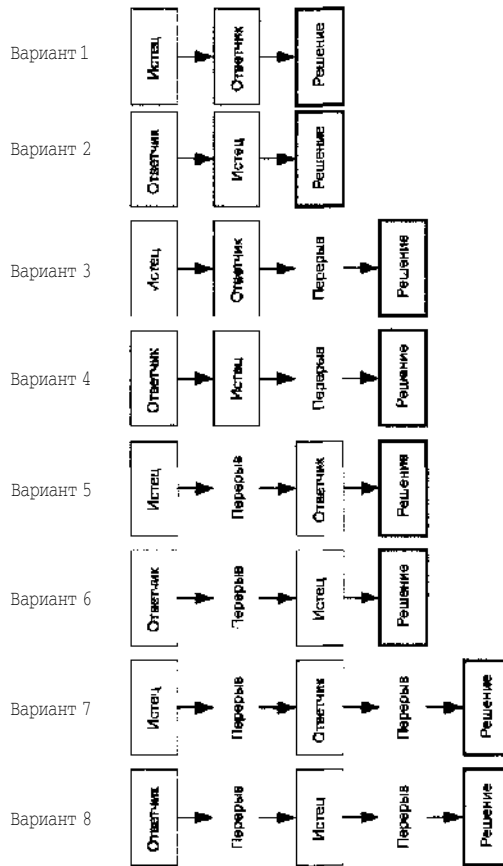


Рис. 3.4. Варианты последовательности событий, предлагаемые испытуемым в деловой игре

сти (последовательности 5 и 6). Две первые (1 и 2) и последние (7 и 8) схемы не испытывали влияния со стороны эффектов последовательности. Кроме того, оказалось, что в вариантах 5 и 6 испытуемые были в разной степени подвержены аргументам истца и ответчика. В частности, в варианте 5 испытуемые больше могли рассказать о фактах, приведенных ответчиком (эффект недавности), а в варианте 6 в выигрыше оказывался истец, и решение принималось в его пользу. Таким образом, если решение принималось сразу после последнего выступления, то преиму-

шества получал последний из выступавших. Сочетание факторов последовательности выступлений и времени, через которое следовало вынесение вердикта, может быть использовано не только самими выступающими, но и теми, кто ведет дискуссии или судебные разбирательства. Это «ведущий» имеет очень серьезные рычаги управления принятием решения, давая выступающим слово в определенном порядке и организуя необходимые последовательности перерывов в слушаниях.

Итак, желание или нежелание рисковать можно при необходимости внести в анализ предпочтительности альтернатив. Например, это можно сделать с использованием дерева решений. Для этого потребуется только построить функцию полезности для исходов рассматриваемого дерева событий.

Важным обстоятельством, позволяющим существенно облегчить процедуру построения функции полезности, является то, что она аксиоматически задается с точностью до положительного линейного преобразования. Это означает, что если $u(y)$ является функцией полезности случайного результата y , то все множество $\{c \cdot u(y) + c, \kappa > 0\}$ положительных линейных преобразований над значениями этой функции также дают функции полезности для оценки того же самого распределения результата y с той же самой психологической доминантой пользователя. То есть любая функция из множества $\{c \cdot u(y) + c, \kappa > 0\}$ упорядочивает альтернативы точно так же, как это делает исходная функция полезности $u(y)$. Следовательно, при построении функции полезности можно произвольно выбирать начало отсчета c и единицу измерения κ . Поэтому чаще и удобнее выбирают нулевое начало отсчета и такую единицу измерения, чтобы функция полезности изменялась в пределах от нуля до единицы.

Заметим, что если предприниматель не склонен к риску, то для него индивидуальная функция полезности случайных значений результата выпукла вверх. Проще всего это показать, используя понятие базовой лотереи и достоверного эквивалента. Вообще в математической теории принятия решений лотереей называется пара (Y, P) , где $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ — множество возможных значений случайного результата y , $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ — вероятностное распределение на указанных результатах. В общем случае можно рассматривать лотереи с непрерывными значениями результата, а также лотереи с векторными результатами и

составные лотереи (где результатом одной лотереи является другая лотерея).

Психологические особенности человека таковы, что ему очень трудно сравнивать лотереи с большим числом выигрышей. Человеку гораздо проще иметь дело лишь с двумя исходами — наилучшим y^+ и наихудшим y^- . Обычно человеку также достаточно просто отвечать на вопросы типа: «За сколько вы согласны отступить от участия в ... <такой-то> лотерее?» или «Во сколько вы оцениваете ... <такую-то> лотерею, если вам предложат ее продать?» Кроме того, обычно предприниматель может достаточно уверенно ответить на вопросы, касающиеся сравнения по предпочтительности произвольного неслучайного результата y , не лучшего, но и не худшего, с так называемой базовой лотереей, в которой наилучший результат y^+ получается с вероятностью $p(y)$, а наихудший y^- результат — с вероятностью $1 - p(y)$. Так вот, для оценки индивидуальной полезности $u(y)$ конкретного неслучайного результата y , находящегося по предпочтению между худшим y^- и лучшим y^+ , предприниматель должен ответить на вопрос: «Какова, по вашему мнению, должна быть вероятность $p(y)$ получения в базовой лотерее лучшего результата y^+ , чтобы вам лично было бы все равно — получить ли результат наверняка или участвовать в базовой лотерее с вероятностью $p(y)$ для лучшего результата y^+ ».

Предположим, например, что брокер в результате рискованной сделки может получить максимальный доход в размере \$300 000 или потерять \$100 000. Следовательно, для него $y^+ = \$300\,000$ и $y^- = -\$100\,000$.

Предположим, что некто предлагает этому брокеру наверняка, то есть без всякого риска, доход в \$100 000 (то есть в наших обозначениях неслучайный результат $y = \$100\,000$) или указать такую величину вероятности $p(y)$ получения лучшего результата $y^+ = \$300\,000$ с риском потерять \$100 000, что ему будет все равно, получить ли \$100 000 наверняка или участвовать в базовой лотерее ($\$300\,000, p(y); -\$100\,000, 1 - p(y)$). Предположим, брокер назвал свою оценку: при вероятности примерно 0,5 он не может отдать предпочтение ни получению наверняка \$100 000, ни участию в базовой лотерее с исходами $y^+ = \$300\,000$ и $y^- = -\$100\,000$. Следовательно, полезность $u(\$100\,000)$ равна 0,5. На основе введенного нами понятия базовой лотереи можно сделать вывод о начале отсчета и единице измерения для функ-

ции полезности. Так, полезность наихудшего результата, очевидно, нулевая, поскольку только при нулевой вероятности ЛПР будет все равно получить ли наихудший результат наверняка или участвовать в лотерее. Поэтому $u(y^-) = 0$. А вот полезность наилучшего результата равна единице, поскольку ЛПР пойдет на участие в лотерее против получения наилучшего результата наверняка только в случае 100% гарантии успеха операции. Отсюда логически вытекает, что $u(y^+) = 1$.

Однако вопрос о величине полезности можно поставить и по-другому: какой должна быть величина достоверно получаемого результата y_d , чтобы для ЛПР было бы безразлично получить ли результат y_d наверняка или участвовать в базовой лотерее с фиксированной вероятностью $p(y)$ получения наилучшего результата. Предположим, мы выбрали базовую лотерею с характеристиками (\$300 000, 0,5; -\$100 000, 0,5), то есть зафиксировали вероятность $p(y)$ на уровне 0,5. И спросили нашего брокера, на какой достоверно получаемый результат y_d он согласился бы, чтобы ему было бы безразлично получить ли его наверняка или участвовать в лотерее с равновероятными исходами и результатами \$300 000 и -\$100 000. Такой результат y_d называют достоверным эквивалентом лотереи. Поскольку, по своей сути, обе формы вопросов эквивалентны, мы вправе ожидать, что брокер даст ответ: $y_d = \$100\ 000$. Однако, как установлено психологами, вопрос о величине достоверного эквивалента базовой лотереи оказывается для большинства предпринимателей более комфортным.

Именно по величине детерминированного эквивалента достаточно просто судить о типе отношения ЛПР к стохастическому риску. И если оказывается, что детерминированный эквивалент y_d лотереи меньше математического ожидания M_y результатов лотереи, то ЛПР не склонно к риску, если $y_d > M_y$ — склонно к риску, а если они равны — ЛПР безразлично к риску. Действительно, так как для ЛПР, не склонного к риску, предпочтительнее получение среднего выигрыша наверняка, нежели участие в лотерее со случайными исходами, для него выполняется неравенство: $u(M_y) > M[u(y)]$.

Аналогично можно показать, что функция полезности склонного к риску ЛПР строго выпукла вниз, а для безразлично к риску — линейна. На рис. 3.5 приведены функции полезности несклонного и склонного к риску ЛПР.

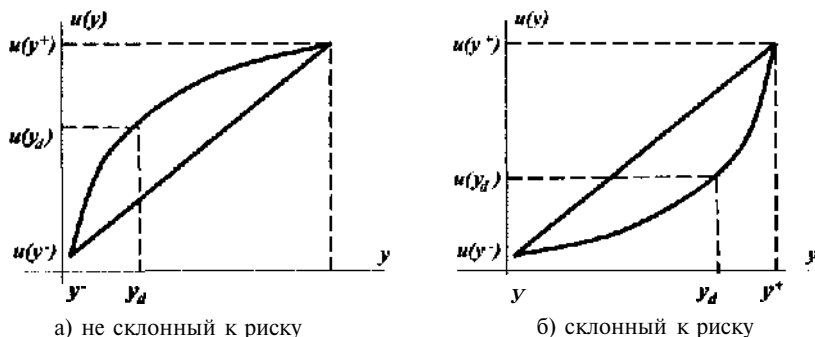


Рис. 3.5. Графики функций полезности не склонного и склонного к риску ЛПР

Рассмотрим процедуру построения функции полезности на интервале возможных значений результата коммерческой операции для брокера, решающего вопрос о покупке руды. Ранее нами было установлено, что все возможные исходы этой коммерческой сделки лежат в диапазоне от $-\$100\,000$ до $\$300\,000$. Но брокер решил расширить диапазон возможных результатов для построения функции полезности. Он считает, что нужно принять во внимание возможные результаты со значениями от $y^- = -\$110\,000$ до $y^+ = \$500\,000$. Поэтому сразу же положим, что $u(-\$110\,000) = 0$ и $u(\$500\,000) = 1$.

Далее предложим брокеру рассмотреть базовую лотерею с равновероятными исходами из диапазона $[-\$110\,000; \$500\,000]$ и назвать ее достоверный эквивалент. Мы только что уже рассматривали подобную задачу, поэтому для брокера она не представляла труда. Он назвал достоверный эквивалент в размере $-\$50\,000$. Поскольку полученному достоверному эквиваленту соответствует математическое ожидание функции полезности, равное $0,5$, обозначим его достоверный эквивалент через $y_{0,5}$. Итак, у нас есть уже три точки, чтобы построить функцию полезности брокера, решающего вопрос о покупке руды по достаточно низкой цене в $\$5$ за тонну. Это точки $y^- = -\$110\,000$, $y_{0,5} = -\$50\,000$ и $y^+ = \$500\,000$. Известны также значения величин полезности для них:

$$u(-\$110\,000) = 0, \quad u(-\$50\,000) = 0,5 \quad \text{и} \quad u(\$500\,000) = 1.$$

Величина $y_{0,5} = -\$50\,000$ существенно меньше математического ожидания в лотерее с равновероятными исходами, равно-

му $0,5(-\$110\ 000 + \$500\ 000) = \$305\ 000$. Значит, наш брокер совершенно не склонен к риску.

Что делать дальше? Да то же, что мы только что делали! Только в качестве исходных диапазонов для построения базовой лотереи нужно будет рассмотреть два новых диапазона результатов: $[-\$110\ 000; -\$50\ 000]$ и $[-\$50\ 000; \$500\ 000]$. Эти диапазоны образовались из исходного диапазона $[-\$110\ 000; \$500\ 000]$ после того, как мы разделили его точкой $y_{0,5} = -\$50\ 000$, соответствующей полученному нами достоверному эквиваленту. Итак, спросим теперь у нашего брокера: каков достоверный эквивалент для лотереи с равновероятными исходами и диапазоном возможных значений $[-\$110\ 000; y_{0,5} = -\$50\ 000]$.

Напоминаем, что $u(y = -\$110\ 000) = 0$ и $u(y_{0,5} = -\$50\ 000) = 0,5$. Поэтому полученный достоверный эквивалент будет иметь полезность, равную 0,25. Поэтому обозначим его через $y_{0,25}$. Брокер подумал и ответил, что достоверным эквивалентом $y_{0,25}$ диапазона $[y = -\$110\ 000; y_{0,5} = -\$50\ 000]$ значений результата является примерно $-\$80\ 000$. Затем, для второго диапазона он назвал в качестве значения для точки $y_{0,75}$ величину, равную примерно $\$30\ 000 \dots \$35\ 000$. Остановились на цифре $\$33\ 000$. В системе координат $(y; u(y))$ через пять полученных точек была проведена плавная кривая, вид которой представлен на рис. 3.6.

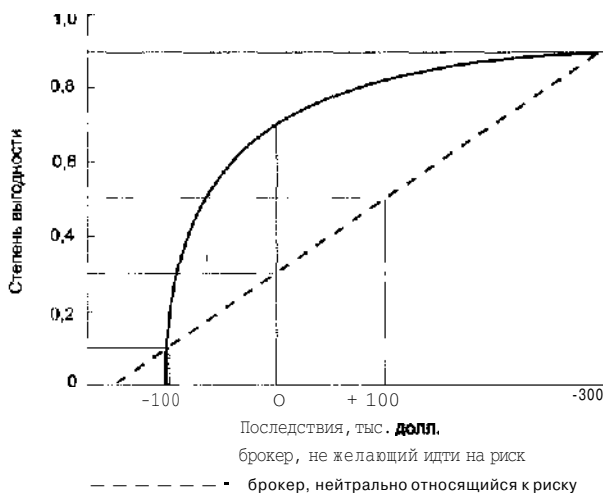


Рис. 3.6. Эмпирическая кривая функции полезности (выгодности) для брокера

Если кривая была точно построена, то значения выгоды можно использовать вместо действительных последствий. Использование подобной кривой позволяет осуществлять анализ дерева решений в направлении предотвращения риска, причем с большой точностью. И если кривая была точно построена, то значения выгоды можно использовать вместо действительных последствий.

Именно эту эмпирическую кривую и приняли за функцию полезности брокера, отражающую оценку его личной выгоды в задаче о покупке руды. При необходимости можно достаточно просто аппроксимировать полученную кривую одной из аналитических зависимостей. Наиболее часто для аппроксимации эмпирической функции полезности несклонного к риску ЛПР используют экспоненциальную зависимость вида $u(y) = \alpha + fe^{\sim^{U_y+S}}$, параметры которой достаточно просто определить либо методом наименьших квадратов, либо — методом выравнивания [13].

Оценка возможных результатов является наиболее сложным практическим вопросом в анализе дерева решений. Для практического использования при принятии коммерческого решения брокер решил отразить координаты основных точек полученной эмпирической кривой выгоды в виде таблицы и затем применить эти данные в дереве решений. Координаты основных точек эмпирической кривой представлены в табл. 3.3.

Т а б л и ц а 3.3

Координаты основных точек эмпирической кривой

Значение результата, тыс. долл.	-110	-100	-80	-50	0	33	300	500
Эмпирические значения полезности (выгодности)	0	0,1	0,25	0,5	0,7	0,75	0,9	1,0

Изобразим на дереве решений брокера величины денежных сумм и соответствующие им значения их полезностей (выгодностей), взятые из данных табл. 3.3. Соответствующий фрагмент дерева решений брокера представлен на рис. 3.7.

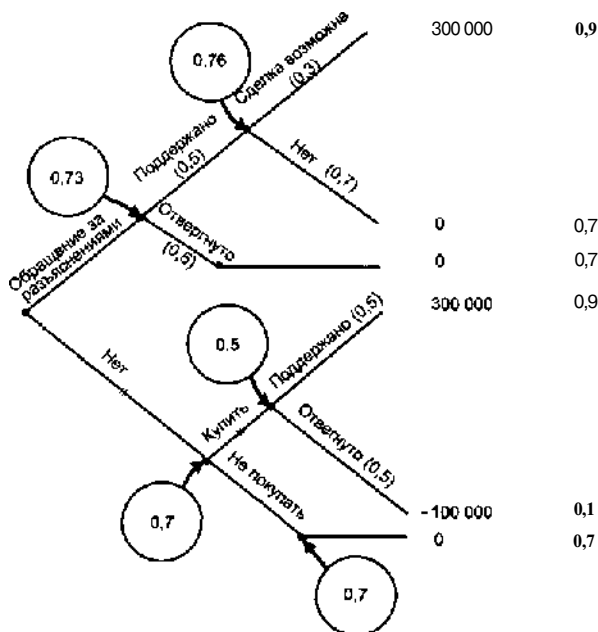


Рис. 3.7. Дерево решений брокера с величинами денежных сумм и соответствующих им значениям их полезностей (выгодностей)

В кружках на рис. 3.7 проставлены математические ожидания полезностей для соответствующих ветвлений дерева. Сравнение величин, помещенных в кружках, позволяет сделать вывод о том, что оптимальный вариант решения (с точки зрения брокера, не желающего идти на риск) диаметрально противоположен варианту, являющемуся оптимальным с точки зрения рискующего брокера. Не имея дополнительной информации, брокер отвергает сделку. С другой стороны, как это следует из рис. 3.7, на котором изображено дерево решений, по максимуму ожидаемой полезности (величина 0,73 в кружке слева вверху выигрышным следует считать вариант обращения в правительство. Поэтому брокер, индивидуальная функция полезности которого явно свидетельствует о его не склонности к риску, выбирает вариант обращения в правительство за разъяснениями, поскольку ожидаемая полезность альтернативного варианта решения (не обращаться за разъяснениями и действовать наудачу) составляет всего 0,7.

3.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РИСКОВАННЫХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ РЕШЕНИЙ

Определение оптимального размера выборки для принятия решения о назначении скидки с подписной цены журнала. Предприниматель, занимающийся изданием глянцевого журнала, решает вопрос об увеличении тиража журнала, поскольку это обещает дополнительную прибыль. Однако он понимает, что если спрос на журнал не увеличится, то дополнительный тираж — это чистые убытки. Для составления прогноза величины будущего дохода предприниматель может получить информацию о размере процента положительных ответов при помощи опроса не всех, а только некоторой части из бывших подписчиков журнала. Однако возник вопрос, насколько такая информация может быть точной. Мы достаточно хорошо понимаем, что вопрос о цене не отделен от вопроса о качестве, причем чем выше качество информации, тем выше ее цена. Следовательно, необходимо было оптимизировать соотношение цены и качества.

Предприниматель решил произвести случайную выборку 50 имен из рассылочной ведомости, получить ответы от подписчиков и на основе полученных положительных ответов оценить будущее количество подписчиков. На основе опыта подобных действий в прошлом наш предприниматель сделал предположение — выдвинул гипотезы — о проценте возможных положительных ответов. Пусть, например, он считает, что процент ответов будет между 1 и 5, и при этом нет причин считать, что возможность получения какого-либо конкретного процента из представленных более вероятно, чем другого. При таком предположении каждому возможному (гипотетическому) проценту ответов соответствует одинаковая вероятность, равная, согласно классическому определению, $1/5$.

Обозначим через H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 гипотезы о том, что процент положительных ответов составит 1, 2, 3, 4 и 5 соответственно. Тогда в этих обозначениях априорные вероятности гипотез составят $P(H_1) = P(H_2) = P(H_3) = P(H_4) = P(H_5) = 0,2$. После рассылки предложений клиентам число положительных ответов будет дискретной случайной величиной, подчиняющейся закону

редких событий — распределению Пуассона. Напомним, что вероятностный ряд или ряд распределения Пуассона задается формулой:

$$P(\tilde{y} = k) = \frac{a}{k!} e^{-a},$$

где a — математическое ожидание случайной величины y ; $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ — возможные значения, которые может принимать случайная величина y .

Случайное число y положительных ответов будет иметь среднее значение (математическое ожидание) a такой величины, которая, как мы помним, определяется выражением $a = np$, причем в нашем примере $n = 50$, а вероятность p успеха диктуется величиной предполагаемого процента успеха. А теперь примем во внимание, что одно и то же значение k рассматриваемая нами случайная величина может принять при разных значениях параметра a , то есть своего математического ожидания. Таким образом, можно получить, например, три положительных ответа и в том случае, когда истинный процент желающих возобновить подписку на журнал по льготным условиям равен 1%, и в том случае, если этот процент будет равен 2, 3, 4 или 5. Только вероятности $P(\tilde{y}=k, H_i)$ этих условных событий окажутся разными: чем ближе значение k возможного значения случайной величины к ее среднему значению a , тем, как правило, выше значение вероятности $P(\tilde{y}=k, H_i)$ и наоборот.

Для рассматриваемых нами гипотез H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 о проценте положительных ответов величины вероятностей успеха составят $p_1 = 0,01, p_2 = 0,02, p_3 = 0,03, p_4 = 0,04$ и $p_5 = 0,05$ соответственно. Следовательно, математическое ожидание случайной величины y числа положительных ответов для первой гипотезы H_1 составит величину $a_1 = 50 \cdot 0,01 = 0,5$. Аналогично можно подчитать средние значения чисел положительных ответов для остальных гипотез: $a_2 = 1,0, a_3 = 1,5, a_4 = 2,0, a_5 = 2,5$.

Для вычислений вероятностей $P(y = y_k)$ ряда распределения Пуассона, как мы уже отмечали, удобно использовать функцию ПУАССОН(х; среднее; ...) пакета Microsoft Excel. С использованием этой компьютерной программы была вычислена зависимость между случайным числом подписавшихся (возможные результаты выборки) и гипотетическим процентом ответов. Услов-

ные вероятности $P(\bar{y}^k/n)$ возможных значений числа k полученных положительных ответов для различных гипотетических значений процентов истинных положительных ответов представлены в табл. 3.4.

Т а б л и ц а 3.4

Возможные значения k числа новых подписчиков из 50 опрошенных	Гипотетические значения процентов истинных положительных ответов				
	1%	2%	3%	4%	5%
0	0,607	0,368	0,223	0,135	0,082
1	0,303	0,368	0,335	0,271	0,205
2	0,076	0,184	0,251	0,271	0,257
3	0,013	0,061	0,126	0,180	0,214
4	0,002	0,015	0,047	0,090	0,134
5	0,000	0,003	0,014	0,036	0,067
6	0,000	0,001	0,004	0,012	0,028
7		0,000	0,001	0,003	0,010
8			0,000	0,001	0,003
9			0,000	0,000	0,001
Суммы значений в столбцах (контроль- ное значение)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Условные вероятности $P(\bar{y}^k/n)$ возможных значений числа k полученных положительных ответов для различных гипотетических значений процентов истинных положительных ответов.

Проанализируем данные, например, четвертой строки табл. 3.4. Для удобства ее значения оттенены. Видно, что ровно три (значение $k=3$) положительных ответа из 50 на предложение возобновить подписку на льготных условиях при истинности первой гипотезы (один процент положительных ответов) будут получены с вероятностью 0,013; а при истинности других гипотез — H_2, H_3, H_4, H_5 — вероятность этого же числа успехов составит 0,061; 0,126; 0,180 и 0,214 соответственно.

Но для целей принятия решения на рискованную операцию нашему предпринимателю нужно знать не те вероятности, которые представлены в табл. 3.4, а другие — апостериорные вероятности $P(H_i/\tilde{y}=k)$ истинности гипотез при получении того или иного из возможных значений k случайной величины y . Их легко определить, воспользовавшись формулами условной и полной вероятности. Напомним эти формулы:

$P(A/B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$, $P(B) \neq 0$ — формула условной вероятности;

$P(A) = \sum_k P(A \cap B_k) = \sum_k P(A \cap B_k) \cdot P(B_k)$ — формула полной вероятности.

Следуя этим формулам, для вычисления вероятностей $P(H_i/\tilde{y}=k)$ нужно вначале найти вероятности $P(H_i \cap (\tilde{y}=k)) = P(H_i) \cdot P(\tilde{y}=k/H_i)$ и $P(\tilde{y}=k)$, а затем уже вычислить требуемые вероятности по формулам:

$$P(H_i/\tilde{y}=k) = \frac{P(H_i) \cdot P(\tilde{y}=k/H_i)}{P(\tilde{y}=k)}.$$

Рассчитаем, например, апостериорные вероятности $P(H_i/\tilde{y}=3)$ для случая, когда на 50 разосланных предложений пришло ровно 3 ответа с намерением возобновить подписку по специальной цене. Вначале вычислим совместные вероятности $P(H_i \cap (y=3)) = P(H_i) \cdot P(\tilde{y}=3/H_i)$ наступления каждого из гипотетических событий — процентов ответов и события — результата, состоящего в том, что $y = 3$. Вспомним, что вероятности $P(H_1), P(H_2), P(H_3), P(H_4), P(H_5)$ гипотетических событий-процентов ответов равны 0,2. Следовательно, например, искомая вероятность совместного события $P(H_1 \cap (y=3))$ составит величину $P(H_1 \cap (y=3)) = P(H_1) \cdot P(\tilde{y}=3/H_1) = 0,2 \cdot 0,013 = 0,0026$. Аналогично получаем: $P(H_2 \cap (y=3)) = 0,2 \cdot 0,061 = 0,0122$; $P(H_3 \cap (y=3)) = 0,2 \cdot 0,126 = 0,0252$; $P(H_4 \cap (\tilde{y}=3)) = 0,2 \cdot 0,180 = 0,0361$ и $P(H_5 \cap (y=3)) = 0,2 \cdot 0,214 = 0,0428$. Сума полученных совместных вероятностей дает полную вероятность $P(y=3)$, которая получается равной 0,1187. В результате чего апостериорные вероятности $P(H_i/\tilde{y}=3) = \frac{P(H_i) \cdot P(\tilde{y}=3/H_i)}{P(\tilde{y}=3)}$ будут соответственно равны: $P(H_1/\tilde{y}=3) =$

$= 0,0026/0,1187 = 0,021$; $P(H_{i=3}) = 0,0122/0,1187 = 0,103$; $P(H_{i=3}) = 0,0252/0,1187 = 0,211$; $P(H_{i=3}) = 0,0361/0,1187 = 0,304$ и $P(H_{i=3}) = 0,0428/0,1187 = 0,360$. Таким образом, как это следует из расчетов, вероятность увеличения числа подписчиков на журнал по специальной цене на 1% при условии, что из 50-ти разосланных предложений ровно 3 содержало положительный ответ, равна 0,021, хотя априорная вероятность этой гипотезы была 0,2. Соответствующие апостериорные вероятности увеличения числа подписчиков ровно на 2%, 3%, 4% и 5% по результатам проведенных нами вероятностных расчетов составили 0,103, 0,211, 0,304 и 0,360 соответственно (в то время как априорные вероятности всех этих событий были одинаковыми и равнялись 0,2).

На рис. 3.8 представлено дерево возможных событий для случая сравнения этой стратегии и стратегии предварительной рассылки 50 предложений продолжить подписку по специальной цене, причем на этом дереве в развернутом виде представлены события только для случая, когда получено 3 положительных ответа из 50. Апостериорные вероятности гипотез для этого случая нами уже вычислены, а их значения проставлены возле стрелок, изображающих случайные исходы рассылки предложений подписчикам.

Средняя величина ожидаемой прибыли при вычисленных значениях апостериорных вероятностей (для 3 положительных ответов из 50) составляет \$5513. Чтобы получить это значение, потребовалось, как обычно, умножить значение апостериорной вероятности для каждой из гипотез на соответствующее этой гипотезе значение дохода (положительного или отрицательного) и полученные значения всех произведений сложить. Для исхода «3 положительных ответа из 50» величина среднего дохода представлена на рис. 3.8 в вынесенном прямоугольнике. Как видим, если предприниматель решится на рассылку предложений подписчикам и получит ровно 3 положительных ответа, то ожидаемая прибыль почти в 2,8 раза превысит то ее значение, которое было вычислено для случая, когда издатель хотел делать предложение о спеццене без предварительного сбора информации.

До проведения рассылки, конечно, нельзя предсказать ее результатов. Однако можно рассчитать ожидаемую выгодность для каждого возможного числа положительных ответов. Значения априорных вероятностей для всех возможных исходов рассылки

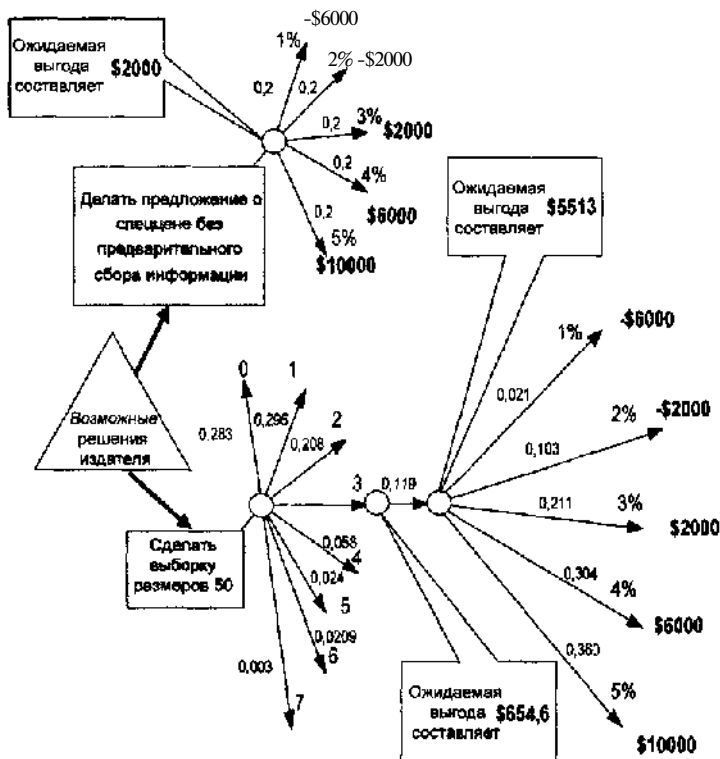


Рис. 3.8. Дерево возможных событий для сравнения стратегий с предварительной рассылки 50 предложений продолжить подписку по специальной цене (развернут исход для случая 3 положительных ответа из 50)

(в том числе и для $k = 3$) представлены в табл. 3.5. Рассмотрены только значения k от 0 до 7, поскольку вероятность получения значений, больших чем 7, очень мала. Далее обычным порядком используем полученные апостериорные вероятности, установленные для каждого успешного результата k выборки, для того чтобы определить значение общей ожидаемой выгодности действия «Сделать выборку размером 50». Например, учитывая, что значение полной вероятности $P(\bar{y} = 3)$ рассматриваемого нами исхода равно 0,1187 (на рис. 3.8 проставлено значение 0,119), то ожидаемая величина дохода при получении ровно трех положительных ответов после рассылки 50 предложений составит \$654,6.

Т а б л и ц а 3.5

Значения априорных вероятностей для возможных исходов рассылки
предложений подписчикам

Апостериор- ные веро- ятности гипотез	Возможные значения k числа новых подписчиков из 50 опрошенных							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	0,429	0,205	0,073	0,021	0,005	0,001	0,000	0
$P(\frac{H_1}{\bar{y}=k})$	0,260	0,248	0,177	0,103	0,053	0,025	0,012	0,005
$P(\frac{H_2}{\bar{y}=k})$	0,158	0,226	0,242	0,211	0,164	0,117	0,080	0,053
$P(\frac{H_3}{\bar{y}=k})$	0,096	0,183	0,261	0,304	0,313	0,300	0,274	0,242
$P(\frac{H_4}{\bar{y}=k})$	0,058	0,138	0,247	0,360	0,464	0,556	0,634	0,700

В табл. 3.6 представлены значения условных величин дохода для каждого из возможных исходов случайной выборки объемом 50 человек, полные вероятности для этих исходов и частные величины полных ожидаемых доходов для них. Видно, что условный (и, следовательно, частный полный) доход от выборки для нулевого исхода — ни один из опрошенных не ответил положительно на предложение возобновить подписку по специальной цене — отрицательный. Но если есть хотя бы один положительный ответ, это уже дает положительный эффект, степень которого определяется величиной полной вероятности исхода. Например, исход $k = 7$ приносит самую большую условную величину дохода, равную \$8545, однако из-за того, что полная вероятность $P(\bar{y} = 7)$ такого исхода составляет всего лишь 0,0028; частная величина полных ожидаемых доходов для него будет всего только \$24,3.

Т а б л и ц а 3.6

Значения условных величин дохода для каждого
из возможных исходов случайной выборки

Возможные исходы k случайной выборки	Условные величины дохода для исходов, \$	Полные вероятности $P(\bar{y} = k)$ исходов выборки	Частные величины полных ожидаемых доходов, \$
1	2	3	4
0	-1623	0,2830	-459,2
1	1208	0,2963	358,0

1	2	3	4
2	3727	0,2076	773,7
3	5513	0,1187	654,6
4	6711	0,0576	386,3
5	7533	0,0240	181,1
6	8117	0,0088	71,3
7	8545	0,0028	24,3

В результате сложения величин этих частных ожидаемых выигрышей получается общая ожидаемая выгодность рассылки предложений 50 прежним подписчикам с последующим анализом полученных положительных ответов. Она составляет чуть больше \$1990. Следовательно, ожидаемая ценность информации, полученной в ходе рассылки предложений 50 прежним подписчикам, будет равна разности между этим результатом и ожидаемыми последствиями действия «Делать предложение». При тех исходных данных, которыми мы пользовались, эта ценность отрицательна $\$1990 - \$2000 = -\$10$, то есть собирать информацию при данных условиях получается невыгодно. При этом мы даже не учитывали дополнительные затраты на проведение самой случайной выборки респондентов для рассылки им предложений, а это всегда нужно делать, чтобы не исказить картину исхода.

Тем не менее склонный к риску предприниматель может пойти на решение сделать выборку, поскольку получение хотя бы одного положительного ответа может дать ценную информацию для получения более точного прогноза будущих доходов от подобной предпринимательской акции. К тому же необходимо иметь в виду, что значения вероятностей исходов существенно зависят от объема выборки. Поэтому представляется целесообразным подсчитать по предложенной нами схеме ожидаемую полную выгоду от организации сбора информации для случайных выборок разного объема. После этого можно будет сопоставить полученные результаты и окончательно определить оптимальный размер выборки, приносящий максимальный ожидаемый суммарный доход.

Контроль качества продукции методом последовательного анализа (Вальда). На выходе производственной линии производится контроль качества готовой продукции. С целью экономии затрат времени и средств на контроль изделия для контроля отбирают из готовой партии случайным образом. После этого проводится тщательный контроль изделия. По мере накопления информации о результатах контроля формируется решение о качестве продукции во всей произведенной партии по методу последовательного анализа. Предприятие будет работать успешно и приносить прибыль только в том случае, если доля брака в партии выпущенной продукции не превышает 10% от общего числа изделий в каждой партии. Поэтому такое значение принято в качестве критерия оценки качества всей партии готовой продукции.

Одновременно принято решение считать, что партия «бракованная», если доля некондиционных изделий в ней не менее 20%. Учитывая возможность совершения ошибок первого и второго рода при контроле, а также тяжести последствий от каждой из ошибок, были назначены предельные значения вероятностей указанных ошибок. Предельное значение вероятности а совершения ошибки, в результате которой бракуется кондиционная продукция, установлено равным 0,01, а вероятность p пропуска бракованного изделия при контроле (изделие ошибочно принято за кондиционное) ограничена величиной 0,1.

Контроль и выработка решения о состоянии всей партии готовых изделий по методу последовательного анализа организуются на основе частных выводов после каждого очередного проведенного испытания изделия. Предполагается, что после каждого очередного контроля возможны три основополагающих вывода: завершить контроль и принять всю партию, проконтролировать еще одно изделие из готовой партии, завершить контроль и забраковать всю партию. Оказывается, что обозначенные нами частные решения после каждого шага контроля будут адекватными, а вероятности ошибок первого и второго рода не выйдут за пределы установленных для них границ, если руководствоваться критерием K , вида:

$$\begin{aligned} P(\tilde{y}_i) / \text{«Бракованная партия»}) \\ P(\tilde{y}_i) / \text{«Кондиционная партия»})' \end{aligned}$$

где y_i — случайное число бракованных изделий, выявленных к шагу t ;

$P(\tilde{y}_i = m / \text{«Бракованная партия»})$ — условная вероятность того, что случайное число бракованных изделий, выявленных к шагу i , будет равно m при условии, что партия бракованная;

$P(y_i = m / \text{«Кондиционная партия»})$ — условная вероятность того, что случайное число бракованных изделий, выявленных к шагу t , будет равно m при условии, что партия кондиционная.

Чтобы определить обозначенные условные вероятности, входящие в выражение для критерия K , в количественной форме, необходимо учесть, что, согласно принятому предпринимателем решению, партия считается кондиционной, если доля p брака не выше 0,1 (установлена в размере 10%), а в бракованной партии доля p_2 брака не ниже 0,2 (то есть не менее 20%). Дискретная случайная величина y_i при этом оказывается распределенной по биномиальному закону. Напомним, что основой биномиального распределения является следующая схема. В совершенно одинаковых условиях — одна и та же доля p бракованных изделий в большой партии — проводится независимый контроль n одинаковых изделий. Результат контроля случайный: с вероятностью p под контроль подпадает именно бракованное изделие, а с вероятностью $1 - p$ бракованное изделие не попадает в число контролируемых.

Итак, поскольку партия готовых изделий достаточно большая, вероятность p от изделия к изделию не меняется. Фиксируется число m изделий, которые выявлены как бракованные. Это число будет одной из возможных реализаций случайной величины, которая может принимать значения от 0 до n . Вероятность того, что дискретная случайная величина y примет значение, равное m , за-

дается выражением вида
$$P(y=m) = \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m (1-p)^{n-m}$$
 или

кратко - $P(y = m) = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}$,

где $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ — число сочетаний из n по m .

Таким образом, за t шагов (число проведенных испытаний) получаем:

$$P(y_i = m / \text{«Бракованная партия»}) = C_n^m \cdot p_2^m \cdot (1 - p_2)^{t-m},$$

$$P(\tilde{y}_n = m / \text{«Кондиционная партия»}) = C_n^m \cdot p_1^m \cdot (1 - p_1)^{t-m}.$$

После каждого очередного шага контроля формируются основополагающие выводы по схеме:

$\frac{t}{1-a} < K$, $\leftarrow \frac{1}{a}$ — сделать еще одно измерение;

$\frac{P}{1-a} > K$, — принять кондиционную партию;

$\frac{1-\beta}{a} > K$ — забраковать всю партию.

Вероятности ошибок первого и второго рода соответственно равны: $a = 0,01$, $\beta = 0,1$.

Запишем выражение для критерия K , в наших условиях:

$$K_t = \frac{P(\tilde{y}_t / \text{«Бракованная партия»})}{P(\tilde{y}_t / \text{«Кондиционная партия»})} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^m \cdot \left(\frac{1-p_2}{1-p_1} \right)^{t-m} =$$

$$= \left(\frac{0,2}{0,1} \right)^m \cdot \left(\frac{1-0,2}{1-0,1} \right)^{t-m} = 2^m \cdot \left(\frac{8}{9} \right)^{t-m}.$$

Теперь сформируем границы распознавания ситуации в зависимости от достигнутого к шагу t результата m числа идентифицированных бракованных изделий. Запишем формальное выражение для основополагающего вывода: «сделать еще одно измерение». Для наших исходных данных получаем:

$$\frac{0,1}{1-0,01} < \left(\frac{0,2}{0,1} \right)^m \cdot \left(\frac{1-0,2}{1-0,1} \right)^{t-m} < \frac{1-0,1}{0,01}$$

$$\text{или } \frac{0,1}{0,99} < 2^m \cdot \left(\frac{8}{9} \right)^{t-m} < \frac{0,9}{0,01}.$$

Проведем допустимое преобразование (логарифмирование):

$$[\ln 0,1 - / \ln 0,99] < [m \cdot \ln 2 + (t-m) \cdot (\ln 8 - \ln 9)] < [\ln 0,9 - / \ln 0,01]$$

или

$$-2,293 < (0,693 + 0,118) \cdot m - 0,118 \cdot t < 4,5.$$

Из последнего неравенства получаем границы зависимости между m и t .

$$0,145 \cdot t - 2,82 < m < 0,145 \cdot t + 5,55.$$

Границы выполнения двух представленных в выражении неравенств — это прямые линии в системе координат t и m . Если изобразить их графически, то удобно будет делать частные выводы и одновременно документировать результаты вынесения решений.

На рис. 3.9 представлена система координат (t, m) и разделяющие границы областей для формирования частных выводов. По мере проведения измерений t и фиксации числа m выявленных бракованных изделий результаты можно изображать графически в виде траектории процесса контроля. Такая траектория изображена на рис. 3.9 последовательностью пунктирных стрелок. Траектория процесса контроля начинается из точки $(0; 0)$, что соответствует ситуации «ни одного изделия не проконтролировано и, следовательно, ни одного бракованного не выявлено». Если проведено одно измерение и брак не обнаружен, траектория процесса выходит в точку $(1; 0)$.

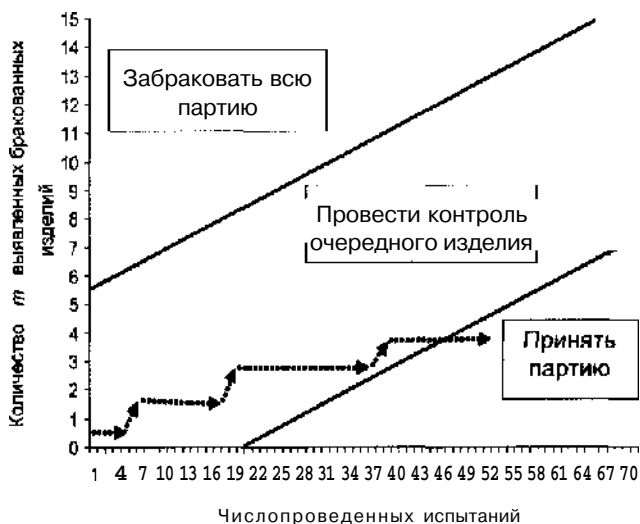


Рис. 3.9. Разделяющие границы областей для формирования частных выводов

Если проводить измерения и дальше и при этом не будут выявлены бракованные изделия, то траектория процесса будет продолжаться вдоль оси t . Если на каком-то шаге процесса контроля будет обнаружено первое бракованное изделие, на этом шаге траектория процесса контроля изменит угол движения на 45 градусов. И так будет всякий раз, как только будет обнаруживаться брак. В результате траектория превращается в ломаную линию, устремленную в общем случае вправо и вверх.

Скорость подъема траектории вверх зависит от частоты обнаружения бракованных изделий среди проконтролированных. И если брак выявляется достаточно часто, то траектория процесса устремляется в направлении северо-западной части системы координат (t, m) . Эта часть ограничена снизу линией $m = 0,145 \cdot t + 5,55$ и образует область значений числа t проведенных испытаний из числа m выявленных бракованных изделий, при попадании в которую вся партия должна быть забракована.

Напротив, если число бракованных изделий в партии готовой продукции незначительное, траектория процесса редко будет изламываться вверх. При этом, рано или поздно, она пересечет границу, задаваемую уравнением $m = 0,145 \cdot t - 2,82$, которая отсекает юго-восточную часть области значений характеристик t и m , которая соответствует базовому решению: «Принять всю партию». Траектория процесса контроля, соответствующая именно такому случаю, и отображена на рис. 3.9. Несмотря на то, что все же возможно принятие ошибочного решения, вероятности α и β ошибок первого и второго рода не выйдут за пределы установленных для них пороговых значений. Кроме того, как показывают исследования, для обеспечения подобного же качества контроля по методу Неймана—Пирсона потребуется в среднем вдвое большая по объему выборка, чем та, которую придется осуществить по методу последовательного анализа Вальда. И, следовательно, затраты на проведение контроля качества произведенной продукции будут в среднем вдвое ниже.

Предпринимательская деятельность по предоставлению услуг. Для коммерческой и иной подобной предпринимательской деятельности адекватными моделями оценки риска могут служить модели со случайными потоками событий. При этом события следует рассматривать как факты выполнения взаимных обязательств между сторонами по объемам и по срокам. Наиболее

широко используют модели с так называемыми простейшими потоками событий. В простейшем потоке все наступающие события одинаковы, однако времена их появления — случайные, подчиняющиеся показательному закону распределения (свойство «без последействия»). При этом для простейшего потока характерно, что параметр показательного закона распределения — среднее время между событиями — постоянен во времени (свойство стационарности), а события появляются поодиночке (свойство ординарности).

Примером простейшего потока может служить поток автомобилей, прибывающих на автозаправочную станцию, поток телефонных звонков, поступающих в центр мобильной связи, и т.п. Для анализа разнообразных видов предпринимательской деятельности, в рамках которых циркулируют простейшие потоки событий, можно с успехом применять мощный математический аппарат анализа так называемых Марковских процессов. В рамках этого подхода, например, разработаны большинство моделей систем массового обслуживания (СМО).

Но не всегда потоки событий могут считаться простейшими. Например, как в предпринимательской деятельности, так и в быту, людям приходится совершать разнообразные платежи. Потоки платежей для банка и для потребителей часто оказываются случайными в силу случайных моментов времени их осуществления и случайных величин платежей. Например, таковыми являются потоки платежей за предоставление коммунальных услуг, за тепло и электроэнергию — ведь редко кто платит за все эти услуги в строго определенный день. При этом размеры платежей также могут быть случайными, в том числе и по причине их несоответствия объему и качеству предоставленных услуг: кое-кто не доплачивает, некоторые, по ошибке — переплачивают. Другой пример случайных платежей, с которым с недавних пор (после вступления в силу закона об обязательном страховании автогражданской ответственности) приходится сталкиваться значительному числу людей, — это выплаты страховых сумм за повреждение личного или общественного автотранспорта.

Продажа бензина на автозаправочной станции (АЗС). Во времена «начала перестройки» в России АЗС представляли собой достаточно громоздкие технические сооружения, как, впрочем, многие сооружения того времени. Считалось, что это позволяет экономить площади отводимых под них участков земли. Пока

автотранспорта в городе было сравнительно мало и он был, как правило, государственным, с этим можно было как-то мириться. Однако быстрый рост количества частных автомобилей в начале 90-х годов прошлого столетия, например в Москве, сделал ситуацию с автозаправками критической. Летом по пятницам, когда в конце рабочего дня тысячи москвичей устремлялись на дачные участки, к АЗС выстраивались километровые очереди.

Решить эту проблему в короткие сроки, превратить заправку большого числа автомашин в событие подстать покупки газеты, можно было только создавая много малых АЗС, достаточно плотно размещенных по всей территории города. Ведь крупные АЗС просто не было возможности разместить в перенаселенном городе. Это еще одна причина, почему их и было крайне недостаточно.

В настоящее время АЗС представляют собой небольшие площадки с оборудованием, имеющим для розлива горюче-смазочных материалов не более 3—5 колонок. При ожидании своей очереди для заправки прибывающие автомашины располагаются на небольших площадках вблизи АЗС, позволяющих разместить также небольшое число автомашин, как правило, — не более пяти. Если считать поток прибывающих на подобную АЗС автомашин случайным простейшим, то ее работу можно с успехом моделировать как случайный процесс функционирования «***n*-канальной** СМО с ограниченной очередью». При моделировании работы подобной СМО используем следующие обозначения:

n — число заправочных колонок (число каналов обслуживания);

$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, \dots, S_n$ — число занятых колонок (возможные «состояния СМО»);

m — число мест для автомашин на площадке ожидания (число мест в очереди);

λ — интенсивность потока прибывающих на АЗС автомашин (интенсивность входного потока заявок);

$\bar{t}_{\text{обсл}}$ — среднее время заправки одного автомобиля (обслуживания одной заявки).

При таких обозначениях сразу вычисляют параметры работы подобной СМО:

$\mu = 1/\bar{t}_{\text{обсл}}$ — интенсивность потока обслуживания;

$\rho = \frac{X}{\mu}$ — «степень загрузки» канала;

$\eta = \frac{\rho}{n} = \frac{X}{n\mu}$ — отношение величины ρ к числу каналов обслуживания

(«распределенная степень загрузки» СМО).

В качестве главных характеристик эффективности работы АЗС, как « n -канальной СМО с ограниченной очередью», были приняты:

A — абсолютная пропускная способность (среднее число автомобилей, обслуживаемое АЗС в единицу времени);

Q — относительная пропускная способность (вероятность заправки прибывшего автомобиля); очевидно, что $Q = A \cdot D$;

$P_{отк}$ — вероятность отказа в обслуживании, то есть вероятность того, что прибывший автомобиль не будет обслужен и покинет данную АЗС, поскольку все заправочные колонки и все места на площадке ожидания заняты; следовательно, $P_{отк} = 1 - Q$;

k — среднее число занятых заправочных колонок (каналов обслуживания);

z — среднее число автомобилей, «связанных» с рассматриваемой АЗС, то есть заправляющихся или находящихся в очереди;

r — среднее число автомобилей (заявок) в очереди;

$t_{сис}$ — среднее время пребывания автомобиля на АЗС (в очереди или под обслуживанием);

$t_{ож}$ — среднее время ожидания заправки, если заняты все колонки (среднее время пребывания заявки в очереди).

Эти характеристики вычисляются по следующим формулам:

$$P_0 = \frac{1}{\left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} (1 - \eta) \right)}$$

— финальная вероятность $P(S_0)$ свободного состояния («простая») СМО; если $\eta = 1$, то в последнем слагаемом в скобках нужно в числителе дроби разложить $(1 - \eta^n)$ на произведение $(1 - \eta)(1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{n-1})$ и дробь сократить, после чего от нее останется просто сомножитель $(1 + \eta + \eta^2 + \eta^3 + \dots + \eta^{n-1})$;

$$P_k = \frac{\rho^k}{k!} \cdot P_0 \text{ для } k < n$$

$$P_{nr} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 = \dots \cdot P_{n(r-1)} = \eta \cdot P_{n(r-1)}, \text{ для } 1 \leq r < m - \text{ос-}$$
 тальные финальные вероятности;

$A = \lambda(1 - P_{n+m}); Q = 1 - P_{n+m}; P_{отк} = P_{n+m}$ — вероятность отказа в обслуживании, то есть вероятность того, что в момент поступления заявки все каналы обслуживания и все места в очереди заняты, поэтому поступившая заявка не будет обслужена и покинет СМО; $k = \rho / (1 - \rho)^m = \lambda Q / \mu$;

$$r = \frac{m!}{(1 - \eta)}, \text{ для любого } \eta < 1 \text{ или } \eta > 1,$$

а для $\eta = 1$ выражение для среднего числа заявок r в очереди определяют на основании предельного перехода и получают выражение:

$$r = \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{m(m+1)}{2} \cdot p_0;$$

$$\bar{z} = \bar{r} + \bar{k};$$

$$\bar{t}_{оч} = \frac{\bar{r}}{\lambda};$$

$$\lambda''$$

Рассчитаем указанные финальные вероятности и характеристики эффективности АЗС для следующих исходных данных:

на АЗС имеются две заправочные колонки ($n = 2$);

на площадке ожидания могут располагаться четыре автомашины ($m = 4$);

поток автомашин, прибывающих на АЗС, имеет интенсивность $\lambda = 1$ автомашина/мин;

среднее время обслуживания автомашины $t_{обсл} = 2$ мин.

На основании этих исходных данных вычисляем по представленным формулам:

$$\mu = 1/t_{обсл} = 1/2 = 0,5 \text{ автомашина/мин}; \rho = \frac{\lambda}{\mu} = 2; \eta = \frac{\rho}{n} = 1.$$

Далее находим финальные вероятности:

финальная вероятность «простая АЗС» (с учетом, что $\eta = 1$)

$$p_0 = \left(1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \frac{p^3}{2 \cdot 2!} \cdot (1 + \eta + \eta^2 + \eta^3) \right)^{-1} =$$

$$= \frac{1}{1 + 2 + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{2 \cdot 2!} \cdot (1 + 1 + 1^2 + 1^3)} = \frac{1}{13}$$

финальная вероятность/?/ того, что на АЗС занята только одна из двух имеющихся колонок равна

$$p_1 = \frac{p^1}{1!} \cdot p_0 = \frac{2}{13} \cdot \frac{1}{13} = \frac{2}{13}$$

остальные финальные вероятности p_2, p_3, p_4, p_5 и p_6 также оказываются равными $\frac{2}{13}$.

Через полученные финальные вероятности находим характеристики эффективности работы АЗС:

$P_{\text{отк}} = P_{\text{отн}} = p_{2+4} = p_6 = \frac{2}{13}$ — это около 15% всех прибывающих на АЗС автомобилей; они не будут заправлены на рассматриваемой АЗС и будут искать другие пункты заправки;

относительная пропускная способность АЗС составляет, следовательно, величину $Q = 1 - P_{\text{отк}} = \frac{11}{13}$ — или приблизительно 85% всех прибывающих на АЗС автомобилей, что вполне удовлетворительно;

в абсолютном выражении (показатель абсолютной пропускной способности) это составляет величину $A = \lambda Q = 10 \cdot \frac{11}{13} \approx 8,46$ машин/мин. Именно эти, обслуженные автомашины принесут владельцу АЗС прибыль.

Кроме того, можно утверждать, что в среднем на данной АЗС постоянно задействованы $\mu = \frac{A}{Q} = \frac{10}{\frac{11}{13}} \approx 1,69$ колонки

из имеющихся двух, а в очереди на стоянке ожидания постоянно находятся в среднем $\bar{r} = \frac{\rho^{n+1} \cdot (m+1) \eta^m + m \eta^{m+1}}{(1-\eta)} - \frac{2^2}{2!}$ ли!

$\frac{(4+1)}{2} \cdot \frac{1}{13} \approx 1,54$ машины. Иными словами, емкость стоянки ожидания, которой располагает рассматриваемая нами АЗС, более чем в 2,5 раза превышает среднюю потребность. Всего же «в сфере действия» данной АЗС постоянно пребывают примерно $z = r + k \approx 3,23$ автомашины, хотя данная СМО рассчитана на 6 связанных с нею заявок на обслуживание (две заправочные колонки и четыре места на стоянке ожидания).

Можно провести дополнительные исследования, чтобы изыскать возможность повысить эффективность работы АЗС, например, путем увеличения числа заправочных колонок за счет уменьшения размера площадки ожидания. Для этого просто придется произвести оценочные расчеты при новых, гипотетических исходных данных, например для $n = 3$ и $m = 3$ т.п.

Оказание платных консультационных услуг. В помещении юридической консультации работают два специалиста-консультанта. Поток посетителей в консультацию — простейший с интенсивностью 5 посетителей/час. Среднее время $\bar{t}_{\text{обсл}}$ обслуживания одного посетителя составляет 0,35 часа. Каждый обслуженный посетитель приносит консультации средний доход d , в размере 131 руб. Содержание каждого рабочего места, услуги связи, обращение в Интернет, а также зарплата юристов и налоги обходятся юридической консультации в среднем в 53,5 руб/час.

Помещение юридической консультации обладает сильным неудобством: нет никакой возможности оборудовать для посетителей место для ожидания приема. В результате этого сложился определенный порядок функционирования консультации: как только в помещение прибывает посетитель, его сразу же принимает свободный юрист и работает с ним. Но если в момент прибытия очередного посетителя все юристы заняты, то прибывшему посетителю просто негде находиться в ожидании приема и он вынужден уйти в другую юридическую консультацию. Из-за этого юридическая консультация теряет часть доходов. Можно было бы снизить риск потери доходов, если увеличить число спе-

циалистов-консультантов. Но сколько их нужно, чтобы максимизировать доход юридической консультации?

С целью оптимизации величины доходов юридической консультации ее директор произвел моделирование процесса функционирования этой организации как «*n*-канальной СМО с отказами». В итоге он собирается построить модельную зависимость величины получаемого чистого дохода от числа работающих юристов-консультантов. При моделировании и расчетах показателей эффективности работы юридической консультации им были использованы те же обозначения, что и в предыдущей задаче.

С учетом введенных обозначений основные соотношения для моделирования процесса функционирования юридической консультации, как «*n*-канальной СМО с отказами», и расчета характеристик ее эффективности выглядят следующим образом:

- финальная вероятность $P(S_0)$ свободного состояния СМО («вероятность простоя»), равная P_0 , определяется выражением:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\lambda^2}{2\mu^2} + \dots + \frac{\lambda^n}{n!}}$$

- финальная вероятность $P(S_k)$ того, что занято ровно *k* каналов СМО равна

$$P_k = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot P_0, \text{ для } 1 \leq k \leq n;$$

- абсолютная пропускная способность СМО равна $A = \lambda(1 - P_n)$;
- относительная пропускная способность СМО $Q = 1 - P_n$;
- вероятность $P_{отк}$ отказа в обслуживании равна $P_{отк} = 1 - Q = P_n$

Оценим финальные вероятности и характеристики эффективности для сложившегося режима работы юридической консультации. Поскольку в консультации работают только два специалиста-консультанта, то $n = 2$, и $X = 5$ чел/час. Далее определяем: $\mu = 1/t_{обсл} = 1/0,35 = 2,86$; $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5}{2,86} = 1,75$. Через эти параметры

вычисляем:

$$p_0 = \left(1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^n}{n!}\right)^{-1} \approx 0,234; \quad p_2 = \frac{p^2}{2!} p_0 = \frac{1,75^2}{2} \approx 0,358;$$

$P_{отк} = p_2 = 0,358$; $Q = 1 - P_{отк} = 0,642$, а также — $A = \lambda Q = 5 \cdot 0,642 \approx 3,212$ посетителей/час.

Доход юридической консультации от обслуживания пришедших в нее посетителей составляет $A \cdot d_1 = 3,212 \cdot 131 = 420,73$ руб/час. Расходы на содержание двух рабочих мест юристов-консультантов составляют $53,5 \cdot 2 = 107$ руб/час. В результате чистый доход от функционирования юридической консультации с двумя юристами составляет $420,73 - 107 = 313,73$ руб/час.

Аналогично было проведено моделирование функционирования юридической консультации и расчет доходности для случаев, если бы в ней работали от одного до шести юристов. Для полноты данных был учтен и нулевой результат (ни одного юриста в консультации не работает). Результаты расчетов значений характеристик эффективности функционирования юридической консультации представлены в табл. 3.7, а на рис. 3.10 эти данные представлены в виде графика зависимости величины дохода юридической консультации от числа работающих в ней юристов-консультантов.

Т а б л и ц а 3.7

Результаты расчета доходности функционирования
юридической консультации

	Число n работающих юристов-консультантов						
	0	1	2	3	4	5	6
Вероятность p_0 «простоя» юридической консультации	1	0,364	0,234	0,193	0,180	0,175	0,174
Вероятность загрузки всех K каналов	0	0,636	0,358	0,173	0,070	0,024	0,007
Абсолютная пропускная способность $СМО$	0	1,818	3,212	4,137	4,649	4,880	4,965
Доход от обслуженных заявок	0	238,18	420,73	541,93	609,01	639,29	650,45

Продолжение табл. 3.7

	Число л работающих юристов-консультантов						
	0	1	2	3	4	5	6
Расходы на содержание каналов	0	53,5	107,0	160,5	214,0	267,5	321,0
Доход от эксплуатации «-канальной СМО	0	184,68	313,73	381,43	395,01	371,79	329,45

На основании данных, представленных в табл. 3.7 и отображенных в виде графика на рис. 3.10, следует, что оптимальным по максимуму получаемого юридической консультацией дохода при тех же параметрах служебного помещения следует считать увеличение штата юристов до четырех человек. При таком составе специалистов-консультантов доход этой организации составит более 395 руб./час против 313,73 руб./час, которые юридическая консультация получает в положении status quo, когда в ней трудятся только два консультанта.

Торговля садово-огородным инвентарем, инструментами и строительными материалами. Торговля подобными товарами в крупных центрах самообслуживания является не только прогрессивной, но и удобной формой обслуживания покупателей. Она также хороша и тем, что позволяет легко организовать автоматизированную систему сбора данных об интенсивностях потоков посетителей, о доле тех из них, кто по разным причинам ушел без покупки, и т.п. Этому способствует наличие у подоб-



Рис. 3.10. Зависимость величины дохода юридической консультации от числа работающих в ней юристов-консультантов

ных торговых центров систем автоматизированного допуска посетителей к местам расположения товара и автоматизированного учета и списания купленного товара после его оплаты в кассе.

Большую часть товара в центрах торговли садово-огородным инвентарем, инструментами и строительными материалами посетители отбирают сами, непосредственно подержав размещенный на стеллажах и подиумах товар в руках. Однако некоторая часть товара, представляющего сложную технику или дорогой инструмент, покупатель, как правило, выбирает после консультаций с менеджером в торговом зале. Время консультации при этом оказывается случайным, но распределение этого времени, как правило, — показательное. Поток посетителей, обращающихся к менеджеру за консультацией, также случаен. Поэтому менеджер может то стоять без дела (к нему никто не обращается за разъяснениями), то к нему может выстроиться очередь за консультацией. Но ведь не каждый из потенциальных покупателей сложной техники или дорогого инструмента готов долго ожидать своей очереди и задать менеджеру вопрос.

Некоторые, особенно нетерпеливые клиенты, могут просто уйти без покупки. Поэтому для снижения риска ухода посетителя без покупки из-за того, что этот нетерпеливый клиент не желает или не в состоянии ждать, пока менеджер освободится, таких консультантов должно быть возле места расположения указанного товара несколько. Но сколько? Разумеется, оптимальное число консультантов зависит и от интенсивности потока покупателей, и от доли тех, кто заинтересован в покупке именно дорогой или сложной техники и инструмента, и от величины среднего времени консультации, и от ряда других, менее значимых факторов.

Предположим, что после консультации с менеджером в зале посетитель выбрал интересующий его инструмент и, отстояв очередь в кассе, оплатил товар. Закончились ли на этом его взаимоотношения с торговым центром? Нет, не закончились. Есть еще одна специфическая особенность заключения сделки купли-продажи подобных товаров, а именно: обязательная проверка работоспособности изделия и оформление гарантийных обязательств на купленный товар. В итоге операция по покупке сложной садово-огородной техники, инструмента или инвентаря превращается в трехстадийный процесс: выбор товара, его

оплата в кассе, проверка работоспособности и оформление гарантийного талона на приобретенный товар.

Для оценки экономической выгоды процесса работы торгового центра его руководству крайне необходима информация об эффективности процессов на каждой из стадий. Такую информацию можно получить, если будут известны следующие характеристики процессов обслуживания в торговом центре покупателей сложной техники (инструмента):

$A, Q, P_{\text{отк}}$ — абсолютная и относительная пропускные способности и вероятность отказа в обслуживании соответственно;

r_1, r_2, r_3 — среднее число клиентов в очереди на первой, второй и третьей стадиях обслуживания соответственно;

z_1, z_2, z_3 — среднее число клиентов, связанных с первой, второй и третьей стадиями обслуживания соответственно;

$\bar{t}_{\text{оч}}^{(1)}, \bar{t}_{\text{оч}}^{(2)}, \bar{t}_{\text{оч}}^{(3)}$ — среднее время ожидания клиента в очереди на первой, второй и третьей стадиях обслуживания соответственно;

$\bar{t}_{\text{сист}}^{(1)}, \bar{t}_{\text{сист}}^{(2)}, \bar{t}_{\text{сист}}^{(3)}$ — среднее время пребывания покупателя в первой, второй и третьей стадиях процесса обслуживания соответственно;

r — общее среднее число покупателей во всех очередях;

z — общее среднее число покупателей сложной техники (инструмента), совершающих покупку в магазине;

$t_{\text{оч}}$ — общее среднее время, проводимое покупателем сложной техники во всех очередях;

$t_{\text{сист}}$ — общее среднее время, затрачиваемое покупателем на приобретение сложной техники в торговом центре.

Адекватным модельным аналогом рассматриваемого нами процесса торговли может служить модель функционирования многофазной СМО с очередью. В подобной системе входящий поток каждой последующей фазы является выходным потоком предыдущей и в общем случае имеет последствие. Однако, если на вход СМО с неограниченной очередью поступает простейший поток заявок, а время обслуживания показательное, то выходной поток этой СМО — простейший с той же интенсивностью, что и входящий. Поэтому многофазовую СМО с неограниченной очередью перед каждой очередной фазой, с простейшим входящим потоком заявок и показательным временем обслуживания на каждой фазе можно анализировать как простую последовательность простейших СМО. Если же очередь к какой-либо фазе ограничена, то выходной поток в этой фазе перестает быть

простейшим и вышеуказанный прием можно применять только в качестве приближенного.

Учитывая эти замечания, применим для анализа экономической эффективности работы рассматриваемого нами торгового центра математический аппарат, описывающий работу простейшей многофазной СМО с очередью. Будем рассматривать три последовательные стадии процесса работы с покупателем торгового центра как три отдельные СМО со своими характеристиками. Исходные данные для моделирования и оценки эффективности многостадийного процесса работы с покупателями сложной техники в торговом центре представлены в табл. 3.8.

Т а б л и ц а 3.8

Исходные данные для моделирования многостадийного процесса работы с покупателями торгового центра

Стадии процесса обслуживания посетителей торгового центра	Характеристики стадий процесса обслуживания посетителей торгового центра				
	Число n каналов обслуживания	Интенсивность λ входного потока (чел/час)	Доля a посетителей, которые не выбрали товар	Среднее время $t_{\text{обсл}}$ обслуживания на стадии (мин)	Среднее время «терпеливого» ожидания в очереди (мин)
Консультации и выбор товара (многоканальная СМО «нетерпеливыми» заявками)	2	3,0	0,15	6	15
Оплата товара (одноканальная СМО с неограниченной очередью)	1	по итогам работы первой стадии процесса		3,2	
Контроль и оформление гарантии (многоканальная СМО с неограниченной очередью)	4	по итогам работы первой стадии процесса		12	

На первой стадии процесса происходят консультации покупателей с менеджером в зале и выбор товара. Поток посетителей простейший с интенсивностью 30 чел/час. У стендов с интересующим нас товаром работают два менеджера-консультанта. Среднее время обслуживания на этой стадии 6 мин. Не каждый из потенциальных покупателей сложной техники или инструмента готов долго ожидать своей очереди задать менеджеру вопрос. В итоге часть клиентов торгового центра, не дождавшись возможности задать свои вопросы менеджеру, отказываются от покупки именно этой техники и переходят к самостоятельному выбору иных товаров в торговом центре. Следовательно, подобных клиентов торгового центра можно моделировать «нетерпеливыми» заявками, покидающими СМО через случайное время ожидания, подчиненное показательному закону распределения. Среднее время «терпеливого» ожидания в очереди для подобных клиентов в табл. 13.8 определено в 15 мин.

Таким образом, все случайные времена событий на первой стадии процесса имеют показательный закон распределения. В итоге процесс обслуживания клиентов торгового центра на стадии консультации и выбора товара можно смоделировать посредством процесса функционирования простейшей двухканальной СМО «нетерпеливыми» заявками и неограниченной очередью. Учтем, что интенсивность входного потока заявок в общем случае уменьшается из-за того, что некоторая доля потенциальных покупателей вообще ничего себе не подберет и уйдет из торгового центра без покупки. Доля а посетителей, которые не выбрали товар, определена в 15%.

Основные соотношения для моделирования простейшей многоканальной СМО «нетерпеливыми» заявками и неограниченной очередью являются:

► финальные вероятности состояний СМО

$$p_0 = \left\{ 1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \right. \\ \left. + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \left[\frac{\rho}{n + \beta} + \frac{\rho^2}{(n + \beta)(n + 2\beta)} + \dots + \frac{\rho^r}{(n + \beta)(n + 2\beta) \dots (n + r\beta)} + \dots \right] \right\}^{-1} \text{ и}$$

$$p_1 = \frac{\rho}{1!} \cdot p_0; p_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot p_0; \dots; p_k = \frac{\rho^k}{k!} \cdot p_0; \dots \text{ для } 1 \leq k \leq n;$$

$$p_{n+1} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{\rho}{n + \beta} \cdot p_0;$$

$$p_{n+r} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{\rho^r}{(n + \beta)(n + 2\beta)(n + 3\beta) \dots (n + r\beta)} \cdot p_0; \dots \text{ для } r \geq 1,$$

где $\rho = \frac{X}{\mu}$, $P = \frac{V}{\mu}$ и V — интенсивность потока уходов, приходя-

щаяся на одну заявку, стоящую в очереди; указанные финальные вероятности всегда существуют, если только $\rho > 0$;

- суммарная средняя интенсивность потока уходов, приходящаяся на все заявки, стоящие в очереди, равна $\nu \bar{r}$; значит, интенсивность входного потока заявок уменьшается на эту величину, и абсолютная пропускная способность СМО A и составляет: $A = \lambda - \nu \bar{r}$; именно такая величина будет определять величину интенсивности потока заявок для последующих стадий процесса; эту же характеристику можно определить из соотношения интенсивности обслуживания и среднего числа занятых каналов: $A = \kappa \cdot \mu$;
- с учетом того, что не все посетители, а только их доля $(1 - \alpha)$ найдет себе товар для покупки, абсолютная пропускная способность СМО будет равна величине $A = (1 - \alpha)X - \nu \bar{r}$; именно такими, то есть по итогам работы первой стадии процесса, будут интенсивности входных потоков заявок для второй и третьей стадий;
- относительная пропускная способность составит $Q = \frac{A}{\lambda}$;
- среднее число k занятых каналов следует подчитать напрямую как математическое ожидание случайной величины числа занятых каналов с возможными значениями $0, 1, 2, \dots, n$ и соответствующими **вероятностями** $p_0, p_1, p_2, \dots, p_{n-1}, [1 - (p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1})]$; это выражение имеет вид:

$$k = 1p_1 + 2p_2 + \dots + (n - 1)p_{n-1} + n[1 - (p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1})];$$

- среднее число заявок в очереди вычисляем по формуле

$$\bar{r} = \frac{\rho - \bar{k}}{\beta};$$

- среднее число заявок в **СМО** $z = r + k$;
- средние времена пребывания заявки в очереди и в системе равны, как обычно, величинам $t_{оч} = r / X$ и $t_{сист} = z / \lambda$ соответственно.

На второй стадии покупатели, выбравшие товар, должны оплатить покупку. Пунктов расчета, как правило, в подобных торговых центрах несколько. Однако необходимо учитывать специфику их расположения и особенности продаваемого товара. Дело в том, что обычно подходы к пунктам расчета за покупку разграничены турникетами. Товар, представляющий собой садово-огородный инвентарь, оборудование дачных участков, строительные материалы и т.п., достаточно громоздкий, и покупатели перемещаются по торговым залам, транспортируя его на достаточно крупных тележках. С такой тележкой в узком проходе между турникетами особенно не развернешься.

Все это приводит к тому, что даже при нескольких пунктах расчета за покупку покупатель должен стоять в одну очередь, а именно в ту, в какую он попал по собственной воле или по воле случая. Выбраться из такой очереди и перейти в другую — весьма проблематично, учитывая психологический настрой сзади стоящих покупателей, также перегруженных покупками. В результате работу расчетного пункта и весь процесс на второй стадии приобретения товара в торговом центре приходится моделировать как работу одноканальной СМО с неограниченной очередью и средним временем расчета с покупателем, равным 5 мин.

Основные математические соотношения для моделирования простейшей одноканальной СМО с неограниченной очередью являются:

- $p_0 = 1 - \rho$; $p_k = \rho^k (1 - \rho)$, для $k = 1, 2, 3, \dots$; причем финальные вероятности существуют только для случая, когда $\lambda > \mu$;

характеристики эффективности определяются выражениями вида:

$$A = \lambda; Q = 1 - p_{отк} = 0; k = \rho; r = \frac{\rho^2}{1 - \rho}; \bar{z} = \frac{\rho}{1 - \rho}; \bar{t}_{сист} = \frac{z}{\lambda}; \bar{t}_{оч} = \frac{r}{X}$$

Третья, последняя стадия процесса, — это контроль и оформление гарантии на приобретенный товар. Входной поток имеет такую же интенсивность, как и для второй стадии. На контроле работают четыре специалиста. Среднее время обслуживания на этой стадии 3 мин. Адекватной моделью процесса контроля качества и оформления гарантии на приобретенный товар является многоканальная СМО с неограниченной очередью. Работа подобной СМО описывается следующими характеристиками:

➤ финальные вероятности

$$p_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} \cdot \frac{1}{1-\eta} \right)^{-1},$$

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} \cdot p_0; \dots \text{ для } 1 \leq k \leq n; p_{nr} = \frac{\rho^{n+r}}{n! \cdot r!} \cdot p_0; \dots \text{ для } r \geq 1; \text{ они}$$

существуют только для случая, когда $\eta = \frac{\rho}{n} = \frac{\lambda}{n\mu} < 1$; $A = \lambda$; $Q = 1$;

$$P_{\text{отк}} = 0;$$

➤ средняя длина очереди

$$\bar{r} = \frac{\rho^{n+1} \cdot p_0}{n \cdot n!} \cdot \frac{1}{(1-\eta)^2} = \frac{\eta \cdot p_n}{(1-\eta)^2};$$

➤ среднее число занятых каналов (или вероятность того, что канал занят) $\kappa = \frac{\dots}{\mu} = \rho$;

➤ среднее число заявок в системе $z = \bar{r} + \kappa = r + \rho$

➤ средние временные характеристики процесса:

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\bar{r}}{\lambda}; \bar{t}_{\text{сист}} = \frac{\bar{z}}{\lambda}.$$

На основании представленных в тексте и табл. 3.8 исходных данных по всем приведенным нами формулам были проведены модельные расчеты, результаты которых сведены в табл. 3.9.

**Результаты модельных расчетов для трех стадий процесса
обслуживания посетителей торгового центра**

Стадии процесса обслуживания	Характеристики эффективности процессов на стадиях работы с посетителями торгового центра						
	L , чел/час	Q	k , чел	r , чел	z , чел	$\bar{t}_{оч}$, МИН	$\bar{t}_{сист}$, МИН
Консультации и выбор товара	14,2 ($30 \cdot 0,850 - 4 \cdot 2,81$)	0,625	1,9	2,8	4,7	5,6	9,4
Оплата товара	14,2	1,0	0,8	2,4	3,1	10	13,2
Контроль и оформление гарантии	14,2	1,0	2,8	1,1	3,9	4,6	16,6

Из полученных результатов моделирования следует, что средние времена пребывания покупателя сложной техники и инструмента в очередях и в торговом центре составляют величины $\bar{t}_{оч} = \bar{t}_{оч}^{(1)} + \bar{t}_{оч}^{(2)} + \bar{t}_{оч}^{(3)} \approx 20,2$ МИН и $\bar{t}_{сист} = \bar{t}_{сист}^{(1)} + \bar{t}_{сист}^{(2)} + \bar{t}_{сист}^{(3)} \approx 39$ МИН соответственно. Анализ относительных величин для этих данных позволяет сделать вывод о том, что около 43% общего времени пребывания в магазине занимают контроль и оформление гарантии на приобретенный товар. При этом имеющееся количество специалистов на этой стадии процесса (четыре специалиста) можно считать избыточным, поскольку в среднем заняты только 2,8 чел. А вот в очереди на контроль пребывает в среднем всего 1,1 чел. В то же время на первой стадии консультации и выбора товара в очереди на консультацию стоят в среднем 2,8 чел, и, учитывая, что среди посетителей торгового центра есть «нетерпеливые», то для улучшения обслуживания покупателей целесообразно одного специалиста из отдела контроля снять и поставить его консультантом в торговом зале. Следовательно, таким простым структурным изменением можно, во-первых, уменьшить время ожидания клиентом консультации, а, во-вторых, снизить вероятность того, что «нетерпеливые» клиенты уйдут, не приобретя дорогого товара. Для получения более точной, количественной оценки выгоды подобных структурных изменений потребуется провести все расчеты по изложенной методике при новых исходных данных.

Выпуск лотерейных билетов. Лотерейный бизнес широко распространен во всем мире. Основу процветания всевозможных лотерей составляют устойчивое желание весьма большого числа людей мгновенно обогатиться. Учитывая случайность механизма разыгрывания лотереи, а также массовый характер участия в ней игроков, для оценки рисков и обоснования показателей затрат и доходности в лотерейном бизнесе широко применяют вероятностные модели.

Предположим, что устроители лотереи для привлечения максимального числа участников гарантируют, что «в каждом лотерейном билете — автомобиль!» Лотерейный билет оформлен в виде карточки, на которой размещена таблица 4 на 5 (матрица), клетки которой закрыты фольгой. В клетки матрицы внесены какие-то буквы, но среди них обязательно есть десять букв, из которых можно составить слово «автомобиль».

Если игроку удастся из двадцати имеющихся клеток открыть ровно 10 клеток (стереть с них фольгу) и в них окажутся буквы, составляющие слово «АВТОМОБИЛЬ», то такой участник лотереи получает приз — автомобиль. Одна из возможных случайных комбинаций букв в ячейках матрицы представлена в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Одна из возможных случайных комбинаций букв

Ь			Л
	А		О
	И	В	
М		О	
	Т		Б

Как должен устроитель лотереи назначить цену лотерейного билета, чтобы она не была слишком высокой и не отпугивала покупателей и в то же время — чтобы сама лотерея для устроителей была бы достаточно доходной?

Для решения задачи приведенных исходных данных недостаточно. В частности, необходимо знать, сколько найдется желающих сыграть в такую игру? Сколько будет стоить автомобиль на момент выплаты выигрыша (если игра продолжается несколько

лет, цены на автомобиль могут существенно увеличиваться)? Сколько попыток (в среднем) может сделать один игрок, пока не разочаруется в возможности выиграть?

Для ответа на эти и другие вопросы нужна серьезная статистика. Однако для того чтобы продемонстрировать суть подхода к решению задачи, мы можем задать необходимые данные, исходя из достаточно очевидных рассуждений.

Пусть дополнительные исходные данные таковы:

- цена призового автомобиля — 150 000 руб.;
- себестоимость изготовления одного лотерейного билета в партии не менее 1 млн шт. составляет 15 руб.;
- в регионе, где будут распространяться лотерейные билеты, проживает не менее 10 млн чел.;
- взрослое кредитоспособное население 3 млн чел.;
- лотерейные билеты покупают от 30 до 60% взрослого кредитоспособного населения;
- приемлемой может считаться цена одного билета не выше 100 руб.;
- число купленных билетов (за несколько попыток выиграть автомобиль) составляет от 1 до 3 на одного игрока;
- устроитель считает, что лотерея будет достаточно доходной, если прибыль составит не менее 25%.

Решим задачу, учитывая эту дополнительную информацию.

Вначале подсчитаем вероятность того, что с первой попытки игрок откроет нужные для образования слова «АВТОМОБИЛЬ» буквы. Согласно классическому определению вероятности события это один случай из $N_{\text{общ}}$ числа возможных, то есть

$$P_{\text{итог}} = \frac{1}{N_{\text{общ}}} \cdot \text{Число } N_{\text{общ}} \text{ определяется как число сочетаний из 20 по 10, что составляет } C_{20}^{10} = \frac{20 \cdot 19 \cdot 18 \cdot 17 \cdot 16 \cdot 15 \cdot 14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11}{10!} = 184756. \text{ В результате } P_{\text{итог}} = \frac{1}{184756} = 5,413 \cdot 10^{-6} \text{ или примерно}$$

ноль целых и пять миллионов.

Отсюда получаем, что математическое ожидание выигрыша $M[\text{АВТО}]$ на один билет составляет $M[\text{АВТО}] = 5,413 \cdot 10^{-6} \cdot 150\,000 \cdot 10^4 = 0,81195$ руб., то есть чуть больше, чем 81 коп.

Средний процент играющих составляет $\frac{30 + 60}{100} = 45\%$, а с

учетом общего числа взрослого кредитоспособного населения в 3 млн чел., среднее число игроков будет равно $0,45 \cdot 3 \cdot 10^6 = 1,35 \cdot 10^6$. При числе попыток игры от 1 до 3 каждый из игроков купит в среднем 2 билета, в результате потребуется как минимум $2 \cdot 1,35 \cdot 10^6 = 2,7 \cdot 10^6$ билетов. Это значительно больше, чем требуется для обеспечения минимальной цены изготовления билета (не выше 15 руб.). Устроители лотереи приняли решение выпустить $2,8 \cdot 10^6$ билетов, чтобы обеспечить необходимую надежность обеспечения спроса на них. В таком случае среднее число билетов, на которые выпадет выигрыш, будет равно $2,8 \cdot 10^6 \cdot 5,413 \cdot 10^{-6} = 15,16$, то есть в среднем выиграют чуть больше **15-ти** билетов. А раз это так, то с учетом стоимости одного автомобиля в 150 000 руб., суммарная средняя стоимость выплат составит $15,16 \cdot 150\,000 = 2\,274\,000$ руб.

В итоге средние суммарные затраты организатора лотереи с учетом стоимости изготовления лотерейных билетов и выплаты выигрышей будут равны

$$C_{\text{билета}} \cdot N_{\text{билетов}} + C_{\text{выплат}} = 15 \cdot 2,8 \cdot 10^6 + 2\,274\,000 = \\ = 42 \cdot 10^6 + 2\,274\,000 = 44\,274\,000 \text{ руб.}$$

Поскольку устроитель считает, что лотерея будет достаточно доходной, если прибыль составит не менее 25%, то он рассчитывает выручить не менее, чем $1,25 \cdot 44\,274\,000 = 55\,342\,500$ руб. Исходя из этой суммы, требуется установить цену на один лотерейный билет, исходя из соотношения:

$$\frac{55\,342\,500}{2,8 \cdot 10^6} > 19,77 \text{ руб.}$$

Ближайшая целая сумма в рублях — 20 руб. Эту сумму и было решено установить в качестве окончательной цены лотерейного билета.

Как реализовать первый подход из указанных, нам уже известно. Поэтому рассмотрим алгоритм построения субъективной функции распределения значений цены как непрерывной величины.

Суть подхода к построению субъективной функции распределения близка тому, какой мы использовали при построении индивидуальной функции полезности. В основе лежит понятие медианы распределения. Технологически же спектр значений исходной величины делится на сегменты так, чтобы средние значения сегментов имели равную вероятность. Предположим, что брокер испытывает опасения в отношении цены, по которой он мог бы продать приобретенную по \$5 руду. Обозначим цену продажи закупленной руды через s . Брокер считает, что она будет где-то между \$5,5 и \$12 за тонну. В вероятностных терминах это означает, что брокер полагает невозможной цену спроса ниже \$5,5 и полагает вероятность $P(\tilde{s} < \$5,5) = 0$. Однако крайне маловероятно, что цена превысит \$12 за тонну, то есть $P(\tilde{s} < \$12) = 1$.

Итак, брокер решил выбрать именно этот интервал для того, чтобы субъективно оценить распределение вероятности цены спроса на закупленную им по \$5 за тонну руду. Затем брокеру следует задуматься и попытаться ответить самому себе на вопрос: а какова цена руды «fifty-fifty»? Или по-другому: по какой цене за тонну руды ее предпочтут приобрести примерно половина заинтересованных покупателей? Предположим, в результате раздумий и личных оценок брокер пришел к выводу, что около половины потенциальных покупателей руды предпочтут приобрести ее по цене $\$0,5$ не выше \$9,7 за тонну, а другая половина могла бы предложить и больше. Таким образом, нами найдена медиана для всего рассматриваемого диапазона возможных цен за товар. Следовательно, $P(\tilde{s} < \$9,7) = 0,5$. Теперь брокеру следует выбрать в качестве оцениваемого интервала диапазон цен от \$5,5 до \$9,7 за тонну руды и найти медиану для него. Для этого он может вновь задаться тем же вопросом: не выше какой цены из представленного диапазона руду предпочтет приобрести примерно четверть из общего числа заинтересованных покупателей, а остальные смогли бы согласиться предложить и большую цену? Предположим, что он остановился на оценке $\$0,25$ в \$8,3. Таким образом, он получает еще одно значение для субъективной функции распределения цены продажи: $P(\tilde{s} < \$8,3) = 0,25$.

Остается определить величину $\$0,75$ верхнего квартиля и основная часть работы будет завершена. Брокер представил себе все известное ему множество потенциальных покупателей руды, мысленно прикинул их нынешнее финансовое состояние. Он

представил себе как будут происходить открытые торги рудой, торги в полностью рыночных условиях. Он представил себе четверть наиболее состоятельных и решительных потенциальных покупателей, которые будут намерены купить руду во что бы то ни стало. При этом 3/4 остальных покупателей отступят. После всего этого брокер задался вопросом: до какой максимальной цены за тонну руды такие покупатели будут готовы ждать и не вступать в торг, чтобы затем враз предложить цену, выше этой и тем самым выиграть торги? Он ответил для себя, что величина $\$0,75$ такой цены должна быть, как минимум, равной \$10,3 за тонну.

Таким образом, $P(\bar{z} < \$10,3) = 0,75$. Далее брокер продолжил работу, деля каждый из полученных интервалов его собственной «медианой». В результате подобных операций им было получено множество значений субъективной функции распределения цены спроса на руду, представленных в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Множество значений субъективной функции распределения цены спроса на руду

Цена y , \$/тонн.	5,5	7,2	8,3	9,0	9,7	10,1	10,3	10,8	12,0
$P(\bar{z} < y)$	0	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,0

Для уточнения собственных представлений и проверки полученных данных на непротиворечивость брокер дополнительно и независимо от уже полученных данных оценил точку «fifty-fifty», сдвигая границы интервала половинной вероятности: левую границу цены в \$5,5 он заменил на значение \$7,2, а правую, равную \$9,7, — на \$10,1. После этого он задался вопросом: чему равна точка «fifty-fifty» для интервала цены спроса от \$7,2 до \$10,1 за тонну? Подумав, он решил, что это действительно будет примерно \$9,0, и, следовательно, его представления достаточно точны и непротиворечивы. Все полученные точки были затем использованы для построения графика субъективной функции распределения $F(y) = P(\bar{z} < y)$ цены спроса на руду. График функции $F(y) = P(\bar{z} < y)$ представлен на рис. 3.11.

Брокер использовал его для оценки выгодности альтернатив с использованием дерева решений. Но для того чтобы избежать существенных оценок, ему еще придется учесть временной фак-

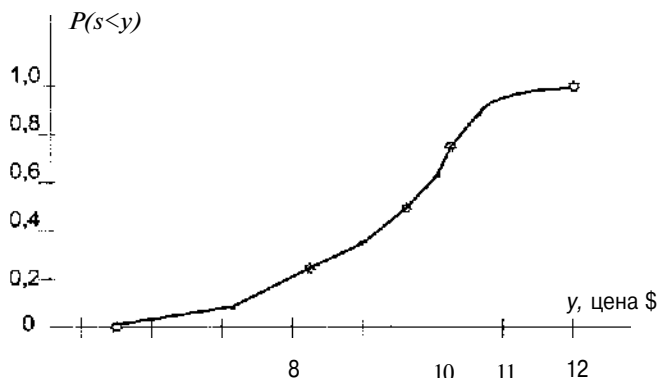


Рис. 3. 11. График функции $F(y) = P(\tilde{s} < y)$

тор. Иными словами, в общем случае любая оценка экономических решений, и маркетинговых в частности, не может производиться лишь с позиций однократной, не существующей во времени денежной прибыли (ущерба). Иногда для этого достаточно использовать формализованную методику, например, метод оценки окупаемости капиталовложений при помощи расчета дисконтированного движения наличности.

3.4. МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСКА БАНКРОТСТВА И НЕВОЗВРАТА КРЕДИТА В СИСТЕМЕ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФИРМОЙ

Оценка вероятности банкротства (Z-модель). Риск банкротства достаточно распространен, причем не только в странах с переходной экономикой. Об этом свидетельствует и отечественный опыт, и события последних десятилетий в зарубежных странах. С 1 марта 1993 г. в России введен в действие Закон «О несостоятельности (банкротстве) предприятия» (от 19 ноября 1992 г. № 3929-1). Согласно этому закону под банкротством понимается неспособность предприятия удовлетворять требования кредиторов по оплате товаров (работ, услуг), включая неспособность обеспечить обязательные платежи в бюджет и внебюджетные фонды, в связи с превышением обязательств над имуществом или в связи с неудовлетворительной структурой баланса. Как видно, в приведенном определении уже содержится указание на

главные факторы, определяющие возможность наступления этого, далеко не безобидного экономического и юридического события. Но это не все. С формальных позиций банкротство — это событие, то есть простейшая, системная модель сложного экономического явления. Это явление не является статичным. Как правило, банкротству предшествует достаточно длинная полоса финансово-экономических затруднений, вслед за которыми происходит лавинообразное ухудшение финансового состояния предприятия. Динамика банкротства также нашла отражение в Федеральном законе «О несостоятельности (банкротстве)» от 26.10.02 № 127-ФЗ. В нем определены сроки наступления события банкротства. Так, юридическое лицо считается не способным удовлетворить требования кредиторов, если его обязательства не исполнены в течение трех месяцев с момента наступления даты исполнения.

Учитывая указанные обстоятельства, банкротство можно прогнозировать, чтобы можно было своевременно принять необходимые меры для его предотвращения как события. Существуют разные методы прогнозирования финансового состояния предприятия с позиции его потенциального банкротства. Наибольший интерес среди них представляют математические методы, которые уже почти сорок лет широко используются в зарубежной практике оценки риска банкротства. В частности, широко известны (см., например, [66, 77, 84] и др.) так называемые Z-модели, разработанные известным западным экономистом Э. Альтманом (Altman) в конце 60-х годов XX в. (другие названия этой модели: коэффициент Альтмана, индекс кредитоспособности). По форме модель Альтмана представляет линейную функцию от двух до семи факторов. Ее параметры рассчитывают на основе статистического обобщения финансовых показателей, характеризующих экономическую деятельность тех предприятий, которые либо уже обанкротились, либо удачно избежали банкротства. Например, при построении первой своей модели Альтман обследовал около 70 предприятий США, половина которых обанкротилась в период между 1946 и 1965 гг., а половина работала успешно.

Наиболее простая из моделей Альтмана — двухфакторная. В ней переменными являются коэффициент текущей ликвидности и доля заемного капитала в общей сумме источников заемных

средств. Модель формирует качественную шкалу для оценки вероятности банкротства и задается соотношением вида:

$$Z = -0,3877 - 1,0736 K_1 + 0,0579 K_2,$$

где K_1 — коэффициент текущей ликвидности;

K_2 — доля заемного капитала в общей сумме источников заемных средств.

Анализ соотношения для двухфакторной модели показывает, что чем выше доля заемного капитала в общей сумме источников заемных средств предприятия и чем ниже его текущая ликвидность, тем выше значение Z , и тем больше вероятность банкротства. Качественная шкала вероятности банкротства в течение ближайших двух лет от момента оценки формируется точечными и диапазонными значениями величины Z :

- если $Z = 0$, то вероятность банкротства примерно «fifty-fifty»;
- если $Z < 0$, то вероятность банкротства меньше 0,5;
- если $Z > 0$, то вероятность банкротства больше 0,5.

Достоинство двухфакторной модели состоит в ее простоте. За это приходится расплачиваться весьма невысокой точностью прогноза (по сути, «fifty-fifty» в течение ближайших двух лет).

Более сложной, но и более точной является пятифакторная модель Альтмана. Точность прогноза по пятифакторной модели составляет почти 95% на период до одного года, а на периоде до двух-трех лет не опускается ниже 80%. Эта модель имеет следующий вид:

$$Z = 1,2 K_1 + 1,4 K_2 + 3,3 K_3 + 0,6 K_4 + 1 K_5,$$

где K_1 — отношение собственных оборотных средств к сумме активов («чистый капитал»);

K_2 — отношение нераспределенной прибыли к сумме активов;

K_3 — отношение балансовой прибыли до уплаты налогов и процентов к сумме активов;

K_4 — отношение рыночной стоимости акций к величине заемного капитала;

K_5 — отношение выручки от реализации продукции к сумме активов.

По сравнению с двухфакторной моделью качественная шкала оценок пятифакторной модели имеет отрицательную направленность по вероятности банкротства, а именно: чем больше

значение Z , тем меньше вероятность банкротства. Результаты расчетов позволили установить диапазон возможных откликов Z -модели. Он ограничен в пределах примерно от -15 до $+20$. Детализация этого диапазона по градациям вероятности банкротства проводится различными исследователями, в целом, одинаково. Все сходятся в мнениях, что если $Z > 3$, то предприятие финансово устойчиво, а если $Z < 1,8$ — несостоятельно. Однако в связи с тем, что в четвертом коэффициенте фигурирует рыночная стоимость акций, этот показатель можно использовать лишь в отношении крупных компаний, и границы вынесения оценок здесь начинают смазываться. Тем не менее часто в литературе можно встретить почти вдвое больше качественных градаций шкалы вероятности банкротства, чем в двухфакторной модели:

- «очень высокая», если $Z < 1,8$;
- «высокая», если $1,81 < Z < 2,7$;
- «возможная», если $2,8 < Z < 2,9$;
- «маловероятная», если $Z > 3$.

Итак, основной недостаток пятифакторной модели Альтмана в том, что ее адекватность высока только для достаточно крупных компаний, длительное время уверенно котирующих свои акции на бирже.

Наконец, в конце 70-х годов XX в. Альтманом была разработана семифакторная модель. По некоторым оценкам, она позволяет прогнозировать банкротство за пять лет до его наступления с надежностью не менее 0,7. Кроме того, примерно в этот же период были разработаны модели и других авторов: Винакора и Смитира (по результатам оценки работы более 180 фирм); Фицпатрика (исследовано 20 фирм, которые потерпели крах в 1920-1929 гг.); Мервина (изучен опыт 939 фирм в 1926-1936 гг.); Таффлера; Спрингейта; Фулмера (30 успешных компаний и 30 банкротов); Лего (были проанализированы 30 финансовых показателей 173 промышленных компаний Квебека) и др. Они содержат от 4 до 9 факторов. Более подробные сведения по этим моделям можно почерпнуть в книге Ф. Робертса «Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам» [77].

Дискретная аналитическая модель кредитного риска. В зависимости от того, в каком контексте рассматривается угроза потери или убытка, для оценки риска могут вполне быть использова-

ны модели и методы теории надежности. Пусть вначале требуется оценить риск для самого, так сказать, неблагоприятного исхода — полного невозвращения кредита. При таком подходе к оценке риска этот случай вполне адекватно описывается моделью внезапного отказа. Обозначим через P_n — вероятность невозвращения кредитных средств полностью в установленный срок, а через r_0 — банковскую ставку кредитования при нулевом риске. Обычно полагают, что риск незначителен, если вероятность $P_n < 0,25$, а при уровнях вероятности $P_n > 0,60$ его считают критическим.

Поскольку $0 < P_n < 1$, кредитор может не получить принадлежащие ему заемные средства C с учетом процентов, то есть он может потерять сумму $(1 + r_0)C$ с вероятностью P_n . Поэтому в условиях риска он стремится увеличить ставку кредитования с r_0 до r_p , ориентируясь, на средний ожидаемый доход. Этот ожидаемый доход можно вычислить по известной формуле для математического ожидания дискретной случайной величины:

$$P_n \cdot 0 + (1 - P_n) \cdot (1 + r_p)C = (1 - P_n) \cdot (1 + r_0)C.$$

По справедливости, это ожидаемое значение должно равняться по величине той сумме, которую кредитор получил бы, если бы положил деньги в банк и не рисковал. Поэтому полагаем, что

$$(1 - P_n) \cdot (1 + r_p)C = (1 + r_0)C.$$

Отсюда легко определяем, что процентная ставка r_p кредитования в условиях риска должна быть равна

$$r_p = \frac{r_0 + P_n}{1 - P_n}.$$

Например, для введенных нами градаций уровней 0,25 и 0,60 вероятности P_n невозвращения кредитных средств и банковской ставке $r_0 = 0,05$ кредитования **значения** величины процентной ставки r_p кредитования в условиях риска составят:

$$r_p < 0,4 \text{ при } P_n < 0,25 \text{ и } r_p > 1,625 \text{ при } P_n > 0,60.$$

Непрерывная модель кредитного риска. Предположим теперь, что банк постоянно выдает кредиты или учитывает векселя. Предположим, что риск невозврата кредита пренебрежимо мал.

Однако банк может испытывать затруднения, даже нести потери или убытки оттого, что заемщики опаздывают со сроками возврата или со сроком погашения векселей. При достаточно длительном процессе проведения подобных кредитных и факторинговых операций, при значительной массовости таких событий хорошей моделью для оценки риска несвоевременного возврата может служить модель простейшего (пуассоновского) случайного потока событий. В такой модели случайными являются моменты времени возврата кредитованных средств с **задержкой**, а следовательно, случайной является и сама величина $\tilde{T}$ времени задержки. Обозначим через T_{cp} среднее время задержки возврата.

Среднее время T_{cp} задержки возврата можно установить, набирая статистику по задержкам возврата за достаточно длительный период наблюдений. Предположим, что среднее время T_{cp} задержки возврата известно, и оказалось, что оно примерно постоянно за весь рассматриваемый период финансовой структуры. Это означает, что среднее число случайных событий — возвратов кредита с задержкой или опоздание с погашением векселей — не зависит от того, когда именно мы фиксируем эти события, а зависит только от того, за какой промежуток времени эти опоздания установлены. В таком случае можно рассчитать интенсивность λ постоянного потока рассматриваемых нами случайных событий, когда возврат произошел с запаздыванием:

$$\lambda = \frac{1}{T_{cp}}.$$

Этой характеристики вполне достаточно, чтобы полностью охарактеризовать простейший поток случайных событий — опозданий с возвратом кредита или погашения векселей — и рассчитывать характеристики риска.

Например, функция $F(t)$ распределения непрерывной случайной величины $\tilde{T}$ продолжительности времени запаздывания с возвратом кредита задает вероятность того, что момент возврата кредита с запаздыванием наступит не позднее фиксированной величины t . Эта функция имеет вид:

$$F(t) = P(\tilde{T} < t) = 1 - e^{-\lambda t}.$$

Это неубывающая функция своего аргумента с параметром λ интенсивности потока запаздываний. Следовательно, чем больше значение величины t продолжительности запаздывания, тем

меньше вероятность невозврата к этому сроку при заданной величине λ . Например, вероятность запаздывания с возвратом средств не позднее среднего времени T_{cp} запаздывания (то есть вероятность наступления события $t < T_{cp}$) составит величину $P(t < T_{cp}) = F(T_{cp}) = 1 - e^{-\lambda \cdot T_{cp}} = 1 - e^{-1} = 0,632$, вероятность возврата средств не позднее двукратного среднего времени запаздывания будет равна $P(t < 2T_{cp}) = F(2T_{cp}) = 1 - e^{-\lambda \cdot 2T_{cp}} = 1 - e^{-2} = 0,865$, а через три средние продолжительности запаздывания средства будут возвращены практически достоверно ($P(t < 3T_{cp}) = F(3T_{cp}) = 1 - e^{-\lambda \cdot 3T_{cp}} = 1 - e^{-3} = 0,950$).

Итак, при запаздывании с возвратом кредитованных средств **займодавец** несет убытки — отданные им в кредит средства не работают и не приносят дохода. Какими могут быть эти потери по величине? Пусть r^* — процентная ставка наиболее выгодного размещения средств. Тогда, например, при средней задержке T_{cp} времени погашения векселей на одной факторинговой операции кредитор потеряет $r^* T_{cp}$, а при номинале вексельного портфеля, обслуживаемого факторингом, равном N , эти потери составят уже $r^* T_{cp} N$.

Следовательно, с учетом риска несвоевременного возврата ставка кредитования должна быть скорректирована на «эффект задержки» в погашении векселей. Для этого следует банковскую ставку r_0 кредитования при нулевом риске увеличить на некоторую долю от процентной ставки r^* наиболее выгодного размещения средств. Величину доли от процентной ставки r^* определить пропорционально отношению величины среднего времени T_{cp} задержки погашения векселей к среднему сроку кредитования (среднему сроку жизни векселей до погашения).

ГЛАВА 4

Модели и методы разработки решений по управлению рисками в условиях конкуренции

4.1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА «ОПОРЫ НА СОБСТВЕННЫЕ СИЛЫ»

Редко когда в предпринимательстве главным фактором, определяющим «механизм проблемной ситуации», не оказывается поведение одного или нескольких субъектов, втянутых в предпринимательскую операцию. Предприниматель ведь никогда не действует в вакууме, даже тогда, когда занимается куплей-продажей акций через Интернет. Он постоянно воздействует своими поступками на других и постоянно находится под чужим воздействием. Он просто вынужден взаимодействовать с «другими», так же, как и они, «другие», возможно, даже против своей воли вступают во взаимодействие с ним. Издавна при этом лица, принимающие решения, были настроены на то, чтобы получить какие-то обоснованные рекомендации для совершения собственных поступков в условиях, когда будущие поступки «других» — это как темная сторона Луны. Поэтому с начала XX в., когда начали развиваться методы математического прогнозирования и оценки рисков, на них возлагали большие надежды. В те времена экономическое сообщество еще недалеко ушло от эпохи «*homo homini lupus est*» («человек человеку волк»), что, согласно Гоббсу, было естественным состоянием человеческого общества

до возникновения государства. Поэтому у предпринимателей того периода не было иного выхода, как воспринимать «других» в качестве агрессивной среды.

Итак, в ходе предпринимательской деятельности рано или поздно возникает конфликт. И конфликт в экономической или политической сферах порождает борьбу. Цели и формы борьбы могут быть различны, но издавна изучались и постепенно становились известными некие общие законы, на основании которых развивались процессы парного или группового противоборства. Вот, например, как выглядят классические стратегии противоборства (стратагемы), известные из политики и военного дела:

- создавай трудности противнику, осложняй обстановку, если уверен, что лучше справишься с осложнениями и трудностями;
- заботься о свободе движения, сковывай противника, ограничивай его свободу действий;
- используй в своих целях функции и резервы противника;
- концентрируй силы и средства на самом выгодном направлении;
- выводи из строя в первую очередь координирующие центры и органы управления противника;
- заботься о восстановлении собственных поврежденных центров;
- ставь противника перед свершившимся фактом — сначала введи решение, а потом уж добивайся, чтобы с ним примирились;
- действуй проволочками, затяжками, если это ослабляет противника;
- действуй угрозами — потенциально угрозы опаснее действия;
- захвати противника врасплох, действуй скрытно, обманами.

Трудно не согласиться с высокой эффективностью перечисленных стратагем.

А вот некоторые примеры эвристических правил поведения в бизнесе:

- не давайте пришедшему к вам с деловым предложением в долг, лучше — вложите деньги в совместное с этим человеком дело; тогда вы получите право участвовать в деле, вносить предложения, контролировать бизнес, участво-

вать в доходах; то есть, вы получите часть управления и часть прибыли, а не сколько-то %% долговых; а если произойдет крах — вы сможете вернуть хотя бы часть своих денег; покупайте долю в бизнесе только рядом, не далее, чем в вашем городе и только то, что можно увидеть своими, глазами, а лучше — потрогать руками, потому что не стоит верить тому, что слышишь, надежнее все подвергать сомнению;

- у инвестора должен быть один главный девиз: «Будьте подозрительны и компетентны!»; нельзя быть некомпетентным, когда вкладываешь деньги; великая ценность денег как раз в том и состоит, что они нужны каждому, поэтому правило: «Покупайте только то, что как можно больше «похоже на деньги»; если вы торговец, вложите деньги в лучшую компанию, которая продает вам товар; если вы строитель — покупайте недвижимость и землю; но покупайте только ту собственность, которую сможете перепродать без потерь, а не ту, которая «вам нравится», потому что завтра она может вам разонравиться, а кроме вас — она никому оказывается и не нужна;
- если вы интеллигент (ничего не смыслите в коммерции и торговле) — приобретайте государственные ценные бумаги;
- лучше сразу получить сравнительно небольшую прибыль, чем откладывать решение в надежде на более крупную;
- тот, кто делает деньги, должен быть пессимистом во время бума и оптимистом — во время депрессии; покупайте всегда у пессимистов, а продавайте оптимистам.

А вот исторически сложившиеся «золотые правила» инвестирования:

- на финансовом рынке никаких гарантий быть не может;
- > лучше уж сохранить свои деньги, не получив по ним никакого дохода, чем потерять их все сразу;
- никогда не вкладывайте деньги в то, чего до конца не понимаете. Это означает, как, например, мы уже отмечали, что заниматься операциями на рынке ценных бумаг нужно после длительных и упорных «тренировок». Перед тем как совершить первую операцию, вникните в смысл основных понятий и терминов. Затем внимательно изучите содержание документов, сопровождающих и фиксирую-

щих сделку. Процессы, связанные с покупкой или продажей ценных бумаг, надо изучать постепенно. К слову сказать, для того чтобы привить обычным гражданам России знания, умения и навыки в работе с ценными бумагами, для «продвижения» операций с ценными бумагами «в массы» некоторые банки России предлагают в Интернете учебные интерактивные системы электронных торгов, работающие в режиме реального времени. Каждый может попробовать собственные силы и умения, а через некоторое время — оценить итоги. В общем — не спешите вкладывать деньги «сломя голову»;

никогда не вкладывайте деньги на основе только одного мнения. Не считайте себя «главным специалистом». Консультации с профессионалами обязательны (лучше — с несколькими и из разных компаний);

никогда не вкладывайте деньги под нажимом. Помните, что на свете достаточно людей, которые могут убедить кого угодно в чем угодно. Нужно уметь держать паузу ровно столько, сколько нужно для понимания ситуации и консультации с теми, кому доверяете. И пусть вас не смущают авторитетные имена, гипотетические расчеты, эмоциональные призывы к срочному вложению средств в «абсолютно беспроигрышное дело». Даже если потом автор этого предложения вам как бы безразлично упомянет в вашем присутствии, что вот, дескать, вложил деньги и оказалось — очень выиграл, не расстраивайтесь, а, как говорят, «разделите объявленный результат на десять». Согласитесь, что все-таки лучше недополучить какую-то прибыль, чем потерять основной капитал;

никогда не вкладывайте последние деньги. Все фондовые рынки периодически подвержены спадам и кризисам. Поэтому надо быть готовым переждать неблагоприятные ситуации. Это возможно лишь в том случае, когда сделанные инвестиции не затрагивают ваших жизненных интересов;

никогда не вкладывайте чужие деньги. Бывает, что котировки акций динамично и продолжительно растут, и возникает соблазн взять деньги в долг и купить на них быстрорастущие акции. Однако обычно сложно предугадать резкий скачок вниз, а затем затяжной спад рынка. А самое

неприятное в том, что, как правило, срок возвращения чужих денег никогда не совпадает с благоприятной ситуацией, и вы окажетесь в положении должника. А раз это так, то лучше недополучить дополнительную прибыль, чем ваше имущество пойдет на торги для погашения долга.

Наконец, еще несколько мудрых правил поведения:

- если вы не очень склонны к абстракциям, с трудом фантазируете, то лучше вам иметь дело с собственностью, а не вкладывать деньги в некие планы; вообще вкладывать деньги в гипотетические проекты стоит, только имея за плечами десятилетний опыт ведения дел с собственностью;
- если нужен надежный совет, то в последнюю очередь обращайтесь к брокерам — брокер живет с продаж, его лозунг: «Рискует клиент!»;
- брокер никогда не сможет показать вам путь к «мешку золота» за копеечное вознаграждение; если бы действительно знал, где он лежит, он подобрал бы его сам.

И поэтому совсем не удивительно, что первые математические модели оценки рисков в межгосударственных отношениях и в бизнесе строились на основе принципа открытого противостояния, антагонизма и «опоры на собственные силы». В подобных конфликтных ситуациях Л ПР при обосновании своих решений приходилось рассчитывать только на худшее, поскольку не представлялось возможным знать, как конфликтующие с ним «другие» поступят или смогут поступить. Разработкой технологий и методов разработки решений в антагонистических конфликтных ситуациях занимались психологическая теория решений и математическая теория игр. Но это достаточно сложные дисциплины.

Воспользоваться напрямую результатами этих двух теорий обыкновенному управленцу, не специалисту по ТПР, не математику подчас довольно трудно. Даже тезаурус у них своеобразный. Например, альтернативы принятия решений в теории игр принято называть стратегиями, чтобы подчеркнуть принципиальное отличие конфликтных проблемных ситуаций от иных, а модельными компонентами теории игр являются игроки, цели игроков, доступная игрокам информация для принятия решений и правила реализации игроками собственных стратегий (осуществления

ходов в игре). Но, думается, не следует далее вдаваться в указанные семантические тонкости без особой необходимости. Лучше сразу обсудим научную концепцию анализа рисков в конфликтных ситуациях.

Разработку решений по снижению предпринимательских рисков в конфликтных ситуациях целесообразно декомпозировать по этапам усложняющегося использования информации о проблемной ситуации. На первом этапе целесообразно провести предварительный анализ собственных стратегических возможностей при упрощенном подходе к обоснованию решений в схеме «один против всех». Для повышения надежности представлений, выводов и рекомендаций целесообразно вначале оценки получать в качественных шкалах (номинальных или порядковых). Затем следует уточнить собственные предпочтения и усовершенствовать шкалы оценки возможных исходов.

На завершающем этапе разработки решений по управлению риском следует оценить возможности противника по осуществлению блефа, угроз, кооперирования и вступления в коалиции с некоторыми из «других» заинтересованных лиц, что может ухудшить положение Л ПР.

Покажем, как можно достаточно просто провести моделирование первого этапа анализа рисков в условиях конфликта. Для этого рассмотрим модели оценки риска на основе принципов «индивидуальной рациональности» и «опоры на собственные силы». В теории игр такие модели именуют «парными (в том смысле, что моделируется поведение только двух конфликтующих сторон) антагонистическими играми». Из этих моделей конфликтных ситуаций наиболее проработанными в методическом и технологическом аспектах являются так называемые матричные игры.

Для матричных игр характерны следующие признаки:

- только два игрока («наш» предприниматель — 1-й игрок, «другой» — 2-й игрок);
- у игроков дискретные и конечные множества стратегий;
- игроки руководствуются единым критерием, измеряемым в полезностях, причем первый игрок стремится критерий максимизировать, а второй — минимизировать;
- строгое соперничество между игроками (антагонистическая игра);

- игрокам нельзя между собой договариваться и обмениваться информацией (бескоалиционная, некооперативная игра).

Эти признаки вполне адекватны характеристикам конфликтной ситуации с бескомпромиссной борьбой между предпринимателями за прибыль на сегменте рынка. Критерий единственный — величина прибыли. В итоге конкурентной борьбы одна из сторон выиграет в прибыли ровно столько, сколько ей проигрывает другая сторона.

Цель применения аппарата матричных игр для анализа предпринимательского риска — оценка собственных стратегических возможностей в упрощенной, модельной схеме «один против всех». При таком концептуальном взгляде на конфликтную ситуацию предприниматель может получить первое представление о том, чего оно может достичь, если будет действовать, не обращая внимания на своих противников. И только в том случае, если эти первые выводы, сделанные предпринимателем, подтвердят для него выгодность будущей конкурентной борьбы, только тогда ему может потребоваться провести дополнительный анализ стратегий разрешения конфликта на основе более тонких представлений о личных предпочтениях и предпочтениях конкурентов. В качестве упомянутых «тонкостей» стратегий рекомендуется проанализировать возможности использования особых психологических приемов — блефа и угроз.

Что мы будем понимать под словами «блеф» и «угроза» в нашем изложении? По поводу «угроз», как специфических формальных стратегий поведения в конфликте, мы еще будем говорить. А вот «блеф» — это не стратегия, в том понимании, как мы уже привыкли, как указание о том, что, где, когда и как сделать. Это не конкретный способ действий, который реализуется в пространстве и времени. Блеф — это, скорее, искусство воздействия на противника с целью увлечь его в нужном для блефующего направлении мыслей и действий. Результат блефа — обман. Действие блефа на противника или проявляется практически мгновенно, если он вам поверил, или — не проявляется вовсе. При организации блефа следует помнить его важный принцип: все, что может привлечь внимание именно этого конкурента, может быть использовано в качестве приманки для него.

Например, тщеславного, самоуверенного, рискованного субъекта с низкими моральными качествами, несомненно, со-

блзнит то, что вы, как его соперник, выглядите слабым, неопасным и даже — не очень привлекательной жертвой. В подобной ситуации такое ваше поведение обычно провоцирует самоуверенного конкурента не бояться вас, проявить свои планы, подталкивает его к использованию не самых сильных его стратегий. Наоборот, если соперник осторожен, неуверен, чрезмерно пессимистичен и т.п., вам следует показать себя сильным, решительным, готовым к самым безрассудным поступкам. Тогда вы сможете достаточно уверенно предположить, что или он задействует самые сильные из своих стратегий, которые вы можете себе представить, или — пойдет на уступки. В любом случае у вас появится достаточная уверенность в том, какая ситуация в конфликте сложится. А это совсем немало!

Но начнем мы с моделирования конфликтных ситуаций самыми простыми методами. Путем формирования и решения матричной игры. В результате можно получить как качественные суждения, так и количественные рекомендации. Качественные суждения — это представления о том, какую стратегию предпринимателю лучше использовать, а также — чего, скорее всего, ждать от «другого». Что касается количественных рекомендаций, то они состоят в вычислении гарантированного выигрыша и установлении специальных сложных стратегий, приводящих к наилучшему результату. Эти стратегии называют «смешанными». Что это означает, будет ясно чуть позднее. Но начинается все с решения игры в наиболее простой ее форме, а именно — для однократной «партии» в чистых стратегиях.

Разъясним смысл словосочетания «чистые стратегии». Его нужно понимать так, что при управлении риском в конфликтной ситуации предприниматель будет применять имеющиеся в его распоряжении стратегии исключительно альтернативно. То есть применяют чистые стратегии по схеме: или — эта, или — та, и никак иначе. Иными словами, применение чистой стратегии напроць исключает возможность одновременного применения других имеющихся у предпринимателя альтернатив, каждая из которых также рассматривается как потенциальная чистая стратегия. Анализ конфликта в чистых стратегиях проводят на основе принципа наибольшего гарантированного результата. Поэтому ясно, что, согласно принципу наибольшего гарантированного результата, рациональным можно считать только такое поведение

в конфликте, которое обеспечивает предпринимателю наилучший из самых неблагоприятных для него результатов.

Помимо принципа наибольшего гарантированного результата для оценки степени уверенности в исходе конфликтной ситуации прогноз осуществляют на основе принципа равновесия. Суть его в том, что рациональным поведением конфликтующих сторон следует считать только такое, при котором каждая из них стремится к ситуации, обеспечивающей лично ей наибольший гарантированный результат, и отклонение от которой не выгодно никому.

Противоположным по смыслу к рассмотренному является понятие «смешанная стратегия». Наверное, уже почти ясно, что смешанная стратегия каким-то образом формируется из чистых. Именно так: смешивание стратегий означает их одновременное совместное применение при разрешении конфликта по специальным правилам. Но для того чтобы это технически стало возможным, «партия» игры должна повторяться не один, а несколько раз. Причем, чем больше раз будет проведена партия, тем — лучше.

То же мы самое мы можем наблюдать и в предпринимательстве. Например, в качестве чистых стратегий на рынке ценных бумаг может выступать указание о покупке определенного количества конкретных акций по конкретной цене или распоряжение на совершение сделки в нерыночных условиях. Но ведь для снижения риска и повышения эффективности операций на рынке ценных бумаг владельцы и брокеры могут на этой бирже одновременно покупать одни акции и продавать другие, варьировать цену, объемы пакетов и пр. Так вот это будет уже смешиванием чистых стратегий на данной бирже, то есть применением смешанной стратегии. А теперь представим себе, что владелец ценных бумаг может производить подобное смешанное расширение игры на нескольких биржах, и, думается, понятие «смешанной стратегии» окончательно станет ясным.

Технология анализа матричной игры следующая. Сначала устанавливают все ситуации игры. Ситуация игры — это та совокупность факторов и тот механизм формирования результата, которые сложатся в момент, когда игроки независимо друг от друга применяют каждый свою чистую стратегию. То есть это полная аналогия того, как происходит в карточной игре, когда игроки обязаны сделать ход одновременно: первый игрок, исходя из

своих целей и возможностей, абсолютно волевым порядком выбирает одну из имеющихся у него карт; второй — поступает аналогичным образом; игроки одновременно бросают свои выбранные карты на стол; в результате — обе карты на столе, и сложилась вполне ясная ситуация, кто выиграл, а кто — проиграл.

Смешанные стратегии можно наблюдать в процессе антагонистической дуэльной борьбы за покупателя и прибыль на сегменте рынка с определенным товаром. Пусть, например, каждый из двух торговцев-конкурентов, выходит на рассматриваемый сегмент рынка со своей стратегией торговли. То есть каждый из торговцев доставляет на рынок свой определенный объем товара и устанавливает свою определенную цену за единицу товара. Предположим, что цена ими установлена по принципу минимальной прибыли, и продавцы товара не имеют права изменять цену в процессе торговли. Итак, товар разложен на прилавках, цены объявлены. Можно начинать торговать и получать прибыль от продаж.

Все было бы ничего, вот только покупатель на рынке один и тот же для двоих продавцов. А это значит, что если этот покупатель приобретет у одного из продавцов некоторое количество n товара по цене c_1 за единицу, то именно этот продавец получит от покупателя денег на сумму $n \cdot c_1$. А другой продавец такого же товара эту же сумму от покупателя не получит (потеряет $n \cdot c_1$ единиц ценности товара). Таким образом, в модельных терминах теории игр действительно получается, что торговцы-конкуренты (игроки) пользуются в операциях купли-продажи (в игре) одной и той же критериальной функцией для оценки предпочтительности ситуаций (полученная выручка за проданный товар) и при этом каждый из торговцев (игроков) в процессе торговли (в конфликтной ситуации) выигрывает ровно столько, сколько ему проигрывает другой. Множества стратегий у игроков можно считать дискретными. Следовательно, налицо все признаки, присущие антагонистической матричной игре.

Итак, рассматривая технологию решения матричных игр, мы сделали два шага. Мы установили множество ситуаций игры как множество всевозможных пар, образованных из чистых стратегий игроков, а также оценили каждую ситуацию по единому, общему для обоих игроков критерию. Основной результат первых двух шагов рассматриваемой нами технологии обычно оформляют в виде матрицы игры. Заголовками строк матрицы служат на-

именования чистых стратегий первого игрока. Заголовками столбцов — наименования чистых стратегий второго игрока. На пересечении строк и столбцов, то есть в клетках матрицы, как мы теперь понимаем, фигурируют ситуации игры.

В клетки заносят значения критерия в выбранной шкале, чем и моделируют значения выигрыша первого игрока. В то же время это значение — величина проигрыша второго игрока. Таким образом, матрица игры — это очень важный результат. Дело в том, что после того как матрица игры получена, весь последующий анализ конфликтной ситуации можно проводить, полностью отстранившись от ее контекста. Опиерируют только этой матрицей, особенно не задумываясь над тем, что конкретно за ней прячется. Это очень удобно. В этом как раз и состоит идея моделирования: проводя анализ модели, можно совершенно не задумываться над тем, как модель получена (в данном случае — эта матрица игры) и что конкретно она отображает.

Начиная с этого момента, анализируем только матрицу игры. Задача третьего шага технологии состоит в том, чтобы удалить из матрицы игры все стратегии игроков, которые порождают ситуации явно не выгодные для разрешения конфликта. Процедура исключения из дальнейшего рассмотрения всех невыгодных игрокам стратегий называют редуцированием (снижением размерности) матрицы игры. Методологическую основу редуцирования составляет идея доминирования. Дословно «доминирование» — это «господство». В каком же смысле тогда можно говорить о доминировании стратегий?

Ответ тут же становится очевидным, если не забывать об общесистемном принципе цели. К какой цели мы стремимся? Разрешить конфликтную ситуацию с наибольшей пользой для себя и при этом только с опорой на собственные силы. Значит, мы должны оставить в своем распоряжении для дальнейшего рассмотрения способов решения конфликта только безупречные по выгодности стратегии. Выгодность оставляемых стратегий должна явно преобладать над выгодностью каких-то других, менее выгодных, то есть — доминируемых альтернатив. Итак, задача стоит следующая: из исходного множества стратегий первого игрока, которые моделируют ситуации в строках матрицы игры, удалить все доминируемые альтернативы и оставить только недоминируемые. Надо вычеркнуть из дальнейшего рассмотрения все те строки, значения в которых по величине не больше, чем в

Глава 4. Управление рисками в условиях конкуренции

какой-либо другой строке матрицы игры. Рассмотрим пример. Пусть у первого игрока четыре чистые стратегии, а у второго — пять. Следовательно, матрица будет размером 4×5 . Пусть к тому же значения функции выигрыша — критерия первого игрока — таковы, как это представлено в матрице игры, имеющей вид табл. 4.1.

Таблица 4.1

Матрица игры

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
a_1	6	3	4	2	1
a_2	5	3	4	8	2
a_3	1	2	4	2	3
a_4	2	4	5	3	3

Сравним величины функции выигрыша первого игрока в строке табл. 4.1, соответствующей его стратегии a_3 , со значениями в строке, например, для стратегии a_4 . Результатом сравнения будет вывод о том, что стратегия a_4 доминирует над стратегией a_3 . Действительно это так, поскольку выполняются все нестрогие неравенства $a_{4j} \geq a_{3j}$, для $j = 1, 2, 3, 4$. Стратегия a_4 превосходит почти по всем результатам стратегию a_3 . Только для ситуаций, которые формируются с пятой стратегией b_5 второго игрока, эти результаты одинаковы (в этих ситуациях (a_3, b_5) и (a_4, b_5) результат равен 3). Чтобы графически зафиксировать факт доминирования стратегии a_3 в матрице игры табл. 4.1, строка для отображения этой стратегии оттенена. Эту строку следует вычеркнуть из матрицы. В итоге редуцированная по стратегиям первого игрока матрица примет вид, представленный табл. 4.2.

Таблица 4.2

Редуцированная по стратегиям первого игрока матрица игры

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_3	b_4	
a_1	6	3	4	2	7
a_2	5	3	4	8	2
a_4	2	4	5	3	3

Теперь самое время первому игроку вспомнить, что в конфликте участвует и его соперник. Ни в коем случае нельзя считать своего противника глупым, недооценивать его стратегических возможностей. Никогда не будет лишним предположить, что «игрок № 2», по крайней мере, такой же умный, как и вы сами, выступающие в модели конфликта под именем «игрок № 1». Поэтому нужно за него, за второго игрока, проанализировать его множество стратегий и удалить из этого множества все доминируемые альтернативы. Это будет правильно. Ведь умный противник не будет использовать не выгодные для себя стратегии, тем более, если их невыгодность заметна даже вам, его конкуренту.

Предположим, что в ходе проверки вы обнаружили какой-то столбец в матрице игры, в котором все значения функции выигрыша (напомним, что это — ваш, первого игрока критерий выигрыша) окажутся не меньше, чем в каком-то другом столбце. Это означает, что все ситуации для обнаруженного столбца выгоднее вам и не выгодны вашему противнику. Такой столбец, соответствующий стратегии b_3 второго игрока, отнесен в последней матрице игры. Сравним, например, значения в столбцах, соответствующих стратегиям b_2 и b_3 . Легко заметить, что все величины в столбце b_3 превышают соответствующие значения в столбце b_2 . Значит, стратегия b_2 доминирует стратегию b_3 по величинам проигрыша второго игрока. Следовательно, эта альтернатива b_3 должна быть исключена из множества стратегий второго игрока. После вычеркивания доминируемого столбца b_3 матрица игры примет вид, представленный в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Редуцированная по стратегиям второго игрока матрица игры

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_4	
a_1	6	3	2	1
a_2	5	3	8	2
a_4	2	4	3	3

Но может быть после того, как из матрицы игры вычеркнули столбец, стоит вновь проверить ее строки на доминирование? Ведь могли же теперь в матрице остаться такие значения резуль-

тата, при которых удастся выявить невыгодные ситуации? В общем случае — это именно так. И поэтому полученную после **редуцирования** матрицу размером 3×4 следует вновь подвергнуть проверке на доминирование сначала строк, затем — столбцов, потом опять строк и т.д. Бывают ситуации, что в итоге от матрицы остается одна-единственная ситуация, образованная одной стратегией первого игрока и одной — второго. В таком случае других способов разрешения конфликта, как использовать именно оставшиеся стратегии, у игроков нет: игра закончена. Но в общем случае, в окончательно редуцированной матрице все же ситуаций больше, чем одна-единственная. В последней матрице 3×4 все оставшиеся стратегии игроков являются недоминируемыми.

Как только получена окончательно редуцированная матрица, можно приступать к поиску решения игры. Как мы уже отмечали, вначале ищется решение на уровне качественных выводов, а затем — на количественном уровне устанавливается основной результат наиболее рационального поведения в конфликтной ситуации. Для того чтобы получить решение игры с использованием математических методов, введем следующие обозначения:

A, B — множества стратегий первого и второго игроков соответственно;

a_i, b_j — стратегии из множеств A и B соответственно;

(a_i, b_j) — ситуация игры, образованная применением игроками собственных стратегий a_i и b_j ;

$v(a_i, b_j)$ — функция выигрыша (критерий первого игрока); напоминаем, что в матричной игре первый игрок выигрывает ровно столько, сколько ему проигрывает второй, и — наоборот (то есть критерием второго игрока является функция — $v(a_i, b_j)$ величины его проигрыша).

Предварительный анализ игры всегда проводят, исходя из предположения, что состоится только одна ее партия. В таком случае решение получают, как мы сказали, в чистых стратегиях. Технология решения матричной игры в чистых стратегиях включает следующие шаги:

- определяют гарантированный результат для каждой стратегии a_i первого игрока (то есть ту величину выигрыша для каждой из его стратегий, хуже которой получиться просто не может); для этого находят величину минимума

по стратегиям второго игрока в каждой строке матрицы игры:

$$\min v(a_i, b_j),$$

где запись $b_j \in B$ означает фразу «стратегия b_j из множества B »;

- определяют стратегию a_i^* , которая дает первому игроку наибольший по всем его стратегиям гарантированный результат $\max \min v(a_i, b_j)$; другими словами (формальное определение), стратегия a_i^* , которую называют максиминной, задается выражением вида:

$$a_i^*: \max \min v(a_i, b_j);$$

саму величину $\max \min v(a_i, b_j)$ наибольшего гарантированного результата первого игрока называют «нижней ценой игры»; будем обозначать ее через v^- ;

- определяют гарантированный результат для каждой стратегий b_j второго игрока (то есть ту величину проигрыша для каждой его стратегии, хуже которой никак не может быть); для этого находят величину максимума (проигрыша) по стратегиям второго игрока в каждом столбце матрицы игры:

$$\max_{b_j \in B} v(a_i, b_j);$$

- определяют стратегию b_j , которая дает второму игроку наилучший по всем его стратегиям гарантированный результат $\min \max v(a_i, b_j)$ (то есть наименьший проигрыш); другими словами (формальное определение), стратегия b_j^* , которую называют минимаксной, задается выражением вида:

$$b_j^*: \min \max v(a_i, b_j);$$

саму величину $\min \max v(a_i, b_j)$ наименьшего гарантированного проигрыша второго игрока называют «верхней ценой игры»; будем обозначать ее через v^+ .

Основные расчеты завершены. Теперь следует проанализировать полученные результаты. Дело в том, что названия «нижняя цена игры» и «верхняя цена игры» не случайны, а имеют важный практический смысл. Суть в том, что на основании определения этих важнейших характеристик модели конфликтной ситуации с антагонистическим соперничеством можно сделать важные выводы:

1) если первый игрок будет упорно придерживаться своей максиминной стратегии a_1^* , то его выигрыш не может быть меньше, чем величина v — нижней цены игры;

2) если второй игрок будет придерживаться своей минимаксной стратегии b_1^* , то его проигрыш не может быть больше, чем величина v^* — верхней цены игры.

А вот из этого следует вообще фундаментальный вывод. Какой бы ни была матрица игры, всегда выполняется соотношение:

то есть нижняя цена игры не выше верхней цены игры. Или по-другому: первый игрок не может выиграть больше, чем проиграет ему второй игрок, и наоборот. Найдем верхнюю и нижнюю цены игры в нашем примере и сравним их. Для отображения логики процесса отыскания нижней и верхней цены игры добавим к табл. 4.3 дополнительный столбец справа и дополнительную строку внизу. Получим табл. 4.4.

Таблица 4.4

Отображения логики процесса отыскания нижней и верхней цены игры

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_4	b_5	Минимумы значений в строках
a_1	6	3	2	7	2
a_2	5	3	8	2	2
a_4	2	4	3	3	2
Максимумы значений в столбцах	6	4	8	7	

У первого игрока, как следует из полученных результатов, во всех строках минимальные значения одинаковы, поэтому мак-

симум из этих значений совпадает с самими значениями. Следовательно, нижняя цена игры $v = \max_{a_i \in A} \min_{b_j \in B} v(a_i, b_j) = 2$. Минимальный из максимумов в столбцах равен 4. Это означает, что верхняя цена игры $v^* = \min_{b_j \in B} \max_{a_i \in A} v(a_i, b_j) = 4$. Таким образом, в нашем примере полученные значения удовлетворяют фундаментальному неравенству $v \leq v^*$.

А как повлияет на характер решений конфликтующих сторон то обстоятельство, что нижняя цена игры может равняться верхней цене, то есть как поведут себя игроки, если окажется, что $v^- = v^+$? Оказывается, в подобной ситуации конфликтующим сторонам ни в коем случае не следует отклоняться от минимаксной и максиминной стратегий соответственно! В таком случае говорят, что в игре существует равновесная ситуация (ее еще называют в математике «седловой точкой») и решение $v = v^- = v^+ = v(a_i^*, b_j^*)$ в чистых стратегиях. Предположим, что матрица гипотетической игры имела бы значения функции выигрыша в ячейках, как это представлено в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Матрица гипотетической игры

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_4	b_5
a_1	6	3	2	7
a_2	5	4	8	6
a_4	4	2	3	5

В таком случае мы получили бы значения гарантированных результатов для строк и столбцов, которые представлены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Значения гарантированных результатов для строк и столбцов

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_4		Минимумы значений в строках
a_1	6	3	2	1	2
a_2	5	4	8	6	4
a_4	4	2	3	5	2
Максимумы значений в столбцах	6	4	8	7	

Тогда, соответственно получилось бы, что нижняя цена игры $v = \max \min v(a_i, b) = 4$, верхняя цена игры $v' = \min \max v(a, b_i) = 4$, и, таким образом, в нашей игре существовала бы седловая точка в равновесной ситуации, обозначенной пересечением строки и столбца, дающих игрокам v и v' соответственно. Пусть теперь, например, первый игрок не знает, что от этой равновесной ситуации, образованной стратегиями a_2 и b_2 , не стоит отклоняться. А второй твердо придерживается равновесной стратегии b_2 . Легко заметить, что если первый **игрок** применит одну из своих неравновесных стратегий (или a_1 , или a_3), он получит результат, равный или 3, или 2, вместо результата, равного 4, в случае использования равновесной стратегии. Аналогично можно убедиться, что если второй игрок отклонится от равновесной стратегии, в то время как первый придерживается равновесной стратегии, второй игрок проиграет больше (5, 6 или 8). Таким образом, действительно, от равновесной ситуации не выгодно отклоняться ни одному из игроков, так как она сформирована из стратегий, доставляющих наилучший гарантированный результат каждому из них.

Величина выигрыша в равновесной ситуации служит и первому, и второму игроку ориентиром для оценки предпочтительности игры в целом. Если равновесный выигрыш не устраивает первого игрока, то ему следует либо попробовать сформировать новую игру с использованием других стратегий, либо оценить возможности введения в игру более изощренных стратегий — блефа и угроз.

Но что произойдет, если все же ситуация равновесия в чистых стратегиях отсутствует (нижняя и верхняя цены игры не равны)?

В общем случае ситуация равновесия в чистых максиминной и минимаксной стратегиях не всегда существует. Подобный исход анализа заставляет каждого из игроков более тщательно поразмыслить о путях разрешения конфликта. Здесь нужно будет как-то адаптироваться к конкуренту. Как это делать, чтобы улучшить свой результат? Дело это тонкое. Потребуется выдвигать последовательно усложняющиеся гипотезы об ответных реакциях конкурента и собственных контрмерах. Такое поведение называют рефлексивным. Оно **побуждает** каждого игрока рисковать и отклоняться от своей максиминной (минимаксной) стра-

тегии с целью улучшения значения выигрыша в свою пользу. Ясно, что каждый игрок может только предполагать, как поступит второй: будет ли его конкурент придерживаться своей стратегии наилучшего гарантированного результата или отклонится от нее? В значительной степени на решения игроков по-прежнему будут влиять их личностные качества, их интуиция и чутье, а также их искусство блефовать и рефлексировать.

Один из возможных стратегических путей адаптации к противнику — это получше изучить его, побольше узнать о его личности, о его представлениях и предпочтениях. Возможно, будет установлено, что он не склонен к риску. Если это так, то почти однозначно, что он будет придерживаться своей стратегии наилучшего гарантированного результата. Это равносильно тому, что он вам сам «доложит», как он собирается поступить в конфликте. Если же он склонен к риску, то можно предположить, что ваш конкурент отклонится от стратегии наилучшего гарантированного результата и постарается извлечь для себя выгоду от дисбаланса в нижней и верхней ценах игры. В конечном итоге выиграет тот, кто более искусно маскировал свои истинные намерения и удачнее предсказал намерения своего конкурента.

Для иллюстрации рассмотренных замечаний обратимся еще раз к матрице игры, в которой отсутствует седловая точка (см. табл.):

Стратегии игроков	b_1	b_2	b_4	b_5	Минимумы значений в строках
a_1	6	3	2	7	2
a_2	5	3	8	2	2
a_4	2	4	3	3	2
Максимумы значений в столбцах	6	4	8	7	

Итак, в этой игре нет ситуации равновесия в чистых стратегиях, поскольку $v = 2$ меньше, чем $v' = 4$.

Предположим, что первый игрок узнал, что второй игрок не намерен рисковать. Это означает, что второй игрок будет придерживаться своей минимаксной стратегии b_2 . «Очень хорошо, — думает первый игрок, — в таком случае я могу максими-

зировать свой выигрыш до предельных возможностей, и получить результат 4, совпадающий с $v^* = 4$ ». Для этого первому игроку нужно только решиться применить стратегию a_4 . Тем более что гарантированный результат первого игрока для этой стратегии все тот же, равный 2. Все бы ничего, если бы информация о «трусливости» второго игрока была бы абсолютно надежной. А что если эта информация распространена самим вторым игроком? С тем, чтобы побудить первого игрока применить «более выгодную для него» стратегию a_1 .

В таком случае можно ожидать, что второй игрок немедленно среагирует на возможные последствия реакции первого игрока на подброшенную приманку: второй игрок вместо ожидаемой минимаксной стратегии b_2 применит ничем не выделяющуюся среди других стратегий b_1 . В итоге такого блефа и рефлексии со стороны второго игрока первый игрок немедленно окажется в ситуации (a_4, b_1) и получит вместо результата, равного 4, всего лишь 2 единицы полезности. Вот так-то... Но... что если окажется, что первый игрок прибег к рефлексии более высокого порядка? Что если он только сделал вид, что поверил информации о том, что «второй игрок очень труслив и будет придерживаться своей минимаксной стратегии»? Тогда уже второй игрок попадется на удочку первого: первый игрок вместо ожидаемой вторым игроком стратегии a_4 неожиданно применит стратегию a_1 , которая **максимизирует** выигрыш первого в предположении, что второй игрок применит стратегию b_1 . Второй игрок проигрывает уже 6 единиц полезности вместо тех 4 единиц, которые гарантировала ему минимаксная стратегия b_2 . В конечном итоге выиграет тот, кто более искусно маскировал свои истинные намерения и удачнее предсказал намерения своего противника. Так как же **быть?..**

Что ж, и на этот случай есть рекомендация. Нужно не дать противнику возможности предсказать свое поведение. Но для этого игра должна быть не однократной, а повторяться несколько раз. Если это возможно, и при этом если величина максиминного выигрыша не устраивает первого игрока, он может «приблизиться» к верхней цене игры, применив смешанную стратегию. Технология решения матричной игры в смешанных стратегиях подробно изложена.

Итак, мы рассмотрели математические методы прогнозирования и оценки рисков на основе принципа «опоры на собствен-

ные силы». Здесь нам не интересно было знать, что думает противник о величине нашего выигрыша (и — его проигрыша), мы действовали сами по себе, ориентируясь только на свои предпочтения и оценки. Но на самом деле очень редко когда удается предпочтения разных лиц оценить одним и тем же критерием. Даже деньги, как мы помним, не могут считаться абсолютным мерилom полезности, поскольку их воспринимаемая полезность зависит от многих объективных и субъективных факторов, в том числе и от количества уже имеющихся у ЛПР денег. В результате, оценки и рекомендации, которые получены методами анализа матричных игр, следует воспринимать лишь как начальную информацию для того, чтобы окончательно определиться в стратегии разрешения конфликтной ситуации. Для принятия более обоснованных решений на выгодное разрешение конфликтной ситуации рекомендуется провести еще один этап исследования — применить аппарат деловых игр, а также математические модели нестрогого соперничества — неантагонистические игры.

4.2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОСТИ, КООПЕРИРОВАНИЯ И «СПРАВЕДЛИВОГО ДЕЛЕЖА»

Математические модели строгого конфликта с опорой на собственные силы — это достаточно грубый инструмент анализа, чтобы им можно было напрямую пользоваться на практике. Учитывая объективную прагматическую слабость антагонистических игр, для оценки рисков на основе принципов не только индивидуальной, но и альтернативной полезности, кооперирования и «справедливого» дележа, большое распространение получили специфические формы моделирования при исследовании конфликтных ситуаций — деловые игры (ДИ).

Однако мало кому известно, что родились ДИ в нашей стране. Еще в 1930 г. в Ленинградском инженерно-экономическом институте была организована так называемая группа пуска новостроек. В результате ее исследований было установлено, что одной из важнейших причин неудач и задержек в запусках крупных заводов являлась нехватка опыта у руководящих кадров. Первая деловая игра была проведена в июне 1932 г.

За несколько следующих лет было разработано около 40 широкомасштабных ДИ (для тренировки диспетчеров; по отработке аварийных ситуаций в энергетике и других отраслях промышленности; по перестройке производства и т.п.). К сожалению, в конце 1930-х годов ДИ в нашей стране были преданы запрету и забвению вслед за такими науками, как кибернетика и генетика. В середине 50-х годов за развитие ДИ взялась Американская ассоциация менеджмента. В итоге к 1980 г. в США насчитывалось около 1000 деловых игр. Вообще-то, ДИ — это моделирование по определенным правилам реальных ситуаций с целью отработки навыков принятия решений. Основной элемент игры — моделирование ситуации, близкой к реальной. Имитация отдельных этапов реального процесса позволяет провести эксперимент не в реальных условиях, а на вербальных (описательных) и математической модели этого процесса. Это особенно важно при изучении сложных экономических и общественных процессов.

Первоначально деловая игра предполагала участие в ней опытного эксперта, способного задать исходные условия для имитационной модели и затем оценить результаты действий участников, но людей, обладающих экспертными знаниями, понятно, немного и этот факт существенно тормозил распространение деловых игр на начальном этапе массового обучения. Важно иметь в виду, что с самого своего зарождения ДИ предполагали коллективную форму, то есть взаимодействие нескольких игроков, принимающих решения. Появление ЭВМ и дисплейных классов легко переносили коллективный вариант игры в вычислительную среду, моделирующую внешние условия, и роль эксперта (анализ и оценка действий участников) частично переходила к ЭВМ (подводит итоги и комментирует окончательные результаты по-прежнему руководитель игры).

С появлением вычислительной техники ситуация постепенно изменялась, изменилось и распределение ролей между человеком и машиной. Роль эксперта доверили компьютеру. Первая компьютерная ДИ была создана в США в 1956 г. и моделировала деятельность фирм-производителей и их конкуренции на рынке готовой продукции.

Теперь за 2-3 часа можно пройти гораздо больше циклов игры, чем прежде, например «прожить» несколько лет в роли директора предприятия. Теперь компьютерные ДИ позволяют обходиться без партнеров и даже без преподавателя, выполняя

роль неких тренажеров, которые можно использовать для самосовершенствования. В итоге ДИ оказались весьма эффективными по результатам обучения персонала. Исследования еще 60-х годов показали, что при сравнении ДИ с соответствующей ей по содержанию лабораторной работой в традиционной форме уровни усвоения знаний существенно различаются. Так, в игровой группе он составил 79,3%, а в группе, непосредственно выполнявшей лабораторную работу, — 54%; через две недели — 64,9 и 11,8% соответственно, через 4 недели — 49 и 8,5%, через 6 недель и далее — 32 и 5%.

Все указанные особенности ДИ предпринимателю следует обязательно знать, а при необходимости — применить этот аппарат на практике, особенно если нет возможности (знаний, умений, навыков, денег, времени и пр.) для математического моделирования. Предприниматель в сравнительно короткие сроки и при минимальных затратах может получить важные практические рекомендации для решения возникшего двух- или многостороннего конфликта. Для этого порой бывает достаточно всего лишь 3—4 человек и отдельного помещения. Главным методическим приемом в такой мини-ДИ является назначение одного из лучших своих сотрудников так называемым «адвокатом дьявола». Разыграйте с этими людьми простую сценку: вы предпринимаете какие-то действия, которые, как вам кажутся, не раз опробованы вами лично, или об их эффективности вам известно от доверенных лиц, или — они являются вашим экспромтом.

Поручите человеку, назначенному «адвокатом дьявола», быть вашим оппонентом. Пусть это для него вы делаете деловые предложения и должны убедить вашего «противника» в правильности предлагаемого вами пути разрешения возникшего конфликта. И пусть этот человек внимательно анализирует ваши предложения и действия. Пусть он импровизирует с одной-единственной целью — находить слабые места, жестоко критиковать и разрушать все, что бы вы ни предложили. Но не гололовно, а аргументированно. Тогда вы получите хорошую модель будущего. Здесь вы увидите много нового для анализа как самого конфликта, так и вашей позиции на переговорах. Будьте изобретательны, постоянно ищите, как повернуть ситуацию в конструктивное русло, как вывернуться из-под огня критики оппонента. И пусть в ходе этой мыслительной дуэли еще один

человек (а лучше — два) фиксирует все происходящее на видеокамеру. В крайнем случае — на магнитофон, в самом худшем — «на карандаш». Проведите «блиц-турнир» с назначенным вами «адвокатом». Отдохните. Соберите всех, кто будет участвовать в будущей акции по разрешению конфликта. Продемонстрируйте им все полученные документальные материалы по ДИ. Можете не сомневаться — не только они, но и вы сами увидите для себя много нового. Обсудите увиденное. Подумайте вместе над будущим. Будет, наверняка, полезно.

И все же, если есть хоть какая-то возможность, изучите математические методы анализа. Для этого не надо каких-то сверхмощных способностей. Аппарат игр с нестрогим соперничеством покажется вам достаточно простым, если вы уже уверенно оперируете понятием гарантированного результата и усвоили аппарат матричных игр. Нужно только дополнить эти знания пониманием основных формальных допущений в математических моделях нестрогого конфликта. Эти допущения сводятся к следующему:

- каждый игрок имеет свою функцию выигрышей, $v_1(a_i, b_j)$ и $v_2(a_i, b_j)$, причем для большинства ситуаций игры оказывается, что $v_1(a_i, b_j) \neq (-v_2(a_i, b_j))$; другими словами, один из игроков не всегда выигрывает ровно столько, сколько ему проигрывает другой;
- > • имеется хотя бы одна ситуация (кроме ситуации равновесия в максиминных стратегиях игроков), для которой интересы игроков совпадают или весьма близки;
- каждый из игроков намерен использовать все свои стратегические возможности, к которым он не прибегал в антагонистической игре.

Теперь рассмотрим математические модели нестрогого конфликта, базирующиеся на принципах индивидуальной и альтернативной полезности. Наиболее простой из возможных игр, удовлетворяющих перечисленным допущениям, является так называемая биматричная игра. Эта игра формируется из двух отдельных матриц — отсюда и название «биматричная», которыми руководствуются каждый из игроков. Принято результаты заносить в одну матрицу, но в каждой ячейке записывать значения двух самостоятельных функций выигрыша: первая цифра — выигрыш первого игрока, вторая — второго. Генеральная задача

каждого из игроков — максимизировать собственную функцию выигрыша.

Например, на рынке два торговца представляют каждый свой товар. Товары могут различаться по номенклатуре, по качеству, по цене. Каждый торговец заинтересован в максимизации собственной прибыли. При этом представленные торговцами товары могут быть коррелированы по величинам прибыли торговцев из-за активной роли таких факторов конъюнктуры рынка, как количества товаров, их потребительские свойства, время появления на рынке и пр. Коррелированность здесь может проявляться также и в том, что один товар может дополнять другой, усиливая его потребительские качества, или выступать угнетающим фактором для другого товара, мешая его продаже. Все эти обстоятельства приводят к тому, что разные ситуации биматричной игры по-разному предпочтительны для каждого из игроков.

Задача анализа биматричных игр сводится к тому, чтобы за каждого из игроков оценить величины гарантированных результатов, установить наличие или отсутствие ситуации равновесия, представить доводы в пользу той или иной из имеющихся стратегий поведения игроков. Здесь, как и в случае матричных игр, вначале проводят анализ, исходя из предположения об однократной партии игры, и выявляют ситуации равновесия в чистых стратегиях (если таковые есть). После этого, если есть к этому предпосылки, игру анализируют как многократно повторяющуюся и оценивают результаты в смешанных стратегиях.

Итак, пусть заданы множества A , B стратегий первого и второго игроков соответственно и их собственные функции $v_1(a_i, b_j), v_2(a_i, b_j)$ выигрыша, заданные на множестве $\{(a_i, b_j)\}$ ситуаций игры. В общем случае полагают, что функции $v_1(a_i, b_j), v_2(a_i, b_j)$ неотрицательны. Обозначим через a^* и b^* максиминную и минимаксную чистые стратегии, а через a^o и b^o — равновесные чистые стратегии. Тогда для биматричной игры формулируют условие равновесия (по Дж. Нэшу) в чистых стратегиях:

$$v_1(a_i^o, b_j^o) \geq (v_1(a_i, b_j^o),$$

$$v_2(a_i^o, b_j^o) \geq (v_2(a_i^o, b_j).$$

На неформальном языке эти соотношения означают, что если оба игрока придерживаются равновесной ситуации (a_i^*, b_j^*) , то они не могут получить меньше, чем получил бы каждый из них, если бы отклонялся от ситуации равновесия, в то время как ее придерживается другой.

Принципиальное отличие условия равновесия по Нэшу для биматричной игры по сравнению с ситуацией равновесия в матричной игре состоит в следующем. Во-первых, равновесный выигрыш в биматричной игре для каждого из игроков не меньше по величине, чем выигрыш в максиминной ситуации равновесия, то есть в общем случае выполняются неравенства:

$$v_1(a_i^*, b_j^*) \geq (v_1(a_i^*, b_j^*)),$$

$$v_2(a_i^*, b_j^*) \geq (v_2(a_i^*, b_j^*)).$$

Во-вторых, в биматричной игре отклонение какого-либо игрока от ситуации равновесия может по-разному повлиять на выигрыш как самого этого, так и другого игрока. В антагонистических играх, как мы знаем, уклонение любого из игроков от ситуации равновесия, в то время как другой продолжает придерживаться своей максиминной (или минимаксной) стратегии, приводит к ухудшению положения «уклониста» и одновременно — к улучшению ситуации для рационально поступающего игрока. А в неантагонистической игре такое же отклонение может по-разному повлиять на выигрыш другого игрока. Например, может даже оказаться, что, если оба игрока отклонятся от равновесной ситуации, то выигрыш каждого из них может увеличиться. Но может — остаться прежним или уменьшиться.

Из этих двух отмеченных особенностей вытекает важный вывод для практического использования аппарата биматричных игр: если при анализе биматричной игры будет установлено, что равновесные выигрыши игроков существенно превосходят максиминные, то в таком случае им стоит подумать о перспективах применения равновесных стратегий биматричной игры. Однако необходимо помнить, что решение следовать равновесной по Нэшу стратегии сродни желанию «жить по закону»: принудить к этому нельзя, и, кроме того, в условиях, когда «все живут по закону», у кого-то обязательно возникает искушение нарушить закон, поскольку ему лично это значительно выгоднее (хотя все

остальные от этого могут сильно страдать). Продемонстрируем все отмеченные особенности и выводы классическими иллюстративными примерами [63].

«Семейный спор». Игра была разработана с целью продемонстрировать факт присутствия в поведении индивидов достаточно противоречивых устремлений. С одной стороны, каждый стремится к повышению собственной выгоды (принцип индивидуальной рациональности), с другой — каждый из этих индивидов может испытывать значительное удовлетворение от того, что он может сделать приятное другому (принцип групповой рациональности). Фабула модели: муж любит хоккей, а жена — балет. Ближится выходной день. Каждый из супругов стремится провести его как можно приятнее для себя. Но, если муж согласится пойти на балет, то жена получит максимум удовольствия, а муж будет удовлетворен только тем, что будет вместе с женой. Если же на хоккей согласится жена, то именно она будет **удовлетворена** только тем, что не провела выходной одна. Если же каждый из них будет настаивать на собственном способе проведения отдыха, будет отдыхать «своим путем»: жена — на балет, а муж — на хоккей — оба не получают удовольствия. Матрица игры имеет следующий вид:

(0; 0)	(10; 3)
(3; 10)	(0; 0)

Данная модель хорошо описывает также проблемы столкновения интересов при совместном решении вопросов об установлении квот на рынке сбыта.

Предположим два конкурента (далее условно именуемые «сторона А» и «сторона Б») прибыли на переговоры об установлении квот на рынке сбыта определенного товара, например нефти и нефтепродуктов. Каждая из сторон прибывает со своими пакетами предложений. Для простоты предположим, что у каждой из сторон две альтернативы: настаивать на принятии своих предложений (альтернативы **a_1 и b_1**) или принять предложения конкурента (альтернативы **a_2 и b_2**).

Оценим выгодность всех возможных ситуаций в порядковой шкале, считая, что если стороны не придут к соглашению, то сохраняется status quo и полезность переговоров равна нулю. Дру-

гие градации шкалы следующие: если принимается предложение стороны A в ущерб стороне B , то выигрыш стороны A более чем в три раза превышает выигрыш стороны B ; аналогично оцениваются выигрыши, если принимается предложение стороны B в ущерб стороне A . Для полноты анализа будем считать, что ситуация, когда обе стороны соглашаются на план конкурента, также имеет нулевую ценность для обеих сторон (как невероятный случай).

В результате биматрица игры примет следующий вид:

		Стратегии стороны B	
		b_1	b_2
Стратегии стороны A	a_1	(0; 0)	(10; 3)
	a_2	(3; 10)	(0; 0)

Вначале найдем максиминные стратегии для каждого из игроков. Обе стратегии первого игрока являются максиминными, так как они обеспечивают ему одинаковый наибольший гарантированный результат (равный нулю). Оказывается, что обе стратегии второго игрока также являются максиминными и также дают этому игроку гарантированный результат, равный нулю.

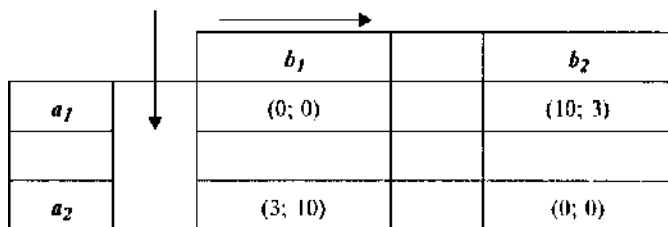
Найдем теперь равновесные по Нэшу ситуации, пользуясь определением. Проще всего это сделать путем фиксирования, так сказать, претендентов на звание равновесных стратегий. Покажем, как это делается при отыскании равновесных стратегий для первого игрока. Зафиксируем первую стратегию b_1 второго игрока, считая, что именно она претендует на роль «равновесной». При таком предположении наибольший результат для первого игрока дает использование его стратегии a_2 , поскольку выполняется неравенство $v_1(a_2, b_1) = 3 > v_1(a_1, b_1) = 0$. Теперь проведем сравнение стратегий первого игрока, зафиксировав в качестве претендента на роль «равновесной» вторую стратегию b_2 второго игрока. Получается, что первому игроку при такой гипотезе выгоднее применить свою первую стратегию a_1 , поскольку выполняется неравенство $v_1(a_1, b_2) = 10 > v_1(a_2, b_2) = 0$.

Аналогично проведем оценку предпочтительности стратегий второго игрока, предполагая поочередно, что претендентами на роль «равновесной» являются стратегии a_1 и a_2 первого игрока. В результате проверки указанных гипотез получаем: $v_2(a_1, b_2) = 3 >$

$>v_2(a_1, b_1) = 0$ и $v_2(a_2, b_1) = 10 > v_2(a_2, b_2) = 0$. Это означает, что если на роль «равновесной» претендует стратегия a_1 , то второму игроку предпочтительнее использовать стратегию b_2 , а если фиксировать a_2 , то выгоднее будет стратегия b_1 . Предпочтения сторон в парной биматричной игре удобно отражать стрелками, направленными от более предпочтительной ситуации к менее предпочтительной. Результат применения подобного «метода стрелок» представлен на рис. 4.1. На этом рисунке предпочтения на парах стратегий игроков, выраженные при условии фиксации у конкурента претендентов на роль «равновесных», отображены в виде стрелок, направленных от более предпочтительной стратегии к менее предпочтительной.

Геометрически стрелки, отображающие предпочтения, сходятся на ситуациях $(a_1; b_1)$ и $(a_2; b_2)$. Такое согласие в предпочтениях конкурирующих сторон означает, что в этой игре две равновесные стратегии: $(a_1; b_1)$ и $(a_2; b_2)$. Эти две равновесные ситуации улучшают положение каждой из сторон по сравнению с ситуациями, дающими им каждой нулевой результат. Но эти равновесные ситуации принципиально различаются по предпочтительности для сторон: одна из сторон согласно условиям получает более чем втрое по сравнению с другой. Согласятся ли стороны с таким «равновесием»?

«Дилемма заключенного». Эту игру в своеобразной интерпретации разработал американский ученый из Принстонского университета А. Таккер (A.W. Tucker). Этим и объясняется несколько экстравагантное название модели. На самом деле ее разработка была связана с поиском решения проблемы стратегической стабильности. Стороны А и В решают договориться о масштабах сокращения вооруженных сил. У каждой из сторон две страте-



		b_1		b_2
a_1		{0; 0}		{10; 3}
a_2		{3; 10}		{0; 0}

Рис. 4.1. Результат применения этого «метода стрелок»

гии: или поддерживать вооружения на прежнем уровне, или произвести существенное сокращение вооружений. В то же время эта игра хорошо демонстрирует психологию лиц, готовых поддержать любые предложения по «всеобщему и повсеместному исполнению законов», но — только не ими самими.

Фабула игры следующая. Окружной прокурор приказал взять под стражу двух подозреваемых в совершении дерзкого ограбления. Они помещены в разные камеры и не могут переговариваться. У каждого из заключенных две возможности: признаться в том, что участвовал в ограблении, или запереться до конца. Если оба будут запереться, то через трое суток их вынуждены будут отпустить. Если оба признаются, то они получают минимальное наказание.

Рассмотрим матрицу игры со следующими оценками предпочтительности для каждого из заключенных под стражу:

		Стратегии стороны В	
		b_1	b_2
Стратегии стороны А	a_1	(5; 5)	(0; 10)
	a_2	(10; 0)	(1; 1)

Применяя «метод стрелок», получаем, что равновесной является ситуация (a_2, b_2) — оба заключенных признаются в совершении преступления, — в которой их выигрыши равны по единице у каждого. Но совершенно очевидно, что ситуация (a_1, b_1) — не признаваться — для них выгоднее. Другими словами, эта ситуация доминирует равновесную ситуацию и лучше обоим запереться, чем обоим признаваться. Но тут есть одно «но»: у каждого из подозреваемых в ситуации (a_1, b_1) существует мощный стимул признаться «в одиночку», пока его поделник запирается. И тем самым — существенно выиграть по сравнению с неустойчивой ситуацией (a_1, b_1) . Так запереться или признаваться? — Вот в чем вопрос...

Рассмотренные примеры являются иллюстративными в смысле условности значений выигрышей сторон. Эти выигрыши назначались нами в соответствии с простым предпочтением одного исхода над другим без детализации, на сколько или во сколько раз сильнее то или иное предпочтение. Для таких игр — «игр с предпочтениями» — бессмысленно говорить о примене-

нии смешанных стратегий. Если же биматричная игра описывается в шкале полезностей не менее совершенной, чем интервальная, то рассмотрение смешанных стратегий оправданно, если это допустимо их интерпретацией в рамках данного конфликта.

Но что делать, если выигрыши, получаемые конфликтующими сторонами в равновесной, по Нэшу, ситуации, их не устраивают? В таком случае им ничего не остается, как начать обмениваться информацией, блефовать, угрожать и договариваться друг с другом о совместном разрешении конфликта. Математической моделью конфликта при таких устремлениях сторон становится кооперативная и коалиционная игра. Такая игра ведется по следующим правилам:

- разрешено заключать совместные соглашения;
- > допускается совместный выбор стратегий (в общем случае — смешанных);
- допускается передавать полезность от одного игрока к другому (хотя, возможно, и не всегда линейно).

Каждый из приведенных пунктов правил ведения кооперативных игр в целом означает следование принципу групповой рациональности. Однако последний пункт, хотя и предполагает, что игроки могут «покупать и продавать» друг другу имеющуюся в их распоряжении полезность, чтобы улучшить собственное положение в игре, не накладывает каких-либо ограничений на то, как это должно делаться. А ведь принцип индивидуальной рациональности будет заставлять каждого, образно говоря, «тянуть одеяло на себя», а значит — индивидуальная рациональность может войти в противоречие с групповой. Другими словами, если кооперирование допускается, то сразу возникает вопрос: «Что такое справедливый дележ»?

Нэш предложил компромиссную схему [63] распределения имеющейся в распоряжении игроков максимальной полезности, которая может быть принята за модель «справедливого дележа». Суть этой схемы в следующем. Вначале устанавливают «начало отсчета». За него принимают тот минимальный результат, которого игрок может достичь и самостоятельно, поэтому он не согласится ни на какие меньшие дележи. Понятно, что этот минимальный результат определяется собственными стратегическими возможностями каждого игрока и равен наибольшему гарантированному результату. Затем нужно вычислить прираще-

ния $\Delta v_1(v_1, v_2)$ и $\Delta v_2(v_1, v_2)$ полезностей игроков от согласованного ими дележа v_1, v_2 . Эти приращения составляют величины:

$$\Delta v_1(v_1, v_2) = v_1 - v_1^* \text{ и } \Delta v_2(v_1, v_2) = v_2 - v_2^*,$$

v_1^* и v_2^* — максиминные выигрыши первого и второго игроков, соответственно.

После этого формируется целевая функция $\phi(v_1, v_2) = \Delta v_1(v_1, v_2) \cdot \Delta v_2(v_1, v_2)$, и на множестве $\{v_1, v_2\}$ допустимых дележей отыскивается максимум этой функции. В результате компромиссное решение v_1 и v_2 отыскивается в ходе решения задачи:

$$\tilde{v}_1, \tilde{v}_2 : \max \phi(v_1, v_2).$$

Поиск экстремума в этой задаче отражает стремление к наилучшему компромиссному дележу полезности между игроками. При этом большую часть общей полезности при дележе получит тот игрок, у которого минимаксный результат (то самое «начало отсчета»), или status quo, представляет более предпочтительную величину. Это примерно соответствует некоей гипотетической ситуации дележа определенной суммы денег между богатым и бедным, однако саму эту сумму они получают только при условии, что смогут договориться, как ее разделить. В такой ситуации, чтобы получить хоть что-то, более бедный, скорее всего, вынужден будет пойти на некоторые уступки при дележе, а богатый, у которого финансовое положение более прочное, может позволить себе дольше торговаться и настаивать на большей доле для себя. Рассмотрим количественный пример согласно приведенному вербальному описанию [63].

Двоим людям предлагают \$100, если они смогут решить, как поделить эти деньги между собой. Предполагается, что первый из них очень богат, а второй имеет капитал всего в \$ 100. Предполагается также, что функция полезности денег логарифмическая, то есть полезность любой суммы денег пропорциональна ее логарифму. Как должны быть разделены эти деньги, чтобы люди на него согласились? Обозначим через x сумму денег, которую получит первый игрок. По условиям игры — это очень богатый человек. Поэтому для этого игрока не будет большой ошибкой считать, что его функция полезности на интервале возможных значений выигрыша приблизительно пропорциональна

полученной сумме, то есть $\log x \sim x$. Кроме того, для величины x выполняется очевидное условие: $x < 100$, то есть первый из участников дележа не может получить больше, чем предложено двоим для дележа. Так как второй участник дележа имеет вначале только \$100, то приращение $\Delta v_2(v_1, v_2)$ полезности, которое он получает от своей части дележа в $(\$100 - x)$, равна

$$\log(100 + (100 - x)) - \log 100 = \log \frac{200 - x}{100}.$$

Максиминные выигрыши $v_1(a_i^*, b_i^*)$ и $v_2(a_i^*, b_i^*)$ обоих игроков, конечно же, равны нулю, поскольку, согласно условию, они смогут получить в свое распоряжение \$100, если только договорятся о том, как их поделить. Составим выражение для целевой функции:

$$\phi(x) = \Delta v_1(v_1, v_2) \cdot \Delta v_2(v_1, v_2) = x \cdot \log \frac{200 - x}{100}.$$

Эта функция одной переменной x . Отыскиваем оптимальное значение $x^{\text{опт}}$, которое максимизирует функцию $\phi(v_1, v_2)$. В таком случае доли для дележа между участниками сделки составят: $v_1 = x^{\text{опт}}$ и $v_2 = 100 - x^{\text{опт}}$. Для отыскания максимума целевой функции $\phi(v_1, v_2)$ можно применить необходимое условие существования экстремума, согласно которому в точке $x^{\text{опт}}$ экстремума производная от функции $\phi(v_1, v_2)$ по переменной x должна быть равна нулю.

После дифференцирования и приравнивания нулю производной мы получаем уравнение $\frac{x}{200 - x} = \log \frac{200 - x}{100}$. Решая его, получаем приближенно $x^{\text{опт}} = 54,4$. Следовательно, богатый участник сделки может претендовать на $v_1 = \$54,4$, а бедный, у которого только и есть что его \$100, должен согласиться на сумму $v_2 = \$100 - \$54,4 = \$45,6$. Иначе, согласно условиям, сделка не состоится.

В некотором смысле полученное решение кажется странным. Из него следует, что богатый участник сделки должен получить больше, чем бедный, о котором можно утверждать, что он больше нуждается в деньгах. Однако такое утверждение предполагает сравнение полезностей разных лиц. А для них логарифм

мическая функция полезности используется на разных участках определения аргумента: для богатого — в области насыщения, для бедного — на участке интенсивного роста. Иными словами, полученное, согласно схеме Нэша, решение учитывает, что фактическая полезность денег у второго участника сделки убывает быстро, а у первого — медленно. В результате получается, что второй участник дележа стремится получить хоть что-то и при сделке может уступить богатому участнику.

Против решения Нэша задачи о сделках можно выдвинуть серьезное возражение, состоящее в том, что оно не принимает в расчет угрозы. И если кто-то из игроков все же не удовлетворен компромиссным решением, получаемым в ходе решения указанной оптимизационной задачи, он может оценить свои стратегические возможности по применению стратегий угроз.

Что мы будем понимать под стратегией угрозы? Во-первых, это некая реальная или провозглашенная в качестве возможной для применения в конфликте стратегия поведения того или иного игрока. Во-вторых, эта стратегия должна быть эффективна в отношении достижения цели дележа, а именно — объявление одним из игроков о намерении использовать стратегию угрозы должно склонить другого игрока к мысли, что ему выгоднее пойти на уступки при дележе, чем попасть в ситуацию, когда будет применена стратегия угрозы. При демонстрации угрозы пускаются в ход все уловки: «дымовые завесы», намеки, «пробные шары», а порой и заявления на пресс-конференциях — вся известная техника дипломатии бросается на запугивание и выяснение намерений друг друга. Взаимоотношения сторон делаются многомерными и, в общем случае, — многополюсными. Но в своих основных моментах они, как всегда, базируются на простой, почти физической «силе».

Таким образом, эффективность стратегии угрозы определяется не только результатом предполагаемого истинного воздействия по каким-то физическим объектам. Такое воздействие может привести к изменению состояния объектов, связей между ними, формы или качества входящих в них элементов. Кроме того, эффективность стратегии угрозы в значительной мере оценивается психологическим воздействием на субъекта, которому угрожают. И это психологическое воздействие приводит к тому, что у этого субъекта изменяются мнения относительно ценности тех или иных ситуаций конфликта, изменяются суждения о про-

порциях лежа полезности и т.п. В-третьих, поведение угрожающего игрока и само провозглашение стратегии угрозы должны быть таковы, чтобы у того, кому угрожают, не оставалось сомнений в том, что угроза может быть приведена в исполнение. Таким образом, стратегия угрозы эффективна только в том случае, если она правдоподобна, если она может улучшить положение угрожающего по отношению к тому, кому угрожают, и если она сделана обдуманно. Последнее означает, что если угроза объявлена, то угрожающий обязательно ее применит, если потребуется.

Найти компромиссное решение в случае применения игроками стратегий угроз можно путем решения оптимизационной задачи, аналогичной той, которую мы только что рассмотрели. Только при формировании целевой функции вместо величин v_1^* и v_2^* использовать значения $v_1^{жр}$ и $v_2^{жр}$, которые представляют собой величины полезностей игроков в ситуации, которая сложится после применения игроками своих стратегий угроз. Рассмотрим пример. Пусть биматричная игра моделируется матрицей вида:

$$\begin{pmatrix} 1,4 & (-2,4) \\ (-3,-1) & (4,1) \end{pmatrix}.$$

Достаточно просто убедиться, что для этой игры имеются две ситуации равновесия по Нэшу, выигрыши в которых превосходят максиминный уровень. Эти ситуации принципиально отличаются по предпочтительности для каждой из сторон: ситуация (a_1, b_1) более предпочтительна второму игроку, а ситуация (a_2, b_2) — первому. Наибольший гарантированный результат v_1^* игры для первого игрока равен -2 и обеспечивается этому игроку применением его первой стратегии. Для второго игрока его наибольший гарантированный результат v_2^* равен -1 и достигается применением вторым игроком также его первой стратегии. Скорее всего, такие значения выигрышей игроков устроить не могут, поскольку в данной игре они оперируют максимальной полезностью $v_{\max} = 5$ (суммы выигрышей в ситуациях (a_1, b_1) и (a_2, b_2) игры).

Если игра будет вестись как некооперативная и бескоалиционная, то, согласно принципу индивидуальной рациональности, игроки применят свои максиминные стратегии и получают реаль-

ные (а не гарантированные) результаты, соответствующие ситуации (a_1, b_1) . Это, конечно, устроило бы второго игрока (его выигрыш стал бы равным 4), но никак не первого. В такой ситуации первый игрок хотел бы применить стратегию угроз, чтобы добиться для себя некоторых уступок от второго. Какие у него в таком случае стратегические возможности? Попробуем качественно проанализировать конфликтную ситуацию. Во-первых, менее предпочтительными для игроков являются ситуации (a_1, b_2) и (a_2, b_1) , более предпочтительны для них ситуации (a_1, b_1) и (a_2, b_2) . Очевидно, что все недоминируемые дележи, среди которых следует вести поиск компромисса, представляют собой математический отрезок, соединяющий точки со значениями выигрышей для ситуаций (a_1, b_1) и (a_2, b_2) . В то же время, как мы уже отмечали, ситуация (a_1, b_1) более предпочтительна для второго игрока, а ситуация (a_2, b_2) — для первого.

Предположим, что первый игрок попробует угрожать применить свою вторую стратегию a_2 , если второй не согласится на компромиссное решение, которое будет более выгодно для него. Но будет ли такая угроза первого игрока эффективной? Оказывается, что нет. Очевидно, что второй игрок может легко парировать эту угрозу, ответив контругрозой применить свою первую стратегию. Вроде бы второй игрок блефует, поскольку он рискует при этом оказаться в ситуации (a_2, b_1) , которая принесет ему явный проигрыш, равный -1 . Однако такой исход сильнее наказывает первого игрока, поскольку его проигрыш в таком случае составит уже -3 . Следовательно, позиция первого игрока в рассматриваемой игре весьма сложная. А вот у второго игрока есть весьма эффективная угроза — применить свою первую стратегию.

Против такой угрозы первый игрок ничего не может предпринять, существенно не ухудшив свое положение в игре. Поэтому первому игроку следует пойти на значительные уступки при дележе общей полезности. Определим компромиссный дележ общей полезности игроков, приняв ситуацию (a_2, b_1) за ситуацию угрозы со значениями полезностей для игроков $v_1^{yp} = -3$ и $v_2^{yp} = -1$. С учетом того, что максимальная полезность $v_{max} = v_1 + v_2$ на эффективной границе равна 5, можно положить $v_2 = 5 - v_1$. В таком случае функция $\varphi(v_1, v_2) = \Delta v_1(v_1, v_2) \Delta v_2(v_1, v_2)$ примет вид: $\varphi(v_1, v_2) = [v_1 - (-3)] [(5 - v_1) - (-1)] = -v_1^2 + 3v_1 + 18$.

Максимум в этой задаче безусловной оптимизации можно также искать, применив сначала необходимое, а затем — достаточное условие существования экстремума. После несложных преобразований находим, что это условие выполняется для стационарной точки $v_1 = 3,5$. Достаточное условие для задачи на максимум состоит в отрицательности второй производной от функции по ее аргументу в стационарной точке. Это условие также выполняется.

Следовательно, решением рассматриваемой задачи, задающим компромиссное решение Нэша в биматричной игре с угрозами, будут значения $v_1 = 3,5$; $v_2 = 1,5$. Но если компромиссное решение, полученное в рамках модели «линейного распределения полезности», не устраивает конфликтующие стороны, им остается попробовать достичь соглашения путем переговоров в ходе деловой беседы.

О деловых беседах мы поведем речь в следующем разделе, а пока обсудим еще один вопрос, касающийся анализа многосторонних конфликтов, то есть конфликтов с несколькими участниками. Очень часто нескольким предпринимателям приходится решать вопросы выбора стратегии собственных действий в условиях, когда ни один из них не обладает никакими преимуществами перед другими, не может диктовать им свою волю, но обязан учитывать их позицию, поскольку от этого зависит успех его личного бизнеса. Другая типичная конфликтная ситуация с участием нескольких лиц — служебный конфликт. Он, прежде всего, — следствие низкой культуры руководства персоналом, результат пренебрежения психологическими аспектами управления.

Руководитель не должен допускать возникновения конфликта, а если он возник — не допустить его разрастания. Ни в коем случае нельзя доводить дело до всеобщей истерики и срыва. Руководитель обязан своевременно выявлять причины конфликтной ситуации и устранять ее рациональными (административными, психологическими методами) или общественными воздействиями. Но это не все. Очень часто служебный конфликт — это болезнь роста. Он почти всегда возникает вследствие недостаточного развития коллектива, неблагоприятного психологического климата в подразделении.

Служебные конфликты сильно вредят делу. Они не только ухудшают взаимоотношения, портят настроение, но и приводят

к значительным (до 15%) потерям рабочего времени. Это время затрачивается не только на сам конфликт, но также и на следующие за ним переживания. Психологические травмы долго не заживают.

Адекватными моделями для оценки стратегий снижения риска конфликта в коллективе, а также устранения предпринимательских конфликтов с несколькими участниками могут служить так называемые игры N -лиц и модели группового выбора. Можно, конечно, анализировать конфликты и с позиции «опоры на собственные силы», то есть в максиминных стратегиях, но результат подобного анализа обычно становится ясен еще до начала исследования: максиминные выигрыши столь мизерны, что обычно они никого устроить не могут. В многосторонних конфликтах значительно большую выгоду приносят договоренности и образование коалиций. Ввиду этой особенности путей разрешения многосторонних конфликтов их адекватными математическими моделями оказываются биматричные игры, а также кооперативные и коалиционные модели. Иными словами, весьма конструктивным в математическом моделировании многостороннего конфликта оказывается подход, основанный на имитации главных механизмов переговоров. Результат моделирования формируется в виде оценки перспективности коалиций, которые могут сформировать внутри всей группы участники возникшего конфликта. Вот почему модели коалиционных решений на основе принципов кооперирования и «справедливого дележа» более интересны практически.

Изучают процессы формирования коалиций на основе моделирования игр TV -лиц в форме характеристической функции. В теории игр характеристическую функцию определяют на множестве N игроков, а точнее — на подмножествах $S \subset N$ этого множества, которые называют коалициями. Расшифруем понятие в математических терминах.

Пусть в конфликтную ситуацию оказалось втянутым целое множество N **суверенных** сторон (игроков), число которых равно n . Пусть также S — подмножество или коалиция из этого множества, а $W(S)$ — гарантированный выигрыш, который может обеспечить себе эта коалиция, опираясь только на собственную силу. Пусть, например, S_1 и S_2 — две коалиции из N . Тогда функцию коалиции $V(S)$ называют «характеристической функцией», если

она по величине совпадает с гарантированным результатом коалиции в конфликте и одновременно удовлетворяет условиям:

$$1) W(0) = 0,$$

$$3) S_1 \cap S_2 = 0,$$

$$4) S_1, S_2 \subset N.$$

Первое из представленных условий означает, что если в коалицию не входит ни одного участника, то эта «пустая коалиция» ничего выиграть не может. «Гарантированный выигрыш» такой «пустой коалиции» против другой коалиции, в которую вошли все остальные участники конфликта (то есть против группы из N лиц), естественно, равен нулю. Второе условие подтверждает рациональность и выгодность «коллективистской» линии поведения: сила коалиции не ниже суммы гарантированных выигрышей ее участников. Поясним суть этого условия, называемого «супераддитивностью функции». Пусть в коалицию входит всего один i -й игрок, то есть $S = i$. Поскольку этот один игрок противостоит всем остальным, его гарантированный выигрыш при противостоянии со всеми остальными игроками составит $W(S=i)$. Если теперь, каждый из таких индивидуалистов начнет объединяться с другими, то соотношение между «индивидуальными» гарантированными выигрышами и гарантированным выигрышем образовавшейся коалиции будет удовлетворять второму неравенству. Теперь только остается посмотреть, что будет, когда все «индивидуалисты» согласятся объединить свои усилия и будут действовать согласованно. Как величина гарантированного выигрыша, которую они получают, соотнесется с суммой гарантированных выигрышей «индивидуалистов»? Согласно второму условию получаем

$$C = W(N) = W(\{1, 2, 3, \dots, n\}) \geq \sum_{i=1}^n W(S=i),$$

где C — общая полезность, которая находится в распоряжении всего множества N игроков, а $W(S=i)$ — гарантированный выигрыш i -го игрока, действующего в одиночку против всех остальных игроков.

Следовательно, что подталкивает игроков идти на объединение в коалицию? Только — выгода. Эту выгодность можно фор-

мализовать так. Обозначим через C_i часть общей полезности C , которую получит i -й игрок, если он вступит в коалицию. Тогда вектор $D(C)$ с компонентами $C_1, C_2, \dots, C_n$ называется *дележом*, если он удовлетворяет двум условиям:

$C_i > W(S = \emptyset)$, для всех номеров i -игроков;

$$\sum_{i=1}^n C_i = C.$$

Первое из этих двух условий моделирует принцип индивидуальной рациональности, а второе — групповой, означающий, что группа может исчерпать все потенциальные возможности, заложенные в общей полезности C , то есть наиболее выгодно, когда в коалицию объединяются все.

Таким образом, проблема решения игры N -лиц сводится к нахождению оптимального дележа $D(C) = (C_1^*, C_2^*, \dots, C_n^*)$, наиболее выгодного каждому из участников коалиции. Выгодность для каждого определяется степенью различия величин C_i^* и $W(S = \emptyset)$: чем C_i^* больше по сравнению с $W(S = \emptyset)$, тем выгоднее i -му игроку участвовать в коалиции. И эта выгода удерживает рассматриваемого игрока в коалиции тем сильнее, чем выше выгодность. Следовательно, в принципе, если какая-то коалиция S предлагает i -му игроку долю $C_i^*(S)$ в общем дележе, а какая-то другая коалиция T предложит этому же игроку более «выгодные условия» в виде доли $C_i^*(T) > C_i^*(S)$, то i -му игроку целесообразно примкнуть к коалиции T . Если оптимальный дележ найден, и все с ним согласились, стратегические возможности у каждого из участников конфликта (игрока) напрочь исчезают. Каждому придется действовать в соответствии с единой коалиционной стратегией, обязательной к выполнению всеми.

К сожалению, до сих пор ни одна общая теорема существования решения в играх N -лиц пока не доказана. Естественно, это заставило исследователей искать другие представления о способах разрешения многостороннего конфликта. Одно из предложений ввел в практику анализа игр Л. Шепли (L.S. Shapley). Как в свое время и Дж. Нэш, Шепли предложил идею вектора компромиссного дележа, обосновывая свое предложение достаточно убедительным стремлением каждого субъекта вступить в более выгодную коалицию. Естественно, что к «справедливому» деле-

жу следует предъявить некоторые достаточно убедительные и ясные требования.

Прежде всего «справедливость требует» при разделении общего выигрыша ничего не выделять на долю посторонних, равно как и ничего не брать с них. «Справедливо считать», что каждый игрок i , вступая с какими-либо игроками в некоторую коалицию $S \subset N$, рассчитывает получить хотя бы тот прирост выигрыша $W(S) - W(S \setminus i)$, который он вносит в коалицию S своим присутствием. Так как, однако, может быть сформирована любая содержащая игрока i -го коалиция, справедливой долей этого игрока следует считать не значение указанной разности для какой-либо конкретной коалиции, а некоторое усредненное значение этой разности по всем коалициям, содержащим i -го игрока.

«Справедливый дележ», введенный Шепли (вектор Шепли, значение по Шепли), задается выражением вида:

$$\varphi_i(C) = \sum_{S \ni i} \gamma_i^{(S)} [W(S) - W(S \setminus i)],$$

где $\varphi_i(C)$ — доля i -го игрока в общей полезности C ;

$[W(S) - W(S \setminus i)]$ — полезность, которую внес i -й игрок в коалицию S ;

$|S|$ — размер коалиции;

$$\gamma_i^{(S)} = \frac{(n - |S|)! (|S| - 1)!}{n!} \text{ — вес коалиции, состоящей из } |S| \text{ членов.}$$

В компоненты $\varphi(C)$ вектора Шепли разности гарантированных полезностей входят с коэффициентом («весом», «вероятностью»)

$$\gamma_i^{(S)} = \frac{(n - |S|)! (|S| - 1)!}{n!}.$$

Сумма этих коэффициентов в выражении под знаком суммы (дробь перед квадратными скобками) равна 1. Что касается формального анализа самого выражения для компонентов вектора Шепли, то это — математическое ожидание выигрыша i -го игрока в условиях так называемой «рандомизированной схемы», которая предполагает случайное образование всевозможных коалиций, в которые может войти рассматриваемый i -й игрок. Возникает вопрос: а что тогда представляют собой эти коэффициенты?

Шепли интерпретировал их как вероятности появления коалиции S , при условии, что в нее заведомо войдет игрок i . Он исходил из представления этой величины в виде вероятности со-вмещения двух независимых событий: равновероятного назначения размеров $|S|$ коалиции S , то есть равновероятного выбора одного из чисел $1, 2, \dots, n$ с последующим равновероятным выбором $n - 1$ возможных партнеров, состоящего из $|S| - 1$ игроков набора, составляющего вместе с i коалицию S . Насколько это обоснованно, судить трудно, поскольку трудно обосновать равновероятность числа партнеров в коалиции с данным игроком и равновероятность самих коалиций с заданным числом партнеров как равновероятность всевозможных перестановок игроков. После этого обычным порядком определяют средний суммарный вклад **его** присутствия в каждую из коалиций.

Рассмотрим пример с нахождением компромиссного решения в конфликтной ситуации между тремя предпринимателями в виде вектора Шепли. Пусть эти предприниматели — условно назовем их сторонами A , B и C — решили договориться о разделе сегмента некоторого рынка товаров. Предположим, что в процессе индивидуальной («дикий») торговли на сегменте рынка у каждой из сторон были только две опробованные стратегии цены: одна — оптимистическая, другая — пессимистическая. В целом эти стратегии соответствуют взглядам сторон и на раздел рынка.

Предположим, что каждая сторона считает именно эти стратегии «границами» между справедливым и не справедливым. Поэтому каждая сторона решила выйти на переговоры именно с такими предложениями. Будем стратегии сторон просто нумеровать. Такой прием позволит нам достаточно наглядно обозначать ситуации, которые складывались на сегменте «дикого» рынка, когда торговцы применяли свои стратегии независимо друг от друга. Обозначение будет иметь вид вектора с тремя компонентами. Первая компонента — номер стратегии стороны A , вторая — стороны B , а третья — C . Каждая компонента — это цифра 1 или 2. Тогда, например, вектор $(1, 1, 2)$ является кодом ситуации, которая сложится, если в ходе торгов A и B применяли свои оптимистичные стратегии, а сторона C — пессимистичную. Множество ситуаций на сегменте рынка и соответствующие ситуациям значения прибылей сторон (в сотнях тыс. долл.) представлены в табл. 4.7.

Множество ситуаций на сегменте рынка и значения прибылей сторон

Коды ситуаций	Значения выигрышей сторон		
	для стороны А	для стороны В	для стороны С
(1, 1, 1)	\$100 000	\$200 000	\$300 000
(1, 1, 2)	\$200 000	\$600 000	\$200 000
(1, 2, 1)	\$500 000	\$300 000	\$100 000
(1, 2, 2)	\$500 000	\$300 000	\$100 000
(2, 1, 1)	\$300 000	\$200 000	\$100 000
(2, 1, 2)	\$600 000	\$200 000	\$100 000
(2, 2, 1)	\$200 000	\$400 000	\$300 000
(2, 2, 2)	\$400 000	\$500 000	\$600 000

Для данной конфликтной ситуации у каждой из сторон только две возможности: или действовать абсолютно автономно, опираясь только на собственные силы и не обращая внимания на других игроков, или — объединяться в коалицию с кем-то из игроков. В последнем случае сторонам необходимо будет решить, с кем вступить в коалицию и сколько «запросить» при дележе за объединение.

Для ответа на оба вопроса вначале найдем гарантированные выигрыши $W(i)$ для каждого i -го игрока, а затем — характеристическую функцию $W(S)$ для каждой S -н коалиции $S \subset N$ из множества N игроков.

Для трех сторон, оперирующих на сегменте рынка, возможны только четыре «ненулевых» и «не единоличных» коалиции: $S = \{1, 2\}$, $S = \{1, 3\}$, $S = \{2, 3\}$, $S = \{1, 2, 3\}$. Определим гарантированные результаты для каждой из сторон (игроков) в отдельности. Гарантированный выигрыш $W(1)$ первого игрока — это значение характеристической функции для «единоличной» коалиции $S = \{1\}$. Для этого по табл. 14.7 находим минимальные значения прибыли для его первой стратегии и второй стратегий. Для первой стратегии минимальное значение выигрыша первого игрока равно \$100 000, а для второй стратегии — \$200 000. Таким образом, наибольший гарантированный результат (максимальное из этих минимальных значений) равен для пер-

вого игрока $W(1) = \$200\,000$. Аналогично находим по табл. 4.7, что $W(2) = \$300\,000$ и $W(3) = \$100\,000$.

Теперь рассмотрим гарантированные выигрыши коалиций. Определяем значения характеристической функции $W(S)$ для всех не пустых и не единоличных коалиций. При этом будем учитывать, что гарантированный выигрыш каждой коалиции в той или иной ситуации игры не меньше суммы гарантированных выигрышей в этой ситуации сторон, входящих в рассматриваемую коалицию.

Составим новую таблицу, в которой на основании данных табл. 4.7 отобразим значения выигрышей коалиции сторон A и B (первого и второго игроков соответственно) против стороны C (третьего игрока) в каждой из ситуаций. Эти данные сведены в табл. 4.8.

Т а б л и ц а 4.8

Значения выигрышей $W(1, 2)$ коалиции $S = \{1, 2\}$
в ситуациях конфликта, $\times \$100\,000$

Коалиционная стратегия сторон A и B (первого и второго игроков)	Стратегии стороны C (третьего игрока)	
	c_1	c_2
(a_1, b_1)	$(1 + 2) = 3$	$(2 + 6) = 8$
(a_1, b_2)	$(5 + 3) = 8$	$(5 + 3) = 8$
(a_2, b_1)	$(3 + 2) = 5$	$(6 + 2) = 8$
(a_2, b_2)	$(2 + 4) = 6$	$(4 + 5) = 9$

Тогда получим, что наибольший гарантированный выигрыш коалиции $S = \{1, 2\}$ в ситуациях игры трех лиц — значение характеристической функции $W(\setminus, 2) = \$100\,000$:

$$W(\setminus, 2) = \max\{\min(3, 8), \min(8, 8), \min(5, 8), \min(6, 9)\} = 8.$$

Аналогично устанавливаем, что:

$$W(1, 3) = \max_{a \in C} \{\min_{b \in B} (4, 7), \min_{b \in B} (4, 5), \min_{b \in B} (4, 5), \min_{b \in B} (7, 10)\} = 7.$$

$$W(2, 3) = \max_{b \in C} \{\min_{a \in A} (5, 3), \min_{a \in A} (8, 3), \min_{a \in A} (4, 7), \min_{a \in A} (4, 11)\} = 4.$$

Если все три игрока объединятся в одну коалицию $S=\{1,2, 3\}$, игра станет нестратегической для них, а их максимальный выигрыш, который они должны будут разделить на всех, составит в ситуации (1, 2, 3) ровно \$1 500 000, то есть $W(1, 2, 3) = \$1\ 500\ 000$.

Для проведения анализа и получения обобщенных выводов сведем найденные значения характеристической функции в табл. 4.9.

Таблица 4.9

Значения характеристической функции при объединении игроков в коалиции, (x\$100 000)

Номера игроков	Коалиция-партнер, в которую входит игрок		Образовавшаяся новая коалиция		Вклад, который внес игрок в новую коалицию:
	Номера игроков	Гарантир. выигрыш	Номера игроков	Гарантир. выигрыш	
1	{0}	0	{1}	2	2
	{2}	3	{1,2}	8	5
	{3}	1	{1,3}	7	6
	{2,3}	4	{1,2,3}	15	11
2	{0}	0	{2}	3	3
	{1}	2	{1,2}	8	6
	{3}	1	{3,2}	4	3
	{1,3}	7	{1,3,2}	15	8
3	{0}	0	{3}	1	1
	{1}	2	{1,3}	7	5
	{2}	3	{2,3}	4	1
	{1,2}	8	{1,2,3}	15	7

На основании данных табл. 4.9 можно сделать следующие выводы:

- стороне *A* выгоднее объединяться со стороной *B*, а не со стороной *C* (суммарный выигрыш коалиции со стороной *B* для него составляет \$800 000, а со стороной *C* — \$700 000); но сам торговец *A* имеет средние шансы на успех — его гарантированный выигрыш составляет всего \$200 000; однако если он объединяется с торговцами *B* и

С, то он получает максимальный прирост прибыли равный \$1 100 000;

- торговцу *B* выгоднее объединиться с торговцем *A* (прирост прибыли \$600 000);
- торговцу *C* также выгоднее объединяться с *A*, а лучше — с *A* vs. *B* сторонами в единую коалицию (прирост прибыли равен \$700 000).

Таким образом, оказывается, что сторона *A* — очень дефицитный участник сегмента рынка, он — нужен всем. Он может за объединение в общую коалицию затребовать у сторон *B* и *C* более половины из максимально возможного прироста прибыли, то есть потребовать себе \$600 000 из \$1 100 000. В результате общая доля стороны *A* может составить \$200 000 + \$600 000 = \$800 000. Сторонам *B* и *C* первый игрок на рынке может предложить поделить остаток суммарной прибыли (\$1500 000 — \$800 000), например, в пропорции примерно 3 : 1. В результате сторона *B* могла бы получить из оставшихся \$700 000 прибыли, например, \$500 000, а второму предложить \$200 000. Таким образом, общий итог мог бы оказаться таким: первому игроку — \$800 000, второму — \$500 000, третьему — \$200 000. Каждый, в общем-то, получает больше, чем гарантированно мог получать в одиночку. Но согласится ли на подобный дележ второй торговец, то есть сторона *B*? А сторона *C* согласится? И какова могла бы быть «справедливая доля» каждого из игроков? Попробуем ответить на эти вопросы, используя понятие «справедливого дележа» Шепли. Компоненты вектора Шепли определяем по представленным выше формулам.

Для условий нашего примера вычислим весовые коэффициенты коалиций, состоящих из одного, двух и трех участников конфликтной ситуации. Эти коэффициенты оказались соответственно равны:

$$\gamma^{(1)} = \frac{(3-1)!(1-1)!}{3!} = \frac{1}{3}, \quad \gamma^{(2)} = \frac{(3-2)!(2-1)!}{3!} = \frac{1}{6},$$

$$\gamma^{(3)} = \frac{(3-3)!(3-1)!}{3!} = \frac{1}{3}.$$

Теперь на основании данных табл. 4.9 со значениями характеристической функции при объединении игроков в коалиции вычисляем «справедливые доли» участников игры, на которые

они могут претендовать за свое участие в произвольных коалициях. В условиях рассматриваемого примера максимальная общая полезность С, которую торговцы могут себе обеспечить на сегменте рынка, если все они объединятся в одну общую коалицию, составляет \$1 500 000. Тогда составляющие вектора Шепли будут (х\$Ю0 000):

$$\varphi_1(15) = \frac{1}{3} \cdot 2 + \frac{1}{6}(5 + 6) + \frac{1}{3} \cdot 11 = \frac{37}{6} = 6\frac{1}{6},$$

$$\varphi_2(15) = \frac{1}{3} \cdot 3 + \frac{1}{6}(6 + 3) + \frac{1}{3} \cdot 8 = \frac{31}{6} = 5\frac{1}{6},$$

$$\varphi_3(15) = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{6}(5 + 1) + \frac{1}{3} \cdot 7 = \frac{22}{6} = 3\frac{2}{3}.$$

Легко проверить, что сумма вычисленных компонентов вектора Шепли в точности равна максимальной сумме (\$1 500 000), которую могут получить торговцы, если они договорятся и согласятся на коалиционную стратегию (2, 2, 2). В результате даже такого «справедливого дележа» каждый из них получит больше, чем, если бы он действовал в одиночку. Больше всего может выиграть третий игрок, который вместо гарантированного выигрыша, равного \$100 000, может получить «справедливую долю»,

равную 3- сотен тыс. долл. В итоге, если оптимальный дележ найден, и все с ним согласились, стратегические возможности у каждого из участников конфликта (игрока) напрочь исчезают. Каждому придется действовать в соответствии с единой коалиционной стратегией, обязательной к выполнению всеми.

4.3. МОДЕЛИ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТОРГОВ И АУКЦИОНОВ

Напомним, что отличительной особенностью торгов для приобретения товара, выставленного на аукцион, является то, что, согласно их правилам, покупатели повышают цену не меньше, чем на некоторую фиксированную величину, установленную правилами аукциона. В конце концов, тот, кто предложит самую большую цену, приобретает выставленный объект. Поэтому еще до начала аукциона каждый его посетитель должен оп-

ределить цель своего участия в торгах, знать особенности механизма торгов. Для системного изучения особенностей торгов в настоящее время разрабатывают самые разнообразные по сложности модели этого процесса (см., например, [40, 56, 71, 72] и др.).

Наиболее простые модели — с двумя участниками, каждый из которых стремится, например, максимизировать свой собственный доход, минимизировать доход своего конкурента (чтобы ослабить его), максимизировать разность своего дохода и дохода конкурента и др. Вот, для примера, как формируется модель торгов при максимизации разности доходов. Пусть на аукцион последовательно выставлены два объекта известной стоимости V_1 и V_2 . Два участника A и B борются за право собственности на эти объекты. Пусть A имеет S_A денежных единиц для участия в аукционе, а B — S_B . Пусть силы A и B примерно равны, математически это выражается так: $1/2 < (S_A/S_B) < 2$.

Выясним, как должен вести себя, например, участник A для достижения своей цели максимизации разности доходов. Предположим, что B предложил текущую аукционную цену X . Если A не захочет платить такую цену, то B купит 1-й объект, в итоге он получит прибыль $R_B = V_1 - X$. Но израсходовав столь много на покупку 1-го объекта, он уступит 2-й объект A , если тот предложит хотя бы немного больше, чем вообще сможет предложить B . Итак, у B осталось $S_B - X$, значит, если A предложит $S_B - X + A$, то A приобретает 2-й объект и его доход оказывается равным $R_A = V_2 - (S_B - X - \Delta)$ и разность доходов равна $R_A - R_B = (V_2 - S_B + X - \Delta) - (V_1 - X)$. Если же A не захочет уступить 1-й объект B и увеличит цену, предложив $X + \Delta$, и B уступит, то B выиграет торги за 2-й объект, предложив за него $(S_A - (X + A) + \Delta) = (S_A - X)$. В этом случае разность доходов будет равна $R_A - R_B = (V_1 - X - A) - [V_2 - (S_A - X)]$. Таким образом, A должен будет уступить 1-й объект B , тогда и только тогда, когда разность доходов в этом случае больше, чем когда A идет на повышение и предлагает за 1-й объект $X + A$. Итак, A должен предложить за 1-й объект $X + A$, если окажется выполнено условие:

$$(V_2 - S_B + X - A) - (V_1 - X) > (V_2 - (S_A - X)) - (V_1 - X - A),$$

или

$$4X < 2V_1 - 2V_2 + S_A + S_B \text{ или } X \leq (2V_2 - 2V_1 + S_A + S_B)/4.$$

Следовательно, A будет повышать цену до значения X , определяемого равенством $X = (2V_1 - 2V_2 + S_A + S_B)/4$.

Дальше повышать цену ему нецелесообразно, ведь он стремится максимизировать разность доходов. Простейшие эквивалентные преобразования позволяют определить разность между доходами A и B :

$$R_A - R_B = (S_A - S_B)/2 - A.$$

Доход A при этом равен $R_A = (V + V)/2 - (S + S)/4 - A$. Рассмотрим численный пример [56]. Пусть A решил потратить на аукционе не более 1200 руб., а B — не более 1000. По мнению A 1-й предмет, выставленный на аукцион, стоит 700 руб., а 2-й — 800 руб. Тогда A будет повышать цену до величины $X = [2(700 - 800) + 1200 + 1000]/4 = 500$ руб. Пусть 1-й предмет будет куплен за эту цену. Если его купил B , то его доход равен $R_B = 200$ руб., а доход A равен $R_A = 800 - 500 = 300$ руб., так что разность доходов равна 100 руб. Можно убедиться, что такова же разность доходов и в случае, когда 1-й предмет был бы куплен A .

Более сложными, но и более адекватными реальности являются модели торгов, в которых число лиц велико. Существуют научные рекомендации и по таким торгам, однако осуществление этих рекомендаций на практике требует большой работы по сбору сведений о конкурентах, в частности, — об их участии в аналогичных торгах в прошлом. Поэтому предприниматель, готовящийся к подобным торгам, естественным образом прибегает к аппарату теории игр **N -лиц**. Он позволяет достаточно оперативно оценить собственные предпочтения и возможности потенциальных участников образовать коалиции. Кроме того, как мы уже отмечали, можно приблизительно установить области притязаний при выработке договоренностей о дележах будущей прибыли.

Но какую бы модель торгов мы ни рассматривали, основным ее элементом всегда выступает стоимость объекта, выставляемого на продажу. С нее — стоимости объекта — все начинается. И эта стоимость формируется в зависимости от условий торгов или аукциона по законам свободного рынка или в нерыночных условиях. Однако более глубокий анализ механизмов формирования цены, то есть той суммы, которая будет уплачена за объект в ходе торгов, показывает, что в основе всего лежит рыночная стои-

мость объекта. На рыночную стоимость объекта в первую очередь влияют его характеристики и параметры рынка (объемы аналогичных товаров, сроки экспозиции товара на рынке и пр.).

Но не менее важны и отношения между субъектами товарно-денежных отношений — продавцом и покупателем. Подтверждений этому не счесть. Взять хотя бы семантическое наполнение терминов «цена» и «затраты», относящихся к понятию «стоимость». От того, как их воспринимает каждый из субъектов торгов, многое зависит. Ведь «цена» — это понятие, относящееся к фактическому обмену товаров или услуг на рынке. Она представляет собой сумму, запрошенную, предлагаемую или уплаченную за товар или услугу. После проведения обмена цена, объявленная открыто или сохранный в тайне, становится фактом. Что касается понятия «затраты», то оно отражает только расходы на производство товара. Это понятие относится к сфере производства, сильно отличной от сферы обмена. Затраты определяются как денежная сумма, требуемая для создания или производства товара или услуги.

После завершения производства товара или оказания услуги затраты становятся историческим фактом. Но они выступают важной вехой на пути расчета «стоимости». А вот сама «стоимость» — это понятие, скорее, концептуальное, поскольку является идеальным представлением торгующихся сторон о той цене, при которой они (покупатель и продавец) с наибольшей вероятностью договорятся о совершении сделки по купле-продаже. Причем продавец стремится к этой цене сверху, а покупатель — снизу по шкале значений. Уплаченная цена соответствует точке пересечения мысленных кривых предложения и спроса. Стоимость объекта — это не факт. Это *наиболее вероятная цена*, которая *будет* уплачена в конкретных условиях за рассматриваемый объект. Особенно важно это принимать при планировании своей позиции на аукционных торгах, например, по распродаже активов и имущества предприятия, объявленного банкротом. Здесь уже действуют не рыночные условия. И стоимость рассчитывают не рыночную, а, например, ликвидационную.

Хорошим подспорьем в решении задачи исследования закономерностей процесса формирования ликвидационной стоимости может стать методология когнитивного моделирования [69]. Напомним, что любая система может быть представлена в виде плоской диаграммы — графа. Вершины графа в этом случае мо-

делируют основные факторы, а дуги — отношения между вершинами. Знаковые нагрузки дуг моделируют эффекты причинно-следственной связи между вершинами, связанными дугой. Если при увеличении нагрузки вершины-«причины» происходит увеличение нагрузки вершины-«следствия», то такая связь считается положительной, им присваивается знак плюс. В противном случае дуге присваивается знак минус. Получившиеся в результате подобной операции ориентированные знаковые и нагруженные знаковые графы называют когнитивными диаграммами (или когнитивными картами). Понятно, что знаковые когнитивные модели самые простые. Они не учитывают степень интенсивности воздействия одних факторов на другие. На самом деле эти воздействия обычно разной силы.

Повышает адекватность когнитивной знаковой модели приписывание дугам нагрузок, моделирующих интенсивность проявления той или иной связи между факторами. В результате получают взвешенный знаковый граф.

Разумеется, когнитивные модели не всесильны, и работать с ними достаточно хлопотное дело, хотя и не безнадежное. Однако все эти труды окупаются, так как часто другими методами просто невозможно даже предсказать характер результата.

Итак, рассмотрим вначале основные факторы, которые целесообразно учитывать при когнитивном моделировании процесса формирования ликвидационной стоимости объекта оценки. Среди них, на наш взгляд, наиболее значимыми факторами являются рыночная стоимость объекта и его качество, обуславливающее его инвестиционную привлекательность, эффект вынужденности продажи и длительность ликвидационного периода, уровень потребительского спроса на подобные объекты и конъюнктура рынка и др.

Знаковая когнитивная модель процесса формирования ликвидационной стоимости представлена на рис. 4.2. Этот граф имеет 9 вершин, номера которых кодируют наименования основных факторов. Сплошными стрелками на когнитивной диаграмме обозначены отношения, результаты или следствия которых проявляются практически сразу, без какого то бы ни было запаздывания. Пунктирами отображены стрелки для связей, которые действуют с некоторым запаздыванием.

Обозначим номером 1 вершину, отражающую фактор ликвидационной стоимости объекта, а номером 2 — фактор величины

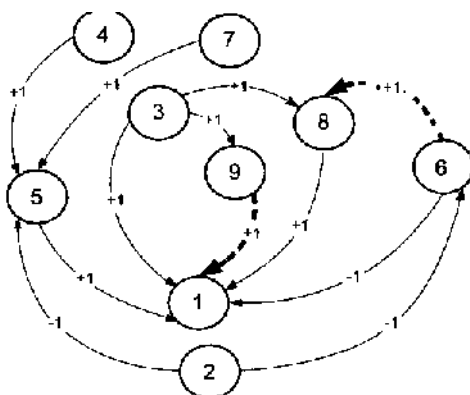


Рис. 4.2. Когнитивная знаковая модель процесса формирования ликвидационной стоимости

рыночной стоимости этого объекта. Как нам уже известно, наиболее сильное влияние на ликвидационную стоимость оказывают длительность ликвидационного периода (вершина с номером 3) и привлекательность объекта для покупателей (фактор 4).

Не менее важны также уровень потребительского спроса (5) на аналогичные объекты и эффект (6) вынужденности продажи. Они связаны с ликвидационной стоимостью (1) самыми короткими путями — по одной дуге. Кроме того, именно факторы (3) и (6) определяют условия продажи объекта, как отличные от рыночных. Состояние, в котором находится объект в момент вынужденной продажи (фактор 7), влияет опосредованно (через изменение фактора 5). Наконец, влияние длительности ликвидационного периода (3) проявляется через изменение таких факторов, как конъюнктура рынка (8) и эффективность маркетинга (9). Это и понятно, ведь эффективность маркетинговых усилий и способность продавца гибко использовать конъюнктуру рынка напрямую зависят от срока экспозиции объекта.

И еще одно замечание. Если рыночная стоимость объекта, выставленного на продажу, очень велика или очень мала, то это почти всегда отпугивает значительную часть потенциальных покупателей. При этом для объектов с высокой рыночной стоимостью (высокое значение фактора 2) просто снижается количество потенциальных покупателей (фактор 5), которым указанная цена не под силу. Если же для выставляемых на продажу объек-

тов указывают «просто смешные цены», то у потенциальных покупателей возникает подозрение в их качественности и достойных потребительских свойствах (отрицательная связь между факторами 2 и 6). Труднее всего учесть специфические системные свойства имущественного комплекса, выставляемого на продажу. Ясно только, что такое взаимодействие системообразующих факторов (так называемая эмерджентность системы) всегда есть. Например, любой структурированный бизнес, любой сложный имущественный комплекс при дроблении на составляющие может существенно потерять в стоимости, может быть даже — обесцениться! Существуют определенные неосязаемые элементы стоимости в бизнесе, обусловленные такими факторами, как наличие подготовленных кадров, исправно работающего оборудования, необходимых лицензий, систем и процедур. Кроме того, подобные существенные обстоятельства, влияющие на ликвидационную стоимость объекта, возникают благодаря названию, репутации, наличию постоянной клиентуры, местоположению, продуктам и аналогичным факторам. Такие факторы также нельзя выделить и (или) оценить по отдельности. Они обязательно создают экономические выгоды, формируют специфический неосязаемый актив — так называемый гудвилл.

Согласно сложившейся на Западе точке зрения, гудвилл определяют как «превышение затрат на приобретение над чистыми активами приобретенного бизнеса». Учесть гудвилл можно по-разному. Например, можно внести поправку в предварительную оценку ликвидационной стоимости, которую установили в ходе моделирования. Но преимущество когнитивного моделирования как раз во многом состоит в том, что это можно сделать прямо в модели. Введем в рассмотрение дополнительные факторы:

- 10 — степень зависимости ликвидационной стоимости от конфигурации остальных факторов, в том числе — и не отображенных в модели;
- 11 — управляемость имущественного комплекса или бизнеса и совершенство его структурной организации.

В результате таких дополнений в совокупность вершин графа следует пополнить и число дуг, моделирующих отношения между факторами. Следует, например, ввести положительную связь между факторами (10) и (2), отрицательную (с запаздыванием)

связь между факторами (10) и (4). Поскольку существенное негативное влияние на ликвидационную стоимость имущественного комплекса оказывают такие факторы, как управляемость и совершенство структурной организации (11), то на ликвидационной стоимости предприятия с неэффективным или небрежным управлением это сказывается достаточно сильно. Проявляется подобное негативное влияние и через документальное оформление прав собственности, и через недисциплинированность персонала, и через запутанность бухгалтерской отчетности. Все это затягивает момент отчуждения прав собственности и начало сроков продажи. В конечном итоге сокращается время экспозиции, которое может быть использовано непосредственно для целей продажи. Для отражения этого взаимодействия в когнитивную модель следует ввести положительную связь между факторами (11) и (3).

Укрупненную методику расчета ликвидационной стоимости можно представить как двухэтапную. На первом этапе проводят расчет рыночной стоимости объекта, а на втором определяют корректирующую поправку на нерыночные условия. Порядок расчета рыночной стоимости по устоявшимся методикам хорошо известен. Вся неопределенность последующей оценки сосредоточивается на способе определения корректирующей поправки. Как правило, эти оценки назначают экспертным путем, по опыту предшествующих или аналогичных торгов. Обычная величина скидки на вынужденный характер продаж на торгах колеблется в диапазоне от 20 до 50%; статистика аукционов по объектам недвижимости показывает, что скидка к рыночной цене колеблется в диапазоне 30—50%, а иногда достигает и 80% и т.п.

Иногда назначение поправочного коэффициента хотя и проводят экспертно, но каждый элемент обоснования величины скидки фиксируют отдельно. Некоторые авторы (см., например, [72]) в качестве ведущего фактора для обоснования величины скидки принимают так называемую эластичность спроса. Объекты, спрос на которые регулируется исключительно ценой, у которых спрос может резко упасть, если цена даже немного возрастет, и — наоборот, относят к классу объектов с эластичным спросом, и — наоборот. Согласно классической теории ценообразования цена на товар связана со спросом на него через коэффициент K эластичности соотношением:

$$K = - \frac{(V_2 - V_1) \cdot \left(\frac{C_1 + C_2}{2} \right)}{(C_2 - C_1) \cdot \left(\frac{V_1 + V_2}{2} \right)},$$

где C_1 и C_2 — значение цены на товар при значениях спроса соответственно V_1 и V_2 .

Знак минус перед дробью указывает на обратную зависимость спроса от цены, то есть при увеличении цены спрос падает (и наоборот). Для объектов с эластичным спросом обычно коэффициент эластичности значительно больше единицы. Другой класс образуют объекты с неэластичным спросом. Для подобных объектов цена не является главным регулятором величины спроса, и поэтому коэффициент эластичности для них не больше единицы. Это, как правило, товары первой необходимости, объекты недвижимости для предпринимательства (торговые, офисные и складские здания и помещения) и др.

Вот, например, как выглядит модель оценки ликвидационной стоимости для объектов с неэластичным спросом [45]. В качестве главного фактора модели рассматривают время экспозиции объекта на рынке. При этом предполагают, что сам рынок подобных объектов с неэластичным спросом достаточно развит и близок к равновесному (то есть на место проданных объектов немедленно поступают новые, так что общее количество экспонируемых объектов постоянно). В модели предполагается постоянство спроса на рассматриваемые объекты — постоянная интенсивность продаж в единицу времени, а также обязательность совершения сделки купли-продажи при равенстве спроса и предложения. У этой модели есть одна интересная особенность, отражающая важные реалии аукционных распродаж: на рынке помимо «настоящих потребителей» данного товара действуют «перекупщики».

Эта категория «покупателей» приобретает товар с целью продать по истечении времени экспозиции по рыночной цене и получить прибыль. Обычно перекупщик очень хорошо чувствует конъюнктуру нерыночных торгов и может точно рассчитать предельную цену приобретения объекта, чтобы затем продать его с выгодой. Наиболее жесткое ограничение модели — это то, что все подобные объекты продаются на данном рынке по одинаково-

вой цене. И, конечно, как мы отмечали, рыночная стоимость объекта известна. Обозначим:

C_R — рыночная стоимость объекта;

C^* — предельная цена приобретения объекта, при которой операция покупки объекта по этой стоимости и последующая перепродажа его по рыночной стоимости C_R позволяет получить прибыль, равную прибыли продавцов, действующих на данном сегменте рынка;

t_R — длительность периода рыночной экспозиции, измеряемого в месяцах;

K_R — коэффициент эластичности для точки (C_R, t_R) ;

t_a — текущее время экспозиции объекта на рынке;

r — ставка дисконтирования, %;

m — число периодов начисления процентов за год;

f — длительность времени экспозиции, при котором цена объекта достигает величины;

t_l — длительность периода ликвидационной экспозиции;

C_l — ликвидационная стоимость объекта.

С учетом введенных обозначений в работе получено итоговое соотношение для двух основных диапазонов цен — от C_R до C и от C и ниже. Эта формула для ликвидационной стоимости, состоящая из трех сомножителей, имеет вид:

$$C_l = C_R \left(\frac{1}{1 + \frac{r}{m}} \right)^{\frac{t_R m}{12}} \cdot \frac{1}{(1 + k_m) \left(2 - \frac{t_l}{t_R} \right)},$$

где k_m — коэффициент торговой наценки.

Первый сомножитель в формуле для расчета ликвидационной стоимости — это, разумеется, рыночная стоимость C_R , которая будет корректироваться. Второй отражает стремление перекупщика не заморозить свои инвестиции на время t_R , даже если он приобретет объект по предельной рыночной цене C_R . Другими словами, считают, что покупатель вправе требовать скидку к рыночной стоимости в размере дисконтного множителя, поскольку объект может быть реализован по рыночной цене только в конце периода t_R . На это время средства покупателя как бы «замораживаются», не принося ему дохода, в то время как они

могли бы быть вложены в некий финансовый инструмент, приносящий доход в размере r % годовых.

Третий множитель отражает стремление получить прибыль до уровня, уменьшая вычисленную стоимость «не замороженных денег» на значение торговой наценки (составляющая $\frac{\text{добрый}}{2 - \frac{t}{L}}$ этого множителя). Кроме того, как видно, в этой же $(1 + k_T)$

компоненте модели учитывается продолжительность времени экспозиции по сравнению с рыночным периодом $(\frac{\text{добрый}}{2 - \frac{t}{L}})$.

Интересная особенность модели состоит в том, что при расчете ликвидационной стоимости объектов с неэластичным спросом можно принимать коэффициент эластичности равным нулю. При этом погрешность определения ликвидационной стоимости не превышает 10%. Кроме того, исследования авторов свидетельствуют, что при ограничении продолжительности «ликвидационного» периода одним годом (12 мес.) резко снижается влияние величины r ставки дисконтирования. При этом вариация величины ставки r в пределах 20—35% дает ошибку расчета ликвидационной стоимости, не превышающую 5—10%. Результаты моделирования с использованием приведенной модели оказались хорошо согласованными с фактическими данными продаж офисных зданий и помещений в 1998—2000 гг.

В «Словаре русского языка» С.И. Ожегова [71] побудительным мотивом к совершению акта купли-продажи на торгах называется не удовлетворение неких потребностей в пользовании объектом, а исключительно «спекулятивная» цель. При этом на моделируемом рынке конкурируют только те, кто приобретает объекты по ликвидационной стоимости с целью последующей их продажи по рыночной цене. Назовем таких коммерсантов «перекупщиками». Но и перекупщики в этой модели тоже специфические: они вкладывают в приобретение объекта не свои собственные деньги, а заемные средства, причем берут они эти средства под процент у инвестора на строго определенный срок и с цены покупки сразу сбрасывают будущую прибыль инвестора. Срок заимствования средств покупателем у кредитора определен как разность продолжительности рыночной и ликвидационной экспозиции объекта на рынке.

Таким образом, налицо использование принципа индивидуальной рациональности в виде утверждения о том, что покупатель не заплатит за товар больше, чем текущая стоимость будущих доходов от обладания этим имуществом. Модель расчета ликвидационной стоимости формируется следующим образом. Сначала определяют размер платы за заемные средства $C_L \cdot (t_R - t_L) \cdot i$, считая, что i — процентная ставка, отражающая норму дохода кредитора, предоставляющего заемные средства. Затем устанавливают величину дохода $C_R \cdot (t_R - t_L) \cdot i_{н.и.}$ от продажи объекта по рыночной стоимости с учетом компенсации затрат на заемные средства и определенной нормы $i_{н.и.}$ прибыли «перекупщика». А после этого уже определяют ликвидационную стоимость согласно условию:

$$C_L \leq C_R - C_L \cdot (t_R - t_L) \cdot i - (t_R - t_L) \cdot i_{н.и.}$$

Другими словами, ликвидационная стоимость представляет собой рыночную стоимость, уменьшенную на сумму величин затрат на заимствование средств и на получение прибыли от «спекуляции». В конце концов, можно оценить наибольшее значение величины ликвидационной стоимости. Для этого достаточно заменить знак неравенства в последнем соотношении на равенство. После тождественных преобразований, учета принятых нами обозначений и используемых единиц измерения (t_R и t_L — месяцы, i и $i_{н.и.}$ — проценты годовых, то есть за 12 мес.) получено выражение для относительной величины ликвидационной стоимости объекта оценки:

$$\Gamma = \frac{1 - i \cdot \frac{t_R}{12} \cdot (1 - \frac{t_L}{t_R})}{1 + i \cdot \frac{t_R}{12} \cdot (1 - \frac{t_L}{t_R})}$$

Оказалось, что при фиксированной величине t_R рыночного срока экспозиции влияние нормы $i_{н.и.}$ прибыли инвестора на ликвидационную стоимость объекта практически не ощущается. Так, для середины рыночного срока экспозиции — 4-й месяц времени «ликвидационной» экспозиции — при 17% нормы прибыли инвестора величина ликвидационной стоимости получает-

ся равной 0,86 от рыночной, а при 37% — 0,80 от рыночной

стоимости. При этом зависимость $\frac{C}{C_R}$ от времени «ликвидационной» экспозиции, вычисленная по приведенной формуле, практически линейная, в то время как график зависимости от относительной величины ликвидационной стоимости для модели с неэластичным спросом оказывается явно нелинейным.

Графики зависимости величины ликвидационной стоимости как доли рыночной от времени экспозиции для модели с неэластичным спросом и модели с «перекупщиками» представлены на рис. 4.3.

Эти графики построены при следующих исходных данных: $t_R = 8 \text{ мес.}$, $i = 27\%$, $i_{н.м} = 27\%$, $k_r = 7\%$. Хорошо заметно, что скидка с рыночной стоимости на рассматриваемые объекты, рассчитанная по модели с «перекупщиками», меньше, чем для модели с неэластичным спросом. И, кроме того, разница в относительном размере скидки уменьшается по мере приближения ликвидационного срока экспозиции к рыночному.

Тем не менее эта разница значительна: в первый месяц ликвидационного периода она может составлять до 35—40% от рыночной стоимости объекта и уменьшаться до 20% к концу рыночного срока экспозиции. Наконец, из рис. 4.3 следует, что при совпадении ликвидационного срока с рыночным ($t_L = t_R$) модель

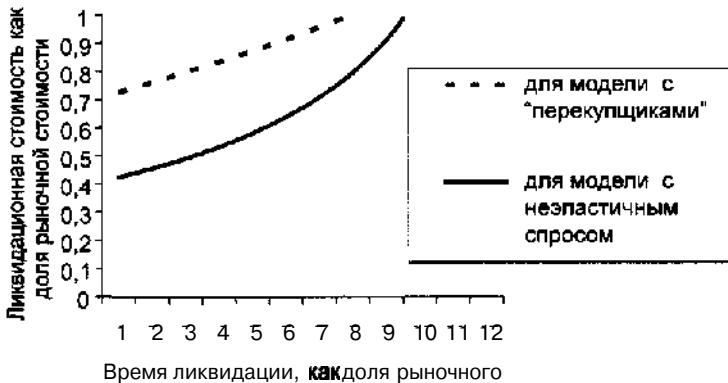


Рис. 4.3. Графики зависимости величины ликвидационной стоимости как доли рыночной от времени экспозиции для модели с неэластичным спросом и модели с «перекупщиками»

с «перекупщиком» показывает, что $C_1 - C_R$, а вот модель с неэластичным спросом все равно выдает некоторую скидку из-за того, что приходится учитывать факт «замораживания» вложенных в покупку объекта денег на время t_R (дисконтирование со ставкой i) и **торговую** наценку k_m . Главное, что проясняют результаты моделирования по обеим моделям, это то, что фактор продолжительности времени рыночной экспозиции оказывает весьма сильное влияние на значение ликвидационной стоимости объекта.

4.4. МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОГО РИСКА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ «СОЦИАЛЬНОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ»

При организации риск-менеджмента главная роль принадлежит финансовому менеджеру, его психологическим качествам. Он лично отвечает за все последствия рискованного вложения капитала. Поэтому и решение должно приниматься таким менеджером единолично. Здесь неуместно и даже недопустимо коллективное (групповое) принятие решения, за которое никто конкретно не будет нести ответственности. А ведь большинство, например, финансовых учреждений — это групповое мышление, групповое действие, групповые интересы.

Возьмем, к примеру, банковское дело. Всех сотрудников современных российских банков можно разделить на несколько групп. Одна группа — это квалифицированные работники среднего и старшего возраста. Из них особенно продуктивны 45—55-летние сотрудники со стажем работы в банковской сфере от 10 до 25 лет. Они в совершенстве знают тонкости бухгалтерии и нюансы взаимоотношений в банковской сфере. Большинство из них — женщины. Они обладают высокой ответственностью, стремятся работать предельно точно и без ошибок, часто берут работу домой или допоздна работают на своем служебном месте. Однако подобные им сотрудники с трудом воспринимают изменения в условиях и содержании работы. Главная проблема для них — это постоянная необходимость обновления профессионального опыта, накопленного преимущественно в советский период. Они испытывают трудности в усвоении «рыночных» знаний и преодолении устаревших способов работы. Психологическое напряжение работников этой категории усиливается еще

из-за стремления сохранить имеющийся должностной статус. В этих случаях возникают карьерные «битвы», которые могут продолжаться многие месяцы.

Другая группа банковских служащих — это люди в возрасте 35—50 лет, пришедшие в банки из различных сфер деятельности. Практически все они имеют высшее образование, некоторые — ученые степени, а ранее имели в своей профессиональной сфере определенный статус и известность (публикации, признание, имя), занимали руководящие посты. Подобные специалисты из других профессиональных областей предприимчивы и отличаются наличием у них высокого интеллектуального уровня и богатого опыта профессиональных взаимодействий. Они не связаны устаревшими знаниями, открыты для профессионального развития и способны осуществить позитивные инновации в банковской сфере.

«Старые» банковские работники из первой группы не желают отдавать высокие должностные места этим пришедшим «новичкам». Средством давления на них часто становится то, что для «новичков» многие банки ставят условием для выдвижения обязательное получение второго экономического образования. Поэтому «новички» вынуждены самоутверждаться на новом месте работы.

Есть еще и третья группа банковских служащих. Она состоит из молодых людей 20—30 лет, занимающих в банках различные должности, начиная от операциониста и кончая управляющим. Они или закончили среднюю общеобразовательную школу, или специализированные банковские курсы, или имеют экономическое образование, полученное в последние годы в России. Бывает, что у молодого сотрудника банка отсутствует специальное образование, но он является держателем пакета акций и входит в состав управляющих. Работники этой категории уверенно чувствуют себя в новых экономических условиях. Однако они работают в условиях острого дефицита или полного отсутствия профессиональной преемственности.

Не всегда существуют принятые всеми морально-этические ценности, регламентирующие взаимодействия среди такой группы. В результате среди членов молодой группы банковских работников все идет крайне спонтанно. Выживают далеко не самые умные и честные. Часто побеждают напористые и агрессив-

ные молодые люди, не отягощенные морально-этическими ограничениями, склонные к силовым методам, авантюрам.

И еще есть моменты в управлении экономическим или финансовым предприятием, когда, например, его уставом положено проводить коллективные мероприятия по выработке каких-то решений. Наиболее ярко это проявляется в работе совета директоров при выработке корпоративной финансовой политики, в периодических собраниях акционеров, в работе различных общественных организаций (например, Общества потребителей), частных фондов и т.п. Это, конечно, не исключает после коллективного обсуждения личного принятия решения специалистом. Но в ходе обсуждения требуется выполнять определенные правила и нормы, которые известны как «демократические» принципы, или принципы «социальной справедливости».

Таким образом, коллективизм и демократичность при принятии решения — это и хорошо и плохо. Это хорошо, по-видимому, потому, что каждому участнику выработки решения дается право высказывать свое мнение, а само решение резюмирует все мнения с учетом голосов, их поддерживающих. Плохо же по разным причинам. Прежде всего, групповое решение всегда более затянато, а в критических ситуациях нерешительность и волокита может привести к катастрофе. Представьте себе крупное государство, например, подстать России. Вспомним один из трагичных эпизодов конца XX в. Над Воронежской областью пронесся смерч. Десятки тысяч людей остались без крова.

Только экстренные меры, предпринятые на местах, и решительные действия МЧС позволили не допустить катастрофы. А теперь представим себе, что получилось бы, прибегни лица, принимающие решения, к «демократической» процедуре выработки решения на устранение последствий. Так вот, пока то да се, пока сомневались бы да спорили, положение все больше ухудшалось бы. И наступил бы такой момент, когда никакие меры уже не смогли бы помочь. Вот тогда-то и произошла бы настоящая катастрофа — могли бы погибнуть десятки и сотни людей.

Другая, не менее неприятная особенность группового решения — это феномен повышенного риска решений. При этом, как известно (см., например, [53, 55, 67], если речь идет о простых и хорошо известных вещах, то сам факт присутствия других людей делает ответы человека более уверенными, а при ответах на сложные вопросы присутствие наблюдателей снижает субъек-

тивную уверенность в правильности выбора. Существуют тенденции ухудшения показателей работы в группах из-за того, что человек не так ясно видит связь между своими усилиями и результатом, который является следствием совместных решений; человек перестает нести личную ответственность за принятие своего решения, он как бы прячется за спины других («распределение ответственности»). Наблюдается также снижение степени реалистичности в оценках альтернатив из-за «стремления к единомыслию». И еще в группах люди предпочитают выбирать в качестве эталонов оценивания в ситуации выбора тех, кто не сильно отличается от них самих. В результате они не всегда стремятся к наиболее эффективным и обоснованным решениям, их устраивают те решения, в которых они видят установленную для себя планку. При этом ориентировка на тех, кто отличается, не имеет для них особого значения. Наконец, в группе часто появляются энтузиасты, защищающие группу от дополнительной информации, которая могла бы поколебать уверенность в намечаемом решении. Более того, у членов группы появляется самоцензура [55]: они как бы не допускают приемлемости другой альтернативы, если она противоречит общегрупповым обоснованиям.

Все это приводит к тому, что, конечно же, при выработке вариантов решения возможна ошибка, характерная именно в условиях демократии. Ведь к решению порой весьма сложных вопросов зачастую привлекаются неспециалисты. Люди некомпетентные, как правило, стремятся проскочить непонятный и скучный для них период ознакомления с проблемой, углубленный анализ и как можно быстрее перейти к проявлению своей «демократической» позиции — к голосованию. И что получается? Получается, что даже при выборе одного из предложенных вариантов самое трудное — согласовать интересы коллектива и его членов. Как с этим бороться?

Есть способы. Например, в англо-американском судопроизводстве [55] у судьи есть возможность не согласиться с вердиктом присяжных, отвергнуть его на основании простого и неоспоримого критерия: к такому решению не пришло бы ни одно жюри, если бы оно руководствовалось разумом. Другими словами, проблема в наличии очевидного рассогласования принятого решения и материалов дела. Это могут быть в том числе и не содержательные, а иные регуляторы — сговор, эмоции, и они, воз-

можно, оказались превалирующими, полагают в таких случаях судьи.

Впервые требования для формирования «справедливых» правил сформулировал Эрроу. Они состояли в следующем.

1. Решение не должно выноситься по привычке или по традиции, то есть не должно быть постоянного решения, независимого от предпочтений членов группы.

2. Решение не должно быть диктаторским, то есть групповое предпочтение не должно быть идентичным с предпочтением какого-то одного члена группы, который поступает так или иначе, совершенно не обращая внимания на предпочтения других.

3. Между групповым предпочтением и предпочтением индивидуальным должна быть положительная связь. Это означает следующее. Пусть, например, мы рассматриваем какие-то две различные комбинации индивидуальных упорядочений каких-то альтернатив. И пусть при этом какая-то определенная альтернатива классифицирована в обеих комбинациях, по крайней мере, как «отличная». В таком случае эта альтернатива должна быть классифицирована как «отличная» также и в групповом упорядочении.

4. Предпочтение в групповом выборе должно быть независимым от добавления или вычеркивания других альтернатив.

5. Дополнительно Эрроу ввел требования о том, чтобы отношение предпочтения между любыми двумя суждениями было бы транзитивным как в индивидуальном, так и в групповом упорядочении, и что число сравниваемых альтернатив должно быть не менее трех (так как начиная с трех альтернатив, возможно проявление нетранзитивности суждений).

Итак, рассмотрим подходы к поиску решений в группе, состоящей из нескольких лиц. Эта группа может включать или субъектов, не общающихся друг с другом, или лиц, которые могут вступать в переговоры и образовывать коалиции. Если каждый из субъектов действует независимо от остальных, не ведет никаких переговоров и, следовательно, не может вступать ни в какие коалиции, то анализ поведения такой группы с точки зрения ТПР ничем не отличается от анализа парных игр. Другими словами, всю группу мы как бы делим на две части — «Я» и «Не я», а затем анализируем «Наше» поведение в контексте «против всех». Такой случай здесь не представляет особого интереса, поскольку мы уже рассмотрели эти подходы.

Совершенно другое дело, как мы отмечали в предыдущем параграфе, если участники могут обмениваться информацией, дискутировать, вступать в переговоры и образовывать коалиции. Здесь мы можем подойти к анализу конфликта среди N суверенных лиц концептуально шире. Но для этого придется применить математические процедуры так, чтобы они по своим результатам хорошо согласовались с результатами применения известных «демократических процедур» для принятия решений. Потребуется только по возможности точно воспроизвести особенности тех правил «социальной справедливости», которые отражают права и полномочия отдельных лиц в группе. Например, в одном случае каждому из участников может быть разрешено лишь выдвигать предложения о значениях дележа в игре, а также обмениваться информацией и убеждать других участников примкнуть к его мнению. В другом случае каждый участник может обладать реальными возможностями повлиять на окончательное решение, просто сказав, что будет поступать, как ему угодно, а иногда — такой возможности у них нет. Иногда у кого-то из участников может быть «суверенное право» настаивать на обязательном учете в решении конкретно его предложений. Могут быть и другие права и полномочия.

Рассмотрим основные положения для формирования математической модели группового выбора. Пусть N суверенных участников группы работают вместе, но имеют собственные предпочтения. Эта группа, в общем случае, должна принять решение об упорядочении по предпочтению представленных ей элементов d из множества D . В результате индивидуальной работы могут родиться в общем случае N наборов индивидуальных предпочтений (в общем случае — нестрогих, задаваемых высказыванием «не менее предпочтительно»). Обозначим через s номер каждого участника группы, через $\succsim_s$ его индивидуальное нестрогое предпочтение на множестве D объектов предъявления. Требуется так согласовать индивидуальные предпочтения $\succsim_s$ в групповом мнении $\succsim$, чтобы все оговоренные нами условия были соблюдены и чтобы его согласились принять все члены рабочей группы.

Эвристически были сформированы несколько правил, которые, как казалось, вполне соответствуют требованиям «справедливости». Рассмотрим наиболее часто применяемые из них к

сформулированной нами постановке задачи упорядочения множества D элементов.

Правило простого большинства. Группа будет считать объект d_i не менее предпочтительным объекта d_j , если так считают (то есть это отражено в индивидуальных предпочтениях $\{ \succsim \}$ индивидов) не менее половины из iV участников группы. Формально это можно записать следующим образом:

$$d_i \succsim d_j \Leftrightarrow n(d_i \succsim d_j) \geq 0,5N,$$

где $n(d_i \succsim d_j)$ — число членов группы, считающих, что объект d_i не менее предпочтителен, чем объект d_j .

Правило квалифицированного большинства. Группа будет считать объект d_i не менее предпочтительным объекта d_j , если так считают не менее p -ой части ($p > 0,5$) из N участников группы. Формально это можно записать следующим образом:

Тотально-мажоритарное правило. Группа будет считать объект d_i не менее предпочтительным объекта d_j , если так считают все, кроме, быть может, одного из N участников группы. Формально это можно записать следующим образом:

$$d_i \succsim d_j \Leftrightarrow n(d_i \succsim d_j) \geq N - 1.$$

Правило суммарного (среднего) ранга. Групповое упорядочение $\succsim$ следует строить на основе превращения каждого индивидуального упорядочения $\succsim$ элементов d_i в последовательность их рангов $\langle r(d_i) \rangle$, (номеров мест в упорядочении по убыванию предпочтений), суммирования рангов $r(d_i)$, по каждому из объектов, то есть вычисления величин $R(d_i) = \sum r(d_i)$, и расположения элементов d_i по возрастанию величин $R(d_i)$.

Медианное правило. Групповым упорядочением $\succsim$ следует считать такое, которое «удалено» от индивидуальных упорядочений $\{ \check{\succsim} \}$ на одинаковое расстояние.

На основе рассмотренных «правил голосования» **можно** теперь строить их различные модификации или компоновать их

друг с другом. Однако, как оказалось, все такие правила не безупречны. Более того, при сформулированных Эрроу условиях «социальной справедливости» может быть получен только отрицательный результат в смысле получения универсального прави-

ла формирования группового мнения $\succsim$ из набора $\langle \succsim \rangle$ индивидуальных мнений. При этом правила группового выбора типа мажоритарных (правило простого большинства, правило квалифицированного большинства, **тотально-мажоритарное** правило) нередко приводят к потере транзитивности, а следовательно, являются стратегически сильно манипулируемыми.

Вот простой иллюстративный пример. Пусть $N = 3$. Эта группа должна отобрать одного из трех претендентов на занятие вакантной должности. Каждому из участников группы было предложено строго упорядочить претендентов по убыванию предпочтения. Индивидуальные предпочтения получились следующими:

$$\begin{matrix} 1 & & 2 & & 3 \\ \succsim: & \langle d_1, d_2, d_3 \rangle, & \succsim: & \langle d_2, d_3, d_1 \rangle, & \succsim: & \langle d_3, d_1, d_2 \rangle. \end{matrix}$$

Это означает, что, например, первый из членов группы ($s = 1$) считает, что предпочтительнее всего назначить на вакантную должность первого d_1 из претендентов (а наименее предпочтительным он считает третьего d_3 претендента). Мнение второго, из принимающих решение, означает, что наилучшим является второй претендент, а первый — наихудший. Третий участник группы, вырабатывающей решение, полагает, что только третий кандидат должен занять вакантную должность, а второго не следует принимать в расчет — в крайнем случае, первый может еще претендовать. Но при таких индивидуальных мнениях легко убедиться, что каждый из претендентов по правилу простого большинства лучше, чем остальные, так как за него голосуют «два из трех». В результате происходит потеря транзитивности итогового предпочтения, и принять решение невозможно. Некоторые могут сказать, что процедуру «можно улучшить», например, так, как это делают на выборах президента и губернаторов в нашей стране или парламентах других стран, а именно — применяют двухэтапную процедуру голосования.

В нашем примере такую процедуру можно было бы представить себе так: в первом туре голосования сравнивают только два

элемента, а затем худший из их отбрасывают. Во втором туре оставшийся лучший объект сравнивают с тем, который еще не участвовал в первом туре. Что получится? А вот что. Например, если в первом туре выставлены на конкурс претенденты d_1 и d_2 , то при тех же индивидуальных предпочтениях выиграет первый претендент (то, что он лучше второго считают первый и третий члены группы). А во втором туре, когда первый претендент будет сравниваться с третьим претендентом d_3 , выиграет по голосам претендент d_3 , так как второй и третий из голосующих считают, что третий претендент лучше первого.

Вроде бы все хорошо, нетранзитивность исчезла, и можно выбрать действительно наилучшего из претендентов, так как все члены группы выражали свое решение вполне суверенно... Но, не тут-то было! Оказывается, если первый тур проводить по-иному, сравнивая, например, второго претендента с третьим, то победит во втором туре первый кандидат на вакантную должность. А если в первом туре производить выбор между первым и третьим претендентами, то в итоге победит второй. Так кто же определяет выбор наилучшего претендента? — Только не члены группы! Все определяет кто-то другой, а именно — тот, кто назначает пары для сравнения в первом туре! Именно он манипулирует мнением суверенных выборщиков и, по сути, принимает решение.

Есть и другие, не менее известные, приемы манипулирования групповым мнением при использовании разнообразных мажоритарных правил. Вот еще один пример «демократичной» процедуры отбора кандидата на вакантную должность. Руководство компании предложило каждому из трех членов группы принятия решений включить в список кандидатов не более двух наиболее перспективных по их мнению лиц. После этого каждый из участников группы должен был упорядочить весь список по убыванию предпочтительности кандидатов. Для построения группового упорядочения было также решено использовать правило суммарного ранга. Предположим, список мог быть составлен из следующих предложений с уверенных участников группы:

- предложение первого члена группы — d_1 ;
- предложение второго члена группы — d_4, d_5 ;
- > предложение третьего члена группы — d_2, d_3 .

Таким образом, участники группы включили в список кандидатов на занятие вакантной должности в компании пять кандидатур.

Пусть наиболее искушенным в процедурах голосования является третий член группы голосования. Предположим, что ему более всего импонирует кандидатура d_3 . Однако из кулуарных бесед третий участник группы голосования точно знает, что первые двое его «соратников» по группе выработки решения так не считают. При включении в список всех пяти кандидатур результаты голосования первых двух участников наверняка выглядели бы так:

$$\succsim^1: \langle d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 \rangle, \quad \succsim^2: \langle d_1, d_3, d_3, d_4, d_5 \rangle.$$

Другими словами, первые двое членов группы предпочли бы, в крайнем случае, увидеть на вакантной должности кандидата d_1 и они будут стремиться, чтобы именно кандидат d_1 набрал наиболее предпочтительную сумму рангов. При такой расстановке сил третий участник группы никак, вроде бы, не может повлиять на результаты голосования. Ан, нет! Прогнозируя неблагоприятный для себя исход голосования, третий участник группы решает вообще не включать кандидата d_2 в список для голосования. В результате в список оказались включены только кандидаты d_1, d_3, d_4 и d_5 .

Если теперь первые два участника группы голосования сохраняют свои предпочтения, то получатся ранжировки вида:

$$\succsim^1: \langle d_1, d_3, d_4, d_5 \rangle, \quad \succsim^2: \langle d_1, d_3, d_4, d_5 \rangle.$$

А при такой расстановке сил третьему достаточно выразить свое предпочтение на кандидатах из списка следующим образом:

$\succsim^3: \langle d_3, d_4, d_5, d_1 \rangle$, чтобы третий кандидат тут же набрал наиболее предпочтительную сумму рангов.

Для того чтобы в этом убедиться, достаточно просуммировать ранги кандидатов, присвоенные им в результате приписывания номеров в соответствии с занимаемыми ими местами в упорядоченных по предпочтительности последовательностях. Эти ранги представлены в табл. 4.10.

Ранги кандидатов в индивидуальных предпочтениях участников группы

Номера участников группы голосования	Кандидаты на занятие вакантной должности, включенные в список для голосования			
		d_3	d_4	d_s
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	4	1	2	3
Суммы рангов	6	5	8	11

Поскольку, как это следует из табл. 4.10, наименьшую сумму рангов имеет кандидат d_3 , именно он в соответствии с утвержденными правилами голосования и будет признан наиболее предпочтительным для занятия вакантной должности в компании. Таким образом, все вроде бы «по справедливости», все индивидуальные мнения в точности учтены, а результат — явно не тот, которого ожидали первые два участника группы выработки решения. Таким образом, правила оценки предпочтительности, основанные на вычислениях рейтинга (суммарного среднего ранга), в общем случае не являются независимыми от добавления других, или вычеркивания некоторых из имеющихся альтернатив.

Медианные правила существенно снижают зависимость группового решения от индивидуальных предпочтений, нивелируют их. И еще одно. Поскольку для упорядочения процесса своей работы группа чаще всего избирает председателя, у того появляется важная стратегическая прерогатива — подбор альтернатив и выставление их, например, для голосования. Это может оказать существенное влияние на групповое решение, из-за чего, по сути, правило группового выбора перестает удовлетворять естественному требованию отсутствия диктатора в группе.

Эрроу доказал, что «социально справедливого» правила согласования индивидуальных мнений, которое удовлетворяло бы всем перечисленным требованиям и ограничениям, не существует. Кроме того, им было установлено, что любое правило, ведущее к единственному исходу, является манипулируемым и на основе такого (ведущим к единственному исходу) правила голосования можно получить любой нужный манипулирующему результат. Поэтому те, кому не нравится чисто отрицательный результат исследований Эрроу, имеют возможность опустить некоторые ограничения, а затем, возможно, приблизиться к положительному результату.

Проблемы анализа и снижения предпринимательских рисков неустановленной природы («природных»)

5.1. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ «ПРИРОДНО-НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ» РИСКОВАННЫХ СИТУАЦИЙ

Когда размышляющий человек спрашивает себя, какова природа всех наших заключений относительно событий и фактов, в то время, когда нет твердых знаний о закономерностях их происхождения, то самым частым ответом является, по-видимому, следующий: все они основаны на представлении о причине и следствии. Человек может не знать космогонии и законов астрономии, но он хорошо усвоил, что после зимы приходит весна, а вслед за летом — осень. В итоге мыслящий человек приходит к неизбежному выводу, что в основе всех наших рассуждений и заключений насчет причинно-следственных отношений лежит опыт. От сходных по внешнему проявлению причин, мы ожидаем сходных же следствий. В этом суть всех наших заключений, сделанных из опыта. Например, формальных законов и даже закономерностей рынка ценных бумаг пока не существует. Но точно установлено, что этот рынок живет слухами, страхами и ожиданиями. Стоило весной 2004 г. в России возбудить несколько уголовных дел против владельцев крупных компаний (так называемых «олигархов»), а одного из них арестовать, и рынок за-

колебался; стоило приостановить лицензию у одного из крупных банков — сотни вкладчиков этого и других коммерческих банков начали осаждать их офисы; стоило появиться слухам о том, что существуют некие списки коммерческих банков, у которых будет отозвана лицензия на работу с частными вкладами, и даже крупные банкиры заговорили о возможности банковского кризиса в России. Все это — лишь ближайшие подтверждения того, что в основе поступков людей при недостатке знаний о природе вещей лежат представления о причине и следствии, а также их приложения к конкретной области практических действий — **опыт**.

Всякий человек, занимающийся предпринимательством, обязательно составляет себе на основании наблюдений много общих и частных проверенных правил относительно практической жизни. Правда, как мы уже не раз отмечали, когда человек начинает применять эти правила на практике, он как бы забывает об опыте. Он оказывается подвержен необъяснимым, с точки зрения здравого смысла, ошибкам. Почему это так, мы тоже не знаем, но — это так. И со временем дальнейший опыт заставляет человека вносить все новые и новые поправки в уже полученный опыт. Все это происходит потому, что во всяком положении, во всяком событии существует много мелких частных, которые самый прозорливый человек способен с первого взгляда не увидеть, хотя от них может полностью зависеть правильность его умозаключений, а следовательно, и разумность его поступков. И так — на протяжении всей жизни.

И это все касается только отдельного человека. А опыт развития общества? Социальные процессы всегда специфичны. Они не тождественны ни отдельным человеческим действиям, ни экономическим закономерностям. И, следовательно, угрозы, исходящие из недр общества, должны анализироваться отдельно. Здесь важно понять, что есть две группы явлений, которые человеку приходится наблюдать в течение своей жизни. Одни явления ускоряют процессы в обществе, другие — тормозят. В итоге периоды процветания сменяются застоем, а иногда — регрессом и существенным ухудшением жизни. Почему так происходит? Что ускоряет, а что — сдерживает перемены в обществе? Посмотрим на рис. 5.1. На нем представлена схема формирования результатов исторического развития. Одни процессы идут бурно, заметно, ярко.

Риск-менеджмент

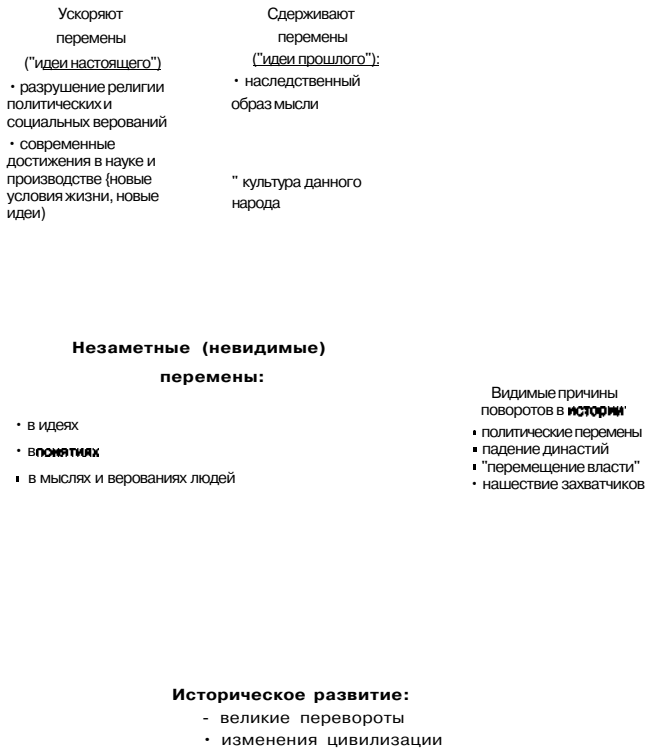


Рис. 5,1. Схема формирования результатов исторического развития

Они привлекают всеобщее внимание. Это политические перемены, становления и падения династий, «перемещения власти», нашествия захватчиков. Но некоторые перемены происходят незаметно. Это — процессы трансформации идей. Одни из идей — «идеи настоящего» — ускоряют перемены. К числу таких, ускоряющих перемены в обществе, событий следует отнести изменения во всевозможных верованиях (религиозных, политических, социальных), в научных взглядах, а также изменения в условиях жизни людей.

Другие идеи — «идеи прошлого» — сдерживают перемены, как прогрессивные, так и реакционные. Это всевозможные традиции предшествующих поколений, наследственный образ мыс-

ли, культура народа. Оба этих невидимых процесса по-разному влияют на изменения в идеях, в понятиях, в мыслях и верованиях людей. Эти перемены постепенно подтачивают основы старого, готовят почву для нового — хорошего ли, плохого ли — это не всегда очевидно. Подчас исход медленных перемен становится понятным тогда, когда ничего уже исправить нельзя. Но общие выводы можно сделать по анализу исторической ретроспективы. Оказывается, текущий временной период будет анархическим и хаотическим, если в это время сдерживающие идеи наполовину разрушены, а идеи, ускоряющие перемены в историческом развитии, еще находятся в стадии формирования.

Именно так незаметные перемены и видимые причины поворотов в истории приводят к великим переворотам и изменениям цивилизации. Но вот почему это происходит именно так, каков конкретно «механизм изменений» — это нам не известно. Но то, что это происходит именно так — несомненно. И этого закономерного процесса никому не изменить. Поэтому особенности этого процесса и нужно знать, чтобы хотя бы с ним просто считаться, планируя собственную жизнь и деятельность.

История свидетельствует о том, что со временем существенно изменяются и расстановка общественных сил, и степени влияния сил общества на направленность его развития, и даже то, что мы именуем «общественным мнением». Каковы здесь закономерности? На количественном уровне они пока еще не вскрыты. Да и надо ли это делать? А вот понять характер качественных взаимосвязей между основными факторами исторического развития общества, пожалуй, будет нелишним. Это многое проясняет в прошлом и позволяет по-новому взглянуть на настоящее. Ведь к прошлому надо относиться как к предупреждению.

Вот, например, как можно представить себе характер изменений в расстановке сил в обществе на разных исторических фазах его развития. На рис. 5.2 представлены качественные графики, отражающие тенденции в изменении степеней влияния основных сил общества на различных фазах его развития. В древние времена, в эпоху варварства, главное влияние на развитие общества оказывали его нравственные силы (религиозные, культурные). Их активно поддерживала интеллектуальная аристократия. Наука и производство находились в зачаточном состоянии и не играли особой роли.

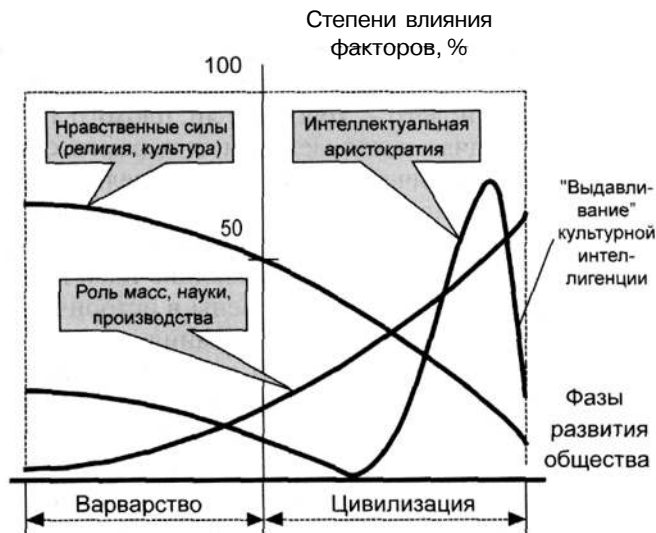


Рис. 5.2. Качественные графики, отражающие тенденции в изменении степеней влияния основных сил общества на различных фазах его развития

Переход к цивилизации был обусловлен необходимым развитием науки (главным образом — философии и математики) и ростом производства. Постепенно рост производства ускорялся. Усиливалась роль масс. Поскольку масса не столь образованна и культурна, как лучшие представители общества, постепенно приходили в упадок культура и античная религия. Интеллектуальная аристократия постепенно теряла власть. В почете все больше оказывалась грубая сила. Только начало эпохи Возрождения в Европе остановило этот лавинообразный процесс нарастания мракобесия и уничтожения культуры. Постепенно нарождается новая интеллектуальная элита, растет ее влияние в обществе. Одновременно ускоряется научный прогресс и относительно снижается влияние религии на общество. В Англии, Нидерландах, Швейцарии, а позже — во Франции нарождаются первые цивилизованные демократии, зачастую при сохранении монархии. Бурный рост промышленного производства в XVIII—XX вв., переделы колоний и мировые войны вывели на передний план истории огромные массы людей. У многих простых по происхождению людей появились большие деньги. Деньги позволяли

желать всего и сразу. Старинный титул или ученое звание стали мало что значить. И вот нувориши захотели всего и сразу. Прекрасные театры и концертные залы, рестораны и гостиницы, до того свободные и просторные, так как были доступны только для элиты, вдруг стали тесными. Теперь уже не стало ничего особенного в том, что в театре рядом могли сидеть аристократ и фабрикант, а в ресторане — художник и продавец магазина. Общество вдруг почувствовало, что «всех нас стало слишком много». Рост агрессивной массовой посредственности в умах и потребностях привел к выщавливанию интеллектуальной элиты — роль интеллектуальной аристократии вновь стала резко падать. Религия отступила на третий план. «Классовое» сознание заменило «массовое» сознание, «классовая» культура стала «массовой».

И вообще, различие в классах стирается, на передний план выходит новый феномен — масса. Но чтобы понять проявляющиеся тенденции в жизни общества, нам, конечно, недостаточно того весьма масштабного по времени взгляда на историю, который мы только что использовали. Нужно взглянуть на интересующие нас процессы под более значительным «увеличением». Пусть даже этот взгляд по-прежнему будет качественным (в том смысле, что — не количественным). Анализируя саму идею внедрения математики в социологические науки, Г. Саймон выдвинул для этого направления деятельности несколько важных положений. Прежде всего, как он полагал, исходным пунктом такого процесса является задача перевода на язык математики некоторых понятий и положений, фундаментальных в современной социально-психологической теории. По его мнению, в социальных науках мы имеем не одну, а несколько теорий, поэтому реальный подход состоит в том, чтобы создать не одну математическую модель, а несколько. Г. Саймон считал, что в математических моделях, объединяющих рациональные и иррациональные аспекты поведения больших и малых групп людей, иррациональные аспекты могут быть введены в математические модели в качестве условий, ограничивающих область рациональной деятельности.

Итак, при выработке решений ЛПР и исполнители часто сталкиваются с проблемой трансформации понятий и категорий вербальных теорий, например социологических, психологических и им подобных, на математический язык. По-прежнему это

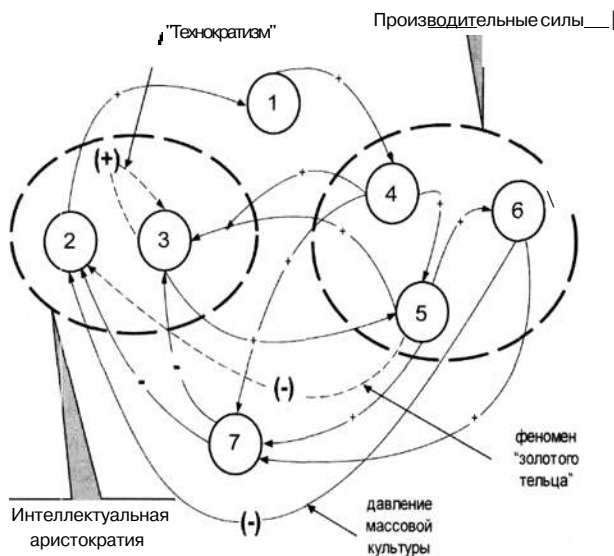
происходит без достаточной ясности. Немногие области, где были предприняты подобные шаги, позволяют понять, что вообще можно сделать в этом направлении. Весьма важная из этих областей для жизни человека — экономика. Здесь была создана математическая модель теории полезности, которая ликвидировала множество неясностей в понятии «рационального поведения». Одновременно вскрылись новые методологические проблемы — влияние субъективного мнения ЛПР — в определении и измерении «полезности». Таким образом, все указанные успехи, возможно, и могли быть сделаны без усилий математики, но, как отмечал Г. Саймон, они все же не были сделаны без нее.

Проще всего, для того чтобы лучше, подробнее выявить качественные взаимосвязи между основными движущими силами общества, как мы знаем, стоит прибегнуть к использованию когнитивной модели. Методы когнитивного моделирования уже давно нашли применение в целях концептуального предсказания тенденций развития экономики, науки, культуры, межгосударственных и межэтнических отношений, в общем — для раскрытия «природной» неопределенности в самых разных ее ипостасях.

На рис. 5.3 представлена когнитивная диаграмма взаимодействия основных факторов развития общества. На этом рисунке выделены три главные группы факторов:

- «Интеллектуальная аристократия», объединяющая нравственные силы общества, религиозную и культурную элиту, техническую интеллигенцию (группа «А» факторов);
- «Производительные силы», включающая науку, производство, бизнес (группа «Б» факторов);
- «Роль масс», объединяющая такие факторы, как сами массы людей и их самосознание (группа «В»).

Взаимодействие факторов в когнитивной диаграмме отображается стрелками, которым в качестве нагрузки приписаны знаки плюс и минус. Знак плюс означает, что изменение фактора, от которого идет стрелка к какому-то другому, отражается на этом другом факторе изменением его в том же направлении, что и изменение исходного фактора («причины»). Например, возрастание роли производства и бизнеса (фактор 5) стимулирует повышение роли массы людей (фактор 6), а рост этого фактора, в свою очередь, приводит к росту самосознания масс (фактор 7) в жизни общества. Но с ростом факторов 5, 6 и 7 одновременно



А; Интеллектуальная аристократия: 1 - нравственные силы (религия, культура); 2 - религиозная и культурная элита; 3 — техническая интеллигенция;

Б) Производительные силы: 4 - наука; 5 - производство, бизнес;

В) Роль масс: 6 - массы людей; 7 - самосознание масс

Рис. 5.3. Когнитивная диаграмма взаимодействия основных факторов развития общества

растет нигилизм в обществе, что сказывается отрицательно на религиозной и культурной элите общества (стрелки с отрицательными знаками). Феномен «золотого тельца», массовая культура и массовое самосознание оказывают своим ростом подавляющее влияние на культурную элиту и техническую интеллигенцию. В частности, растет влияние эффекта «технократизма» и кастовости культурной и технической интеллигенции, которые замыкаются в себе. Итак, процесс выявления и познания причинно-следственных связей в явлениях реальной действительности — это важнейший руководитель человеческой жизни. Только этот принцип делает опыт полезным для нас и побуждает нас ожидать в будущем хода событий, подобного тому, который мы воспринимали в прошлом.

Посмотрев, что происходит, когда, на первый взгляд, совершенно разные люди собираются вместе, например, на стадионе, на открытой концертной площадке, в торговом зале биржи, можно отметить, что в этот момент формируется особый социальный феномен, известный издавна под ярким и емким понятием «толпа».

До недавних пор, еще лет пятьдесят назад, этому явлению не уделяли особого внимания. Но затем оно стало проявлять себя подобно стихийному бедствию. Особенно при проведении азартных спортивных зрелищ (футбол, бокс и т.п.), при организации крупных коммерческих проектов в сфере шоу-бизнеса, народных гуляний в крупных городах и т.п. Возникла острая потребность в специальном учете антропогенного риска, проистекающего от больших масс людей. Начали, естественно, с изучения видимых характеристик толпы. В результате были выявлены устрашающие закономерности [67].

Во-первых, оказалось, что толпа абсолютно анонимна и не несет на себе ответственности.

Индивид в толпе, благодаря только ее численности, приобретает чувство и сознание непреодолимой силы, и это сознание позволяет ему поддаваться таким инстинктам, которым он никогда бы не дал волю, если бы был один.

Во-вторых, толпа обладает гипнотической силой. И всякое чувство или действие в ней «заразительно». Поэтому индивид очень легко приносит свои личные чувства в жертву коллективному чувству. Но поскольку это противоречит человеческой природе, человек способен на такое поведение исключительно только в толпе. Наблюдается эффект исчезновения сознательной личности и преобладания личности бессознательной. В итоге, человек в толпе все ниже и ниже спускается по лестнице цивилизации.

Все это, как оказалось, следствие некоторых особенных свойств толпы. В частности, толпе свойственно ассоциативное, а не аналитическое мышление. Другими словами, большие массы людей мало склонны к теоретическим рассуждениям, зато очень склонны к действию. Ничто не останавливает толпу, если она на что-то направила свое внимание, — в таком случае «право» масс имеет тираническую направленность и не допускает никаких обсуждений. Толпа всегда раздражительна, импульсивна, всегда стремится к немедленному действию. У толпы преувеличенная

чувствительность. Она не способна обдумывать, у нее полностью отсутствует рассуждение или критика. В итоге толпа в интеллектуальном отношении всегда стоит ниже изолированного индивида. А вот в отношении чувств или поступков, вызываемых этими чувствами, толпа может быть лучше или хуже отдельного индивида, смотря по обстоятельствам.

Родоначальник науки о толпах, Гюстав Ле Бон, отказывал толпе в разуме, считая, что единственной ее движущей силой являются чувства, иррациональное начало. Объединение людей в массу, по мнению Ле Бона, происходит на базе нижних этажей психики, ответственных за эмоции. Высокоинтеллектуальный человек, попавший в толпу, утрачивает все свои преимущества и оказывается в положении одной из множества однородных песчинок, увлекаемых единым потоком. В XX в. идеи Г. Ле Бона развил известный психолог Серж Московичи. Одно из его утверждений не дает оптимизма. Он полагал, что иррациональность в обществе имеет тенденцию к определенному росту. Другой исследователь толп, Канетти, так описывает бегущую толпу: «Все бегут вместе. Пока они вместе, опасность воспринимается как разделенная. Их так много, что ни один не думает, что жертва — это он. Масса устремляется прочь от опасности, и каждый в ней проникнут ощущением близости спасения».

Итак, мы обсудили вопрос о том, *какова природа всех наших заключений* о происходящем в мире, если мы не обладаем достаточно формальными знаниями для количественного выяснения закономерностей конкретного «механизма» рискованной ситуации. Теперь достаточно ясно, что в предпринимательской деятельности просто нужно опираться на накопленный опыт, а также на наиболее общие, фундаментальные законы развития общества и общественного сознания. Мы рассмотрели некоторые концептуальные модели, которые могут помочь предпринимателю правильно понять суть знаковых явлений в обществе и представлять свою роль и возможности в его жизни. Некоторые из них можно применять и для прогнозирования более частных закономерностей. Например, мы рассматривали концептуальную модель формирования ликвидационной стоимости для объектов, выставляемых на торги или аукционы. Прогнозирование с использованием когнитивных и других моделей позволяет в значительной степени понять суть, а значит более успешно осуществлять предвидение определенных явлений и событий, оцени-

вать на перспективу изменения финансовых взаимосвязей между предприятиями.

Например, совершенно ясно, что никто из финансистов не отказался бы узнать завтрашние цены. Инвестор достаточно часто вынужден принимать решения, когда исходные данные основаны на приблизительной информации. Естественно, что если бы у инвестора была более точная информация, он мог бы сделать лучше прогноз и снизить риск. С целью получения ответа на вопрос, предсказуемо ли движение цен, было проведено множество исследований. Объективно они дали неожиданный и парадоксальный результат: цены изменяются совершенно произвольно, даже случайно [56]. Но есть и другое мнение. Опытные финансисты утверждают, что цены изменяются в соответствии с некоторыми трендами. Согласно постулатам технического анализа ценных бумаг [89], отдельные фрагменты графиков годовых и сезонных цен повторяются. Поэтому по тенденциям наблюдаемого участка цен можно сделать достаточно уверенные предположения о том, какова будет закономерность их изменения в ближайшем будущем. На этом построена идея большинства известных «моделей сглаживания».

Рассмотрим модель так называемого экспоненциального сглаживания. Пусть $h(t)$ — объективно наблюдаемый процесс, имеющий произвольный характер. Например, цены на валюту, уровни спроса и предложения на тот или иной товар, объемы продаж и т.п. При этом предполагается, что все же этот процесс $h(t)$ базируется на некоей объективной тенденции $z(t)$. Предположим, что время от времени проводятся измерения $y(t)$ интересующего результата, а сами результаты фиксируются без ошибки, то есть результат измерения $y(i)$ в точности совпадает с истинным значением $h(t)$. Необходимо выявить скрытую тенденцию $z(t)$. Сразу возникает **вопрос**: если мы наблюдаем отдельные фиксированные значения процесса, а они — возможно случайные флуктуации от тенденции $z(t)$, то какому или каким значениям $y(t)$ верить больше, а каким меньше? Ведь если полностью верить предыстории, как состоявшемуся факту, то последнее измерение надо просто отбросить. Оно — «случайное», поживем — увидим, а пока — отбросим. Но тогда тенденцией будет только предыстория, а предсказать ничего будет нельзя. А если безоговорочно верить последнему факту, тогда —

предыстория не нужна вовсе. Как всегда, предпочли ограничиться «золотой серединой».

Простейшая модель сглаживания первого порядка предполагает использование только двух оценок: последнего измерения $y(t)$ и результата $z(t-1)$ прогноза на предыдущем шаге:

$$z(t) = \alpha y(t) + (1 - \alpha)z(t-1),$$

где α — постоянная сглаживания, принимающая значения из диапазона $[0; 1]$.

Очевидно, что если $\alpha = 0$, то вся предыстория отбрасывается и за прогнозное $z(t)$ значение будет принят результат $y(t)$ последнего измерения процесса. Если $\alpha = 1$, то, наоборот, игнорируется предыстория. Обычно выбирают значение постоянной сглаживания α , равным $0,5-0,8$.

В общем случае, если в прогнозе требуется учесть все предшествующие моменту t значения от 0 до $(t-1)$, в исходное выражение для результатов прогноза рекуррентно подставляют «самого себя». В результате получают следующее окончательное выражение:

$$Z(t) = \alpha \sum_{k=0}^{t-1} (1 - \alpha)^k y(t-k) + (1 - \alpha)^t y(0).$$

Вид этого последнего выражения и раскрывает суть названия «экспоненциальное» сглаживание: каждое отдельное измерение входит в окончательное выражение с весом, который экспоненциально убывает по мере удаления в ретроспективу.

Экспоненциальное сглаживание второго порядка вносит нелинейность в прогнозный результат, однако оно несколько резче реагирует на последнее изменение, что зачастую приводит к «перерегулированию». Чтобы как-то сгладить негативные последствия перерегулирования, коэффициент перед нелинейным членом назначают достаточно маленьким. Каким? Это каждый раз решают отдельно, экспериментально настраивая параметры модели на конкретный сложившийся «механизм» неопределенности. Самый незначительный из недостатков этого вида сглаживания — более сложное выражение для расчетной формулы экспоненциального сглаживания второго порядка. Формула сглаживания второго порядка имеет следующий вид:

$$Z(t) = \alpha_1 y^2(t) + \alpha y(t) + (1 - \alpha)z(t-1).$$

Сглаживание более высокого порядка, чем второй, применяется крайне редко из-за отмеченных особенностей влияния нелинейности и трудностей с определением значений параметров модели.

Покажем на простом примере, как влияют порядок экспоненциального сглаживания и величина постоянной сглаживания на характер соответствия прогноза реальным. Пусть объективно наблюдаемый процесс $h(t)$ — пилообразная функция. Допустим, что на отрезке времени от 0 до 5 дней наблюдается линейный рост цены акции от некоторого условного «нуля» до значения в 5 условных денежных единиц (у.д.е.), а затем цена резко падает до начального уровня (до «нуля») и остается такой же до момента $t = 9$. График функции $h(t)$ представлен на рис. 5.4.

С целью прогноза цены изменений акции использовали экспоненциальное сглаживание первого и второго порядков при следующих исходных данных:

- постоянная α сглаживания для сглаживания первого порядка может принимать три значения $\{0,1; 0,5; 0,9\}$;
- для сглаживания второго порядка принять $\alpha_1 = 0,02$ и $a = 0,8$.

Результаты расчетов по формуле сглаживания первого порядка представлены в табл. 5.1, а на рис. 5.5 представлены графики результатов прогноза по методу экспоненциального сглаживания первого порядка для различных значений параметра α .

Процесс $h(t)$ изменения цены акции

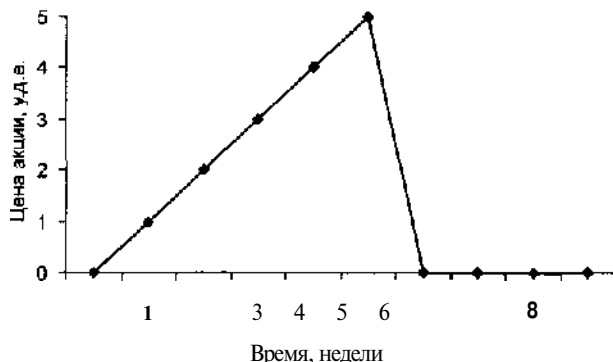


Рис. 5.4. График процесса $h(t)$ изменения цены акции

Результаты расчетов при различных значениях постоянной α экспоненциального сглаживания первого порядка

t		1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mathcal{H}(t)$		1	2	3	4	5	0	0	0	0
$Z(t)$	$\alpha = 0,1$	0,1	0,29	0,56	0,90	1,31	1,18	1,06	0,96	0,86
	$\alpha = 0,5$	0,5	1,25	2,13	3,06	4,03	2,02	1,01	0,51	0,25
	$\alpha = 0,9$	0,9	1,89	2,89	3,89	4,89	0,49,	0,05	0,00	0,00

Анализ полученных данных показывает, что для достижения хорошего согласования результатов прогноза с истинным трендом процесса параметр α должен быть достаточно большим (более 0,5). Однако слишком большое значение постоянной α экспоненциального сглаживания приводит к снижению влияния на результаты прогноза всех ранее собранных данных.

Мало того, что трудно самому себе ответить на естественный вопрос: «Так зачем же мы тратили время и деньги на сбор этих данных?...», еще может возникнуть неустойчивость прогноза из-за случайных биений измеренных результатов.

На рис. 5.6 представлен график результатов моделирования для экспоненциального сглаживания второго порядка.

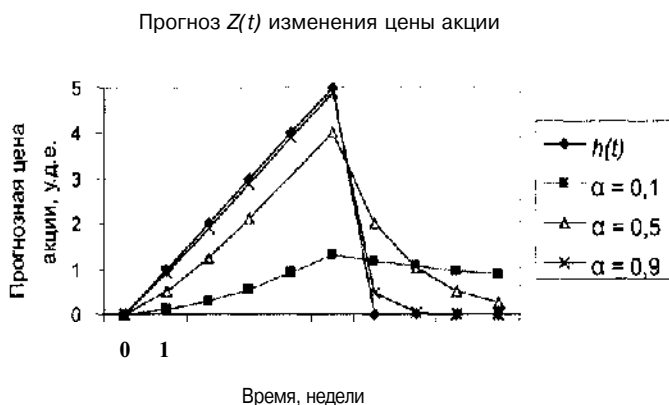


Рис. 5.5. Графики результатов прогноза по методу экспоненциального сглаживания первого порядка для различных значений параметра α

Прогноз $Z(t)$ изменения цены акции

Рис. 5.6. График результатов моделирования для экспоненциального сглаживания второго порядка

При установленных в примере исходных данных ($\alpha_1 = 0,02$ и $a = 0,8$) график $z(t)$ прогнозируемой величины цены акции вначале несколько отстает от графика $h(t)$ реального изменения цены. Но уже после третьей недели из-за наличия нелинейности начинается опережающее предсказание тенденции роста цены акции. В результате к тому моменту, когда реальная цена резко падает, прогноз $z(t)$ все еще показывает рост. Нелинейность в модели экспоненциального сглаживания второго порядка обеспечивает определенную инерционность предсказания вплоть до последнего момента $I=9$.

Попытка прямым подбором значений параметров α_1 и a добиться более качественного предсказания, чем представленное, практически не дает ощутимых результатов. Чтобы уменьшить перерегулирование в начале, приходится снижать α_1 , но это приближает экспоненциальное сглаживание второго порядка к простому линейному сглаживанию. Чтобы уменьшить запаздывание прогноза после того, как истинные значения $h(t)$ резко упали, а тем более — в самом конце процесса, приходится увеличивать значение параметра a , но это ухудшает использование ретроспективных данных. В общем, как всегда, если в системе что-то улучшаешь, то это, как правило, происходит за счет ухудшения чего-то другого. Поэтому к экспоненциальному сглаживанию второго порядка целесообразно прибегать в тех случаях, когда

предполагается, что процесс изменения анализируемого фактора растущий и весьма динамичный, и есть опасение не успеть отслеживать эти изменения. Если же процесс вялотекущий, то под угрозой привнесения в прогноз методических ошибок, скорее всего, не следует прибегать к более сложным моделям сглаживания, чем линейная.

5.2. КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ «ПРИРОДНОГО» РИСКА

Предприниматель задумал проведение финансовой операции, которая принесет доход. Он уже достаточно грамотный в понимании того, что такое предпринимательский риск, и прекрасно понимает, что планы и жизнь — это большая разница. И он рассуждает так. Вначале нужно сделать все, чтобы выполнить необходимое условие отсутствие риска. Нужно представить себе классическую схему «ЕСЛИ..., ТО...». Например: «Если сложится самое благоприятное сочетание неуправляемых внешних и внутренних факторов, то как я должен буду повести дело, как воздействовать на управляемые факторы экономического процесса, чтобы ничего не потерять и получить максимальную прибыль?»

Поразмыслив над этим вопросом, предприниматель наверняка найдет наилучшее для фиксированного комплекса условий решение. Для этого ему необходимо применить весь известный ему арсенал финансовых и экономических приемов снижения риска. В частности, например, известные эвристические правила хеджирования валютного риска требуют оперативно принимать и не спешить отдавать сильную валюту, а со слабой валютой поступать наоборот, производить закупки товаров и услуг в слабой валюте, а продажи — в сильной, стараться использовать форвардные и фьючерсные контракты и валютные опционы и т.п. При выборе конкретного варианта действий из перечисленных следует иметь в виду, что опционы дают возможность воспользоваться благоприятной рыночной ситуацией, но фактически обменный курс будет выше курса использования опциона на величину опционной премии. И вообще операции с опционами — дело довольно сложное... И дело тут редко доходит до дей-

ствительной поставки активов. Чаше проигравшая сторона оплачивает свой проигрыш деньгами. При этом американский опцион можно предъявить к исполнению в любой момент не позже определенной даты. Поэтому держатель такого опциона пребывает в постоянном напряжении: как поступить? а вдруг сейчас — самый выгодный момент? Но ведь и за саму возможность выбора наиболее выгодного момента американский опцион стоит дороже. Обо все этом нужно помнить, поскольку затраты нужно будет вычесть из дохода!

Формально оно может быть представлено так: если экономическая обстановка сложится в виде s_1 , то необходимо применить наилучшую для такого случая стратегию a_1 . Далее он рассуждает: «А если все сложится не так, как я представил себе в обстановке s_1 ? - тогда моя стратегия a_1 уже не будет наилучшим решением». Предприниматель делает естественный вывод: поскольку не ясно, какова будет реально сложившаяся в будущем обстановка, то и не ясно, чем может закончиться моя операция. Поэтому надо рассмотреть не один, а несколько сценариев развития событий, надо оценить не одну, а несколько возможных обстановок проведения экономической операции, подобрать не одну, а несколько стратегий для нее.

В результате глубоких размышлений, обращения к собственному опыту, советов со своими партнерами и экспертами предприниматель пришел к выводу, что в период проведения его экономической операции и по ее завершении, скорее всего, сложится только одна из возможных обстановок $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$. Он обозначил множество этих возможных экономических условий через S . Далее на основе своего личного опыта, своих теоретических знаний, а также на основе советов специалистов он сформировал под каждое конкретное условие s_j из S наилучшую экономическую стратегию $a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$ и получил множество A стратегий. Таким образом, у него сформировалась матрица размером $m \times n$ возможных операционных ситуаций. Затем наступил этап экономических расчетов. Для каждой ситуации (a_i, s_j) рассчитали величины $y_{ij}^{\text{доход}}$ — значение полезного эффекта («доход»), который желательно максимизировать, и $y_{ij}^{\text{затраты}}$ — значение негативного эффекта («затраты»), который желательно минимизировать. В итоге для каждой ситуации (a_i, s_j) был определен результат $y(a_i, s_j) = y_{ij}^{\text{доход}} - y_{ij}^{\text{затраты}}$ характеризующий величину чистой прибыли предпринимателя.

Теперь почти все необходимые данные для принятия решения на проведение экономической операции получены. Остается решить следующую задачу: если известны все ситуации (a_i, s_j) и все возможные результаты $y(a_i, s_j)$ для них, то какую наилучшую стратегию a^* из возможного множества A стратегий следует применить в операции, чтобы результат оказался наилучшим?

В такой постановке задачу можно решить, если только мы сначала решим, что следует понимать под словами «наилучший результат в условиях природной неопределенности». Из теории игр знаем, что такое гарантированный результат и на основании какого принципа он получен. Мы можем увидеть здесь полную аналогию с теорией игр. К слову, раздел ТПР, занимающийся решением задач принятия решений в условиях природной неопределенности, называют «игры с природой». Название в большей степени, так сказать, историческое и обусловлено представлением о неопределенности ситуации как полностью враждебной. Но, тем не менее, оно уже дает ответ на вопрос: с чего начать анализ игры с природой? Ответ такой: с того же, с чего начинали анализ антагонистических и неантагонистических игр: с редуцирования матрицы игры, которое состоит в отбрасывании доминированных строк и столбцов.

Первые попытки разработки методического аппарата и методов анализа игр с природой восходят к началу 50-х годов XX в. Все они могут быть отнесены к типу эвристических, поскольку авторы формировали эти подходы и методы на основе наблюдений за практическими ситуациями, а затем аппроксимировали результаты Еыбора в виде специальных принципов оптимальности. Каждый из этих принципов, хотя и бессистемно, учитывал какие-то особенности личности ЛПР.

Затем, вплоть до конца 80-х годов XX в., практически не наблюдалось никаких изменений в методологическом подходе. Крупные экологические катастрофы и экономические потрясения, политические провалы начала 90-х годов XX в. вновь заставили предпринимателей и политиков потребовать от ученых вернуться к вопросам методологии. Нужно было на основе накопленных знаний сформировать новые представления о том, что такое «наилучшее решение» в условиях априорной неопределенности. Потребовалось с системных позиций выяснить, чем руководствуются в принятии решений наиболее успешные из бизнесменов, чем в настоящее время отличаются методы работы

удачливых менеджеров больших финансовых систем. Не менее интересно, на что ориентируются проницательные биржевые аналитики, брокеры, риэлтеры, работники диспетчерских служб аэропортов, операторы служб и систем охраны и лица других профессий, большинства из которых не было еще в середине 50-х годов XX в. Оказалось, что часто перечисленные лица интуитивно чувствуют степень возможности того или иного исхода, даже могут описать эти чувства в терминах шансов. Иногда они ощущают меру риска через ожидание больших величин потерь или больших выигрышей. Иногда они субъективно стремятся застраховаться или, наоборот, попытаться уловить удачную конъюнктуру.

Особую роль в решении рискованных задач играют интуиция менеджера и инсайт. Интуиция представляет собой способность непосредственно, как бы внезапно, без логического продумывания находить правильное решение проблемы. Интуитивное решение как внутреннее озарение, просветление мысли, раскрывающее суть изучаемого вопроса. Интуиция является неперенным компонентом творческого процесса. Психология рассматривает интуицию во взаимосвязи с чувственным и логическим познанием и практической деятельностью как непосредственное знание в его единстве со знанием опосредованным, ранее приобретенным. Инсайт — это осознанное решение некоторой проблемы. Субъективно инсайт переживают как неожиданное озарение, постижение. В момент самого инсайта решение осознается очень ясно, однако эта ясность часто носит кратковременный характер и нуждается в сознательной фиксации решения.

Практическое использование классических методов анализа «игр с природой» оказалось затруднено именно в силу недостаточной проработанности вопросов, связанных с отождествлением того или иного из таких методов анализа решений с личностью ЛПР и его отношением к риску. При этом описания классических методов практически не содержали информации о том, какой из них более адекватно отражает те или иные особенности системы предпочтений ЛПР.

Таким образом, можно выделить два этапа развития методов и технологий для анализа решений в условиях природной неопределенности: классический и современный. По этой же причине все методы и технологии условно разделим на классические и современные, учитывающие несколько характеристик личности ЛПР.

Анализ всей доступной информации о том, какими соображениями руководствуются подобные ЛПР, когда они принимают ответственные решения в условиях, сходных с «природной» неопределенностью, позволил выдвинуть ряд гипотез о восприятии нестохастического риска. На основе таких гипотез затем были предложены критерии оценки характеристик личности ЛПР и сформированы технологии принятия решений в условиях «природной» неопределенности.

Изложение полученных результатов анализа решений в условиях подобного «механизма» риска проводится в рамках единой терминологии, поскольку, как оказалось, классические и, так сказать, современные методы «игр с природой» укладываются в единую методологическую схему. Наша цель — построение формальных моделей принятия решений, которые предприниматель может использовать на практике.

Введем понятие риска для случая природной неопределенности. Определим такой риск как «плату» за возможность получения наиболее благоприятного исхода в операции. Таким образом, в качестве наказания за принятие рискованного решения выступает угроза получения неблагоприятного исхода. В соответствии с таким определением риск можно оценивать, например, величиной разности между наиболее и наименее предпочтительными результатами для каждой из возможных стратегий. Можно также оценивать величиной разности между текущими результатами и уровнем притязаний. Напомним, что ранее под уровнем притязаний мы договорились понимать любой результат, достижение которого отождествляется в сознании ЛПР с конечным успехом. Например, уровень притязаний менеджеры часто расценивают как самый лучший результат из возможных при данных обстоятельствах. Брокеры иногда считают, что это некоторый вполне конкретный результат между худшим и лучшим при данных обстоятельствах или даже — любой не самый худший. Это, возможно, объясняется тем, что брокер «живет с продаж», а за все риски, по сути, отвечает клиент.

Применительно к задачам принятия решений в условиях неопределенности можно ввести следующие характеристики отношения ЛПР к нестохастическому риску:

- *несклонное к риску* — это ЛПР, которое опасается много проиграть, и поэтому при оценке возможных стратегий в первую очередь обращает внимание на величины связан-

ных с ними наихудших результатов; иными словами, если при анализе ситуаций и принятии решений предприниматель главное внимание сосредоточивает на величинах результатов, а среди них — только на значениях неудовлетворительных исходов, то такой предприниматель, скорее всего, не склонен рисковать в условиях «природной» неопределенности;

- *склонное к риску* — это ЛПР, которое боится мало выиграть и поэтому при оценке возможных стратегий в первую очередь обращает внимание или на величины связанных с ними наилучших результатов, или на величины потенциальных потерь; если при анализе ситуаций и принятии решений предприниматель главное внимание сосредоточивает на величинах наилучших из возможных результатов, а также стремится в обязательном порядке оценивать величины возможных сожалений, то этот **предприниматель**, скорее всего, должен отнести себя к лицам, склонным к нестохастическому риску в «игре с природой»;
- *безразличное к риску* — это ЛПР, которое придает одинаковый вес как наилучшим, так и наихудшим результатам, учитывая возможные промежуточные результаты; таким образом, если при анализе ситуаций и принятии решений предприниматель одинаково внимательно оценивает и очень плохие, и очень хорошие результаты, и величины сожалений для ситуаций, то есть подвергает ситуации всестороннему взвешенному анализу, то этот предприниматель, пожалуй, может считать себя «*взвешенно относящимся к «природному» риску*».

Итак, рассмотрим классические методики анализа «игр с природой» в рамках введенных допущений, определений и формальных обозначений. Напомним, что в каждой ситуации (a_i, s_j) игры предпочтительность исхода экономической операции оценивается предпринимателем скалярной величиной $y(a_i, s_j)$ прибыли, которую он стремится максимизировать.

Предположим, что предприниматель рассматривает вопрос о поставке в следующем году партии определенного товара на рынок. Он понимает, что выгодность этой коммерческой операции зависит и от того, к какой стратегии интервенции на рынке аналогичных товаров он прибегнет, и от того, какой будет конъюнктура на рынке аналогичных товаров (объемы поставок, уровень

спроса, время экспозиции товара на рынке, цена на единицу товара и др.). По заказу предпринимателя маркетинговая служба провела исследования перспектив рынка аналогичных товаров и выявила четыре его возможных состояния s_j е S , различающихся по предпочтительности для продвижения собственных объемов товара и сопровождающих его услуг. С целью максимизации величины $y(a_i, s_j)$ прибыли для каждого из этих возможных состояний рынка были разработаны четыре стратегии a_i е A продвижения товаров и услуг.

После этого предприниматель поставил задачу перед аналитическим департаментом предприятия оценить величины $y(a_i, s_j)$ прибыли для каждого из возможных состояний (a_i, s_j) . Результаты расчетов величин прибыли $y(a_i, s_j)$ в рублях для каждой из стратегий торговли и всех состояний рынка аналогичных товаров представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Результаты расчетов величин прибыли $y(a_i, s_j)$ для стратегий торговли и всех состояний рынка аналогичных товаров

Стратегии торговли	Возможные состояния рынка аналогичных товаров и услуг			
				s_4
a_1	32065	34980	20405	2915
a_2	29150	20405	34980	8745
a_3	11660	23320	17490	14575
a_4	20405	40810	2915	20405

Предприниматель поставил руководителю аналитического департамента задачу вначале произвести оценку предпочтительности этой, достаточно компактной совокупности стратегий торговли. Затем на основании анализа полученных результатов служащим аналитического департамента надлежало разработать предложения для принятия решений. В этих предложениях должны были присутствовать базовые предпосылки, на основе которых были сделаны те ли иные выводы (то есть информация о том, какую систему предпочтений аналитики заложили в модель принятия решений), а также практические выводы и конкретные рекомендации для принятия решений. Если ни одна из имеющихся альтернатив не будет признана наилучшей для принятия решений, то аналитическому департаменту совместно с

маркетинговой службой надлежало разработать дополнительные варианты или предложить новые стратегии продвижения товара на рынке.

Получив задачу, начальник аналитического департамента решил вначале для оценки предпочтительности стратегий использовать классические критерии выбора. Для этого, прежде всего, требовалось описать характеристики личности ЛПР и его отношение к «природному» риску.

Для того чтобы продемонстрировать работу классических критериев, мы в нашем примере будем последовательно выдвигать гипотезу об этих элементах предпочтений ЛПР для принятия им предпринимательских решений.

Критерий Вальда. Таким критерием обычно руководствуется ЛПР, которое при выборе решения абсолютно не приемлет риск. ЛПР оценивает каждую из альтернатив a_i е A гарантированным для нее результатом $y(a_i, s_j)$, представляющим собой то худшее из возможного, ~~хуже~~ ^{лучше} чего не будет для этой альтернативы ни при каких обстоятельствах. После этого наилучшей считают альтернативу a , выбранную по уже знакомому нам принципу «лучшее из худшего»:

$$a^* : \max_{a_i \in A} \min_{s_j \in S} y(a_i, s_j).$$

Другое название метода Вальда — «максиминный критерий» — обусловлено видом правой части формального выражения для него. В табл. 5.3 представлены гарантированные результаты для каждой стратегии в нашем примере и значение наибольшего гарантированного результата, равного 11 660 руб. Этот результат соответствует стратегии a_3 .

Т а б л и ц а 5.3

Гарантированные результаты для стратегии

Стратегии торговли	Характеристики стратегий по критерию Вальда	
	Гарантированные результаты, руб.	Наибольший гарантированный результат, руб.
a_1	2915	
a_2	8745	
a_3	11660	11660
a_4	2915	

Предприниматель, который абсолютно не склонен к риску, считает себя крайним пессимистом, который уверен, что для него неуспех операции крайне нежелателен независимо от того, какими мог/т быть другие, благоприятные исходы, скорее всего, должен выбирать именно такой критерий принятия решений.

Если наш предприниматель именно такой, то ему следует присмотреться только к стратегии торговли и для нее оценивать предпочтительность намеченного стратегического плана торговли. В зависимости от того, как сложится конъюнктура на рынке в будущем, эта стратегия может принести ему прибыль в размере или 11 660 руб., или 23 320 руб., или 17 490 руб., или 14 575 руб., но меньше, чем 11 660 руб. не будет. Если такая картина предпринимателя устраивает, ему следует принять именно эту стратегию ***a₃***, поскольку она совсем не рискованная в смысле наибольшего гарантированного результата. Таким образом, доходчивость и логичность критерия Вальда, простота вычислений для принятия решения — это его достоинства. Однако, как известно, именно эти свойства критерия наибольшего гарантированного результата иногда превращаются в его самый значительный недостаток, если применять его формально. Для того чтобы показать, как это происходит, предположим, что матрица результатов содержит всего две строки и четыре столбца состояний «природы», как это представлено в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Иллюстрация недостатка критерия Вальда

Стратегии	s_1		s_3	s_4
<i>a₁</i>	0,99	1000	1000	1000
<i>a₂</i>	1	1	1	1

Гарантированный результат в табл. 5.4 для стратегии ***a₁*** равен 0,99, а для альтернативы ***a₂*** он равен 1,0. Следовательно, формально по критерию Вальда наилучшей следует считать альтернативу ***a₂***. Но на самом деле каждому понятно, что с точки зрения не формального, а практического бизнеса результаты 0,99 и 1,0 — это одно и то же. Поэтому, формально получается, что мы выбираем стратегию, которая для всех связанных с ней ситуаций дает один и тот же результат. А вот для стратегии ***a₁***, практически такой же результат получается только в одной из связанных с ней ситуаций, а в остальных своих ситуациях эта стратегия на

три порядка лучше, чем стратегия a_2 . И об этой формальной стороне критерия Вальда нужно постоянно помнить. Таким образом, этот критерий принимает во внимание только наихудшие значения для конкретной стратегии, а то, какие по величинам наилучшие результаты дает эта же стратегия, а также — сколько таких «лучших» результатов у нее — этот критерий вообще не принимает во внимание.

Критерий Сэвиджа. Это критерий ЛПР, склонного к риску, являющегося *крайним пессимистом*. В этом критерии используют не результаты критерий Сэвиджа. Это критерий ЛПР, склонного к риску, являющегося крайним пессимистом. В этом критерии используют не результаты $y(a_i, s_j)$, а так называемое «сожаление» от неиспользованных возможностей. По замыслу автора, величина сожаления вычисляется для каждой возможной ситуации как разность между наилучшим при данном состоянии природы результатом и всеми текущими для этого состояния. Обозначим «сожаление» в ситуации (a_i, s_j) через $z(a_i, s_j)$. Тогда формальное выражение для величины сожаления в ситуации (a_i, s_j) выглядит следующим образом:

$$z(a_i, s_j) = \max_{a_i \in A} y(a_i, s_j) - y(a_i, s_j),$$

то есть из наилучшего результата $\max_{a_i \in A} y(a_i, s_j)$ для фиксированного состояния s_j природы вычитаем текущий **результат** $y(a_i, s_j)$ для этого состояния, и эта разность характеризует величину недовольства, «сожаления» ЛПР своим необдуманном поступком. После того как для всех ситуаций сожаления вычислены, мы можем заменить матрицу y_{ij} результатов $y(a_i, s_j)$ на матрицу z_{ij} величин сожалений $z(a_i, s_j)$. Получим матрицу сожалений для ситуаций нашего примера. Почему может сожалеть думающий предприниматель? Потому только, что он знал, как нужно поступить, но — не поступил (почему-то). Как это соотносится с нашим примером? А вот как. Предположим, предприниматель точно знает, что конъюнктура на рынке товара сложится в точности как в s_1 состоянии «природы». Как он тогда поступит? Он выберет наилучшую из его стратегий, чтобы получить наибольшую прибыль. Формально это означает, что нужно найти в столбце s_1 наилучший результат. Применив эти рассуждения к исходным данным нашего примера, мы увидим, что наилучший результат 32 065 руб. дает применение стратегии a_1 . А если пред-

приниматель применит для этого же состояния рынка иную стратегию, например, a_2 , получит он ту же прибыль? Нет, прибыль составит всего 29 150 руб., то есть он потеряет 2915 руб. и будет сожалеть о своем нерациональном поступке. Следовательно, если мы вычтем из наилучшего результата в столбце j , все остальные результаты этого же столбца, то мы получим для этого столбца величины $z(a_i, s_j)$ сожалений в рублях. Нулевое по величине сожаление будет только для ситуации (o, s_1) . Затем так же можно вычислить сожаления и для остальных состояний рынка. Матрица сожалений представлена в табл. 5.5.

Т а б л и ц а 5.5

Результаты расчетов величин сожалений $z(a_i, s_j)$ для торговли и всех состояний рынка аналогичных товаров

Стратегии торговли	Возможные состояния рынка аналогичных товаров и услуг			
		s_2	s_3	s_4
a_1	0	5830	14 575	17 490
	2915	20 405	0	11 660
a_3	20 405	17 490	17 490	5830
a_4	11 660	0	32 065	m

Далее Сэвидж предложил для оценки предпочтительности альтернатив проводить анализ так же, как в методе Вальда:

- для каждой альтернативы a_i получить оценку гарантированного, то есть наибольшего сожаления:

$$z^-(a_i) : \max_j z(a_i, s_j);$$

- найти наилучшую альтернативу a^* , обеспечивающую ЛПР наименьшее гарантированное сожаление:

$$a^* : \min_i \max_j z(a_i, s_j).$$

В соответствии с записанным формальным правилом критерий Сэвиджа называют также критерием минимаксных сожалений. В табл. 5.6 представлены значения гарантированных сожалений

Т а б л и ц а 5.6

Гарантированные сожаления для стратегий

Стратегии торговли	Характеристики стратегий по критерию Сэвиджа	
	Гарантированные сожаления, руб.	Наименьшее гарантированное сожаление, руб.
a_1	17 490	17 490
a_2	20 405	
a_3	20 405	
a_4	32 065	

Что же мы видим? Наилучшей по критерию Сэвиджа является стратегия **a_1** ! Это противоречит тому, что мы получили, когда использовали критерий Вальда. Не удивляет? — Не должно! Было бы гораздо больше подозрений, если бы оценки по столь разным критериям в результате совпали. Ведь эти критерии — для разных по своим устремлениям ЛПР: критерий Вальда для того, кто боится много проиграть, а критерий Сэвиджа — мало выиграть. Но, в принципе, разумеется, совпадения результатов применения разных критериев возможны.

Итак, поскольку теоретической основой обоих рассмотренных нами критериев является принцип наилучшего гарантированного результата (для критерия Вальда — сам результат, а для критерия Сэвиджа — сожаление), основные достоинства и недостатки у критерия Сэвиджа те же, что и у критерия Вальда. Но есть у критерия минимаксных сожалений и специфический недостаток. Дело в вычислении величин сожалений по ситуациям. Поэтому критерий Сэвиджа чувствителен к составу исходного множества альтернатив. Пусть игра с природой моделируется матрицей, представленной в табл. 5.7.

Т а б л и ц а 5.7

Матрица гипотетической игры с природой

Стратегии	s_1	s_2
a_1	a	1000
a_2	1	1

При этом пусть $0 < \beta < a < 1$. Тогда сожаления для указанной матрицы результатов будут такими, как это отображено в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Матрица сожалений гипотетической игры с природой

Стратегии	s_1	
a_1	$1 - a$	0
	0	999

Наименьшие гарантированные сожаления, равные $1 - a$, обеспечивает стратегия a_1 , которая и является наилучшей для рассматриваемого примера.

А теперь пусть число стратегий увеличили, и матрица рассматриваемой нами гипотетической игры (см. табл. 5.7) приобрела вид, представленный в табл. 5.9. Достаточно просто убедиться, что решение в подобной игре неустойчиво к добавленной «посторонней» альтернативе и зависит от того, останется ли она в числе стратегий ЛПР или нет.

Таблица 5.9

Матрица игры с природой, неустойчивой по отношению к «посторонней» альтернативе

Стратегии	s_1	s_2
a_1	a	1000
a_2	1	1
a_3	1000	p

Таким образом, эта матрица, представленная в табл. 5.9, получена из матрицы предыдущего примера с добавлением еще одной строки для стратегии a_3 . По матрице результатов с добавленной альтернативой вычислим значения сожалений. Они будут такими, какими они представлены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

Матрица сожалений игры с природой, неустойчивой по отношению к «посторонней» альтернативе

Стратегии	s_1	s_2
a_1	$1000 - a$	0
a_2	999	999
a_3	0	$1000 - p$

Так что же получается? — Критерий Сэвиджа выделяет в качестве наилучшей стратегию a_2 , хотя, если по какой-либо причине стратегия a_3 не сможет быть реализована, то наилучшей будет альтернатива a_1 , а a_2 перестанет быть наилучшей. Таким образом, критерий Сэвиджа не обладает свойством независимости (устойчивости) от «посторонних» (дополнительных) альтернатив. Это очень важно помнить, если вы решите дополнять перечень уже имеющихся альтернатив какими-то новыми.

Критерий Гурвица. Критерий используют для следующих элементов системы предпочтений ЛПР: оно безразлично к риску и является *реалистом*. В качестве количественной характеристики для каждой стратегии предпринимателю рекомендуется использовать величину $y(a_i, y)$, которая формируется в виде линейной функции наихудшего (пессимистического) и наилучшего (оптимистического) для нее значений прибыли. Для этого используют специальный коэффициент пессимизма-оптимизма, называемый также коэффициентом Гурвица. Обозначим этот коэффициент через y . Значения коэффициента выбирают из диапазона $[0; 1]$ по правилу:

- $y = 0$, если ЛПР считает, что состояние «природы» в операции будет самым благоприятным (оптимистический прогноз);
- $y = 1$, если ЛПР считает, что состояние «природы» в операции будет самым неблагоприятным (пессимистический прогноз);
- $0 < y < 1$, если ЛПР считает, что состояние «природы» в операции будет не самым плохим, но и не самым благоприятным.

Каждую альтернативу оценивают взвешенным результатом вида:

$$y(a_i, y) = y \cdot \min y(a_i, s_j) + (1 - y) \cdot \max y(a_i, s_j).$$

Затем наилучшую альтернативу a'' отыскивают обычным порядком, то есть максимизацией величин $y(a_i, y) : a'' : \max y(a_i, y)$. Легко заметить, что если $y = 0$, то модель выбора по **критерию Гурвица** отражает предпочтения ЛПР, руководствующегося правилом «все сложится самым удачным образом» (*крайний оптимист*); если $y = 1$, то сразу получается критерий Вальда, который

моделирует крайне пессимистичное отношение ЛПР к возможным условиям проведения операции.

Значение коэффициента y может быть назначено ЛПР эвристически из интервала $[0; 1]$ или это значение можно оценить с использованием специальных процедур, сходных с процедурами определения субъективных вероятностей.

Определим наилучшую по критерию Гурвица стратегию для нашего примера. В табл. 5.11 представлены значения линейной функции $y(a_i, y)$ Гурвица при значении коэффициента пессимизма-оптимизма y , равного 0,2.

Т а б л и ц а 5 . 1 1

Значения линейной функции $y(a_i, y)$ Гурвица при $y = 0,2$

Стратегии торговли	Характеристики стратегий по критерию Гурвица	
	Величина $y(a_i, y)$, руб.	Наибольшее значение результата по Гурвицу, руб.
a_1	28 567	
	29 733	
a_3	20 988	
a_4	33 231	33 231

Таким образом, по критерию Гурвица наилучшей оказывается стратегия **a_4** . Понятно, что наилучшим это решение может быть признано только тем предпринимателем, который считает себя нейтрально относящимся к риску в части осознания возможности получения как наилучших, так и наихудших результатов, то есть *реалистом*. Кроме того, он считает, что возможности таких альтернативных исходов не одинаковы. Поэтому он придает больший вес оптимистичному исходу, а не пессимистичному. Причем эта его личная уверенность достаточно сильная, и поэтому значение величины y — коэффициента пессимизма-оптимизма, называемого также *коэффициентом Гурвица*, составляет величину 0,2. Если бы предприниматель отдавал таким исходам одинаковый вес — принял бы $y = 0,5$, — то получилось бы две оптимальной по Гурвицу стратегии, **a_2** и **a_4** , а если бы он был более пессимистично настроен ($y = 0,8$) — наилучшей оказалась бы стратегия **a_3** .

Заметим, что критерий Гурвица может не различать явно различающиеся по предпочтительности стратегии в силу того, что каждой из них ставит в соответствие оценку, являющуюся линейной комбинацией только наихудшего и наилучшего результата для альтернатив. Поясним это на следующем примере. Пусть игра с природой описывается матрицей, представленной табл. 5.12.

Т а б л и ц а 5.12

Матрица игры с природой, иллюстрирующая недостаток критерия Гурвица

Стратегии		s_2	s_3	s_4
a_1	0	0	1000	0
	1000	999	999	0

Стратегии a_1 и a_2 отличаются существенно по предпочтительности, так у первой альтернативы только один ненулевой исход, а у второй их три (весьма значительные по величине). В то же время у них одинаковые наилучшие (равные 1000) и наихудшие (равные 0) результаты и, следовательно, по критерию Гурвица эти альтернативы эквивалентны. Но для практики, разумеется, вторая стратегия несомненно лучше первой.

Критерий Лапласа—Бернулли. Это критерий для ЛПР, не склонного к риску и являющегося *реалистом*. В его основу положена концепция недостаточного основания Лапласа и принцип рандомизации, о котором мы уже говорили. Согласно концепции недостаточного основания, если нет никаких оснований полагать, что какие-либо из n возможных состояний природы более возможны по отношению к другим, то их целесообразно полагать субъективно равновероятными, то есть имеющими одинаковую $p(s_i) = \frac{1}{n}$ субъективную вероятность появления. По-

сле этого, опираясь на принцип рандомизации, считаем ситуацию случайной и применяем критерий наибольшего среднего результата. В итоге критерий Лапласа—Бернулли принимает вид:

$$a \max M(a_i) = \max_{i} \sum_{j=1}^n [p(s_j) y(a_i, s_j)] = \max_{i} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y(a_i, s_j).$$

Глава 5. Анализ рисков неустановленной природы

Результаты расчетов величин средней субъективно ожидаемой прибыли для стратегий торговли представлены в табл. 5.13.

Т а б л и ц а 5.13

Результаты расчетов величин средней субъективно ожидаемой
прибыли для стратегий торговли

Стратегии торговли	Характеристики стратегий по критерию Лапласа—Бернулли	
	Величины средней субъективно ожидаемой прибыли, руб.	Наибольшее значение величины средней субъективно ожидаемой прибыли, руб.
a_1	22 591,25	
a_2	23 320	23 320
a_3	16 761,25	
a_4	21 133,75	

Расчеты **для** исходных данных нашего примера показывают следующее: наилучшей по критерию недостаточного основания **Лапласа—Бернулли** следует считать стратегию **a_2** .

Для наглядности и в качестве промежуточного итога сведем результаты применения всех классических критериев в табл. 5.14, где наилучшая стратегия отмечена звездочкой в строке для соответствующей стратегии торговли.

Таблица 5.14

Результаты применения классических критериев

Стратегии торговли	Результаты применения классических критериев					
	Вальда	Сэвиджа	Гурвица			Лапласа—Бернулли
			$\gamma = 0,2$	$\gamma = 0,5$	$\gamma = 0,8$	
a_1		*				
a_2				*	*	*
a_3	*					
a_4			*	*		

А теперь в дополнение к рассмотренным классическим критериям несколько новых критериев принятия решений в услови-

ях природной неопределенности. Первый шаг на этом пути — модификация классического критерия путем ослабления его очевидных недостатков.

Модифицированный критерий Гурвица. Основная идея модификации состоит в том, чтобы при оценке каждой альтернативы помимо наименее и наиболее предпочтительных результатов присутствовали бы и промежуточные. В итоге критерий принял вид:

$$a^* : \max_{a_i \in A} y(a_i, y),$$

при ограничении $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y(a_i, s_j) > y^{\text{притяз}},$

где $y^{\text{притяз}}$ — установленный ЛПР уровень притязаний по среднему арифметическому из величин возможных результатов для альтернатив.

Предположим, $y^{\text{притяз}} = 22\,000$ руб. При таком значении уровня притязаний только для первых двух альтернатив выполняется условие превышения средних арифметических значений результата над уровнем притязаний. Значения средних арифметических результатов составляют 22 591,25 руб. и 23 320 руб. соответственно. В этом легко убедиться, рассмотрев данные для результатов применения критерия **Лапласа—Бернулли**. Среди стратегий-претендентов наилучшим значением линейной функции Гурвица $y(a_i, \gamma) = y \cdot \min_{s_j \in S} y(a_i, s_j) + (1 - \gamma) \max_{s_j \in S} y(a_i, s_j)$ обладает вторая стратегия (28 567 руб. у первой стратегии и 29 733 руб. у второй). Таким образом, $a^* = a_2$.

Модифицированный критерий Сэвиджа. При модификации введено расширенное толкование понятия «сожаление». Если субъектом движет желание коренным образом изменить ситуацию, добиться существенного выигрыша в ней, пусть даже ценой каких-то потерь, то «риск» — это просто плата за возможность получения наиболее благоприятного исхода в операции, а «сожаление» — мера подобно трактуемого риска. В результате, в дополнение к классическому понятию «сожаления» предложено измерять его также и величиной разности между уровнем притязаний и текущим результатом. Поэтому вполне возможно, что могут быть получены «сожаления» как со знаком плюс, так и со знаком минус. Иными словами, отрицательное сожаление озна-

чает «значительный успех», выраженный в превышении полученного результата над выбранным уровнем притязаний. А далее все просто: использован тот же подход, что и в модифицированном методе Гурвица — введено понятие «уровень притязаний по сожалениям». Обозначим эту величину через $z^{притз}$. В итоге такой модификации получаем критерий следующего вида:

$$a^*: \min_{a_i \in A} \max_{s_j \in S} z(a_i, s_j)$$

при ограничении $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z(a_i, s_j) < z^{притз}$.

Пусть в рамках рассматриваемого нами примера $z^{притз}$ — 9000 руб., то есть при сожалениях не превышающих 9000 руб. предприниматель готов рассматривать кандидаты на звание лучшей стратегии. Оказывается, что среднее арифметическое значение сожалений для стратегий только в одном случае удовлетворяет уровень притязаний по величинам сожалений. Только для стратегии a_2 величина среднего арифметического сожалений составляет 8745 руб., а у трех остальных стратегий эта величина выше порогового значения в 9000 руб. Поэтому у предпринимателя нет выбора — перед ним дилемма: или он будет руководствоваться стратегией a_2 , или ему предстоит расширить множество альтернатив и при этом постоянно помнить, к чему может привести добавление «посторонних» альтернатив.

Разумеется, это не все модификации классических методов, а лишь часть их силы.

Однако имеются новые критерии, позволяющие напрямую оперировать предложенными формальными характеристиками личности ЛПР.

Критерий субъективно средних результатов соответствует предпочтениям ЛПР, не склонного к риску, являющегося разумным оптимистом. Такое ЛПР оценивает состояния природы величинами результатов, но рассматривает результаты через призму субъективного восприятия состояний природы. Субъективные вероятности состояний природы принимаются пропорциональными суммарным результатам для каждого состояния «природы». Согласно этому критерию лучшей следует считать ту стратегию, которая приводит к максимальному субъективно среднему результату:

причем субъективные вероятности $p(s_j)$ определяются по формуле

$$p(s_j) = \frac{\sum_{i=1}^m v(a_i, s_j)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m v(a_i, s_j)}.$$

При тех исходных данных, которыми мы оперируем в общем для анализа примере, значения субъективных вероятностей $p(s_j)$ конъюнктуры рынка составят:

$$p(s_1) = 0,28; p(s_2) = 0,36; p(s_3) = 0,23 \text{ и } p(s_4) = 0,14.$$

Окончательно величины субъективно средних результатов для стратегий получаются равными тем, которые представлены в табл. 5.15.

Таблица 5.15
Величины субъективно средних результатов для стратегий

a_1		a_3	
26 412,43	24 511,35	17 540,7	23 725,57

Таким образом, по критерию субъективно средних результатов наилучшей является стратегия a_1 , дающая в среднем прибыль в 26 412,43 руб.

Предположим теперь, что ЛПР склонно к риску и является разумным оптимистом. В таком случае оно, скорее всего, оценивает ситуации величинами сожалений и намерено измерять субъективные вероятности возможных состояний «природы». Величины субъективных вероятностей состояний природы вычисляем пропорционально суммарным результатам для каждого состояния. А сам критерий — его можно назвать *критерием средних субъективных сожалений* — выглядит так:

$$a^*: \min_{a_i \in A} \sum_{s_j \in S} [p(s_j) z(a_i, s_j)],$$

причем величины $p(s_j)$ субъективных вероятностей определяют по формуле:

$$p(s_j) = \frac{\sum_{i=1}^m y(a_i, s_j)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m y(a_i, s_j)}.$$

В нашем примере величины субъективных вероятностей для этого критерия те же, что и для предыдущего критерия. Умножив их на соответствующие ситуациям величины сожалений $z(a_i, s_j)$, получаем величины средних субъективных сожалений такие, как это представлено в табл. 5.16.

Таблица 5.16
Величины средних субъективных сожалений

a_1	a_2	a_3	a_4
7807,13	9708,217	16 678,87	10 494

Минимальное сожаление соответствует применению стратегии a_1 .

Критерий субъективной вероятностной гарантии. Этот критерий характерен для ЛПР *безразличного к риску*, который может указать субъективные оценки $p(s_j)$ вероятностей состояний природы в числовой форме, а также требуемый уровень результата (уровень притязаний). Критерий рекомендует считать лучшей ту стратегию, которая приводит к наибольшему значению вероятности получения результата не хуже требуемого:

$$a^* : \max_{a_i \in A} \sum_{s_j \in S(a_i)} p(s_j),$$

где $S(a_i / y^{\text{притяз}}) = \{s_j \mid y(a_i, s_j) > y^{\text{притяз}}\}$ — те состояния природы, для которых результат применения стратегии a_i оказался лучше уровня $y^{\text{притяз}}$ притязаний.

Предположим, анализируя с помощью экспертов возможные уровни конъюнктуры рынка аналогичных товаров, предприниматель оценил попарно возможные состояния рынка и применил процедуру определения субъективных вероятностей через вербальные высказывания типа «более вероятно», «равновероятно», «менее вероятно». Результаты оценки составили следующие величины:

$$p(s_1) = 0,38; p(s_2) = 0,36; p(s_3) = 0,20 \text{ и } p(s_4) = 0,06.$$

Уровень притязаний $y^{\text{притяз}}$ по результатам установлен в 30 000 руб. Используя значения прибыли для ситуаций, найдем те ситуации, для которых результаты превышают 30 000 руб. (табл. 5.17).

Таблица 5.17

Ситуации (a, s_j) , значения величин прибыли $y(a, s_j)$
для которых превышают $y^{\text{притяз}} = 30\,000$ руб.

Стратегии торговли	Возможные состояния рынка аналогичных товаров и услуг			
	$p(s_1) = 0,38$	$p(s_2) = 0,36$	$p(s_3) = 0,20$	$p(s_4) = 0,06$
a_1	32065	34980		
a_2			34 980	
a_3				
a_4		40 810		

Анализ данных табл. 5.17 показывает следующее. Для первой стратегии a_1 вероятность получения результата, превышающего установленный уровень $y^{\text{притяз}} = 30000$ руб., составляет $p(s_1) + p(s_2) = 0,38 + 0,36 = 0,74$; для стратегии a_2 — вероятность этого события равна $p(s_3) = 0,20$, для стратегии a_3 вероятность превышения уровня притязаний равна нулю, а для стратегии a_4 — $p(s_2) = 0,36$. В итоге по критерию субъективной вероятностной гарантии наилучшей следует признать стратегию a_1 .

Критерий субъективно ожидаемой полезности моделирует выбор ЛПР, которое не только может указать субъективные вероятности состояний природы в числовой форме, но и указать свою индивидуальную функцию полезности для рассматриваемых условий. Эмпирическая функция $u^N(y)$ для оценки полезности результатов y в условиях «природного» риска имеет вид степенной зависимости

$$u^N(y) = y^a,$$

где y — нормированные результаты операции;
 a — параметр функции.

Эта функция трансформирует значения нормированных результатов операции в отрезок $[0; 1]$. Нормирование результатов проводят по линейной зависимости вида:

$$y = \frac{y^* - y_{\min}^*}{y_{\max}^* - y_{\min}^*}$$

где y^* — результат в натуральной шкале;

$y_{\min}^* = \min_{a_i \in A} \min_{s_j \in S} y(a_i, s_j)$ — минимальный из результатов для всех ситуаций в натуральной шкале;

$y_{\max}^* = \max_{a_i \in A} \max_{s_j \in S} y(a_i, s_j)$ — максимальный из всех результатов в натуральной шкале.

Параметру α функции устанавливают значения из следующей шкалы:

0,125 - если существенна несклонность к риску;

0,5 - если незначительна несклонность к риску;

$\alpha = 1,0$ - если взвешенное отношение к риску;

2,0 - если незначительна склонность к риску;

5,0 - если существенна склонность к риску.

В итоге наилучшей следует считать ту стратегию a^* , которая характеризуется наибольшей ожидаемой субъективной полезностью результатов:

$$a^* : \max_{a_i \in A} \sum_{j=1}^n p(s_j) \cdot u^N(y(a_i, s_j)).$$

Применим этот критерий для сравнения стратегий, предполагая, что $\alpha = 5$. Предварительно вычислим нормированные значения величин прибыли. Они представлены в табл. 5.18.

Таблица 5.18

Нормированные значения величин прибыли

Стратегии торговли	Возможные состояния рынка аналогичных товаров и услуг			
	s_1	s_2	s_3	s_4
a_1	0,731	0,804	0,440	0,004
	0,658	0,440	0,804	0,149
a_3	0,222	0,513	0,367	0,295
	0,440	0,949	0,004	0,440

Значения величин функции $u^N(y) = y^a$ полезности предпринимателя сведены в табл. 5.19.

Таблица 5.19

Значения величин функции $u^N(y) = y^a$ полезности предпринимателя

Стратегии торговли	Возможные состояния рынка аналогичных товаров и услуг			
				s_4
a_1	0,51	0,62	0,17	0,00
a_2	0,40	0,17	0,62	0,02
a_3	0,04	0,23	0,11	0,07
a_4	0,17	0,89	0,00	0,17

Теперь остается вычислить ожидаемую субъективную полезность. Результаты вычислений сведены в табл. 5.20.

Таблица 5.20

Величины субъективно ожидаемых полезностей стратегий

a_1	a_2	a_3	a_4
0,45	0,32	0,13	0,39

Таким образом, с использованием введенных понятий (тип личности, отношение к «природному» риску) оказалось достаточно легко привести классические и современные методы анализа «игр с природой» в стройную систему, а также сформулировать сравнительно простые правила для процедуры подбора критерия, который наиболее адекватно отражает особенности принятия решений конкретным ЛПР в условиях «природного» риска.

При этом наиболее общие рекомендации по применению критериев таковы:

- критерием Вальда следует руководствоваться предпринимателю, который считает себя крайним пессимистом и, кроме того, абсолютно не склонен рисковать в рассматриваемой экономической операции;
- критерий Сэвиджа минимаксных сожалений следует рекомендовать для оценки предпочтительности альтернатив тому предпринимателю, который хотя и относит себя к

классу пессимистов, но в данной операции весьма заинтересован в ее результатах и очень опасается упустить выгодный шанс, мало выиграть;

- критерий Гурвица пессимизма-оптимизма хорош для тех предпринимателей, которые взвешенно относятся к риску в условиях «природной» неопределенности и могут хотя бы качественно оценить меру собственного пессимизма или оптимизма; для таких лиц, принимающих решения, авторы рекомендуют для коэффициента y — коэффициента пессимизма-оптимизма Гурвица — назначать значения по правилу:
 - ✓ $y > 0,7$ — если «крайний пессимист»;
 - ✓ $y \approx 0,55..0,65$ — если «разумный пессимист»;
 - ✓ $y < 0,3$ — если «крайний оптимист»;
 - ✓ $y \approx 0,35..0,45$ — если «разумный оптимист».
- критерием Лапласа—Бернулли следует руководствоваться ЛПР, которое не склонно к риску и считает себя реалистом.

5.3. ПОВЫШЕНИЕ РОЛИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ПОДБОРЕ ПЕРСОНАЛА

Любая, даже самая совершенная управленческая «машина», попавшая в распоряжение некомпетентного, слабо подготовленного менеджера, не сможет выполнять возложенные на нее предпринимательские задачи. По данным ежемесячной информационно-аналитической газеты «Панорама образования» (№ 7, 2004) конкурсный способ комплектации служащих сложился в Китае в середине прошлого тысячелетия и в неизменном виде просуществовал до начала двадцатого века. Тогда впервые в истории человечества на государственном уровне была поставлена и в целом решена задача привлечения на службу наиболее достойных граждан, сочетавших в себе высокую духовность, мудрость, опыт и социальную активность. Принципы подбора и подготовки бюрократических кадров и способы комплектации аппарата чиновников были выработаны на основе исторического опыта и философии Конфуция (551—479 гг. до н.э.) и Мэн Цзы (372—289 гг. до н.э.). Основным стал принцип выдвижения наиболее умных и способных, которые должны были пройти

беспристрастный конкурс претендентов на должность. Причем те, *кто их рекомендовал*, возлагали, таким образом, на себя ответственность за их интеллектуальные, деловые и моральные качества. Конкурсный характер отбора, нашедший свое отражение в системе экзаменов, позволял предельно объективно определить лучшего кандидата на государственную должность. Для успешной сдачи экзаменов необходимо было не только хорошо знать конфуцианские каноны, но также творчески интерпретировать исторические сюжеты, рассуждать на философские темы, обладать литературным вкусом. Те, кто лучше других справлялся с заданиями (а таких набиралось не более 5% от общего числа абитуриентов, что косвенно свидетельствует о сложности конкурсных заданий), удастаивались первой ученой степени и получали право сдать экзамены на вторую, а потом и на последнюю, третью степени. Таким образом, лишь немногие, сдавшие все три экзамена, могли рассчитывать на получение государственной должности. При этом начинали они свою карьеру с самого низкого, уездного, уровня.

И сегодня «кадры решают все». Это стало уже словесным штампом. Но вдумайтесь, насколько точно это выражение отражает суть явлений рискованной предпринимательской деятельности! Вы не можете быть сильным везде. Вы не можете все делать сами — это полностью противоречит принципу разделения труда. Вы просто не можете не делегировать другим часть своих полномочий по принятию решений. А раз так, то в тех, кому вы будете что-то поручать, в тех, кому вы будете делегировать полномочия, вы должны быть уверены, как в самом себе. Иначе — дело не пойдет так, как хочется вам. Практикам бизнеса давно понятно, что разные люди имеют различную склонность к риску. Некоторые любят риск, внутренне стремятся к нему. Таких — не более нескольких процентов от дееспособного населения. Большинство же людей уклоняются от рисков. Среди них некоторые готовы к проведению расчетов оптимизации рисков, а другие — воспринимают эту работу как вещь совершенно бесполезную («Как можно рационализировать непредсказуемое?»). Немного людей, которые вовсе не выносят риска.

Особенно важно тщательно подбирать людей на должности со строго дозированными требованиями к уровням допустимого риска. Подобранный вами персонал и назначенные вами исполнители должны по своим личностным качествам (тип личности,

степень склонности к риску и пр.) как можно точнее соответствовать требованиям, предъявляемым к той или иной должности, к тому или иному порученному делу. Например, брокер или менеджер по продажам просто по должности обязан быть рискованным. А вот главный бухгалтер — совсем наоборот: должен быть совершенно не склонен к риску, он должен зубами вцепиться в деньги, он должен быть подозрительным к любому предложению хоть часть из них куда-то отдать. Менеджер, занимающийся закупками, должен быть пессимистом, а руководитель отдела продаж — оптимистом, и т.п.

Отсюда, из понимания этих особенностей сразу рождается задача интерпретации рискованности как личностной и ситуационной предпосылки при принятии решений в рамках фиксированных должностных полномочий.

Взглядов на природу взаимосвязи обыденных качеств личности и поведения индивида в процессе предпринимательской деятельности несколько (см., например, [53, 54, 55] и др.). И на саму возможность решения задачи соотнесения характеристик личности с будущим поведением в бизнесе существует также несколько. При этом одни авторы полагают, что «рискованность» субъекта не вписывается в системы личностных диспозиций, поскольку связывается с разноуровневыми психологическими регуляторами процесса принятия решений. Например, П. Вайнцвайг рассматривает «готовность к риску» как характерологическую составляющую «храбрости» и на примерах анализа конкретных жизненных ситуаций, которые бы следовало назвать критическими, он демонстрирует позитивную роль этого качества при желании человека действовать в соответствии со своими убеждениями. Один известный психотерапевт считает необходимым в своей практике ориентироваться на интегральную личность как носителя потенций разного возможного поведения. При этом он выделяет четыре основные психические особенности: устойчивость, динамичность, эмоциональность и созерцательность. Со второй из них и связывается готовность к риску, сопровождаемая обычно гибкостью, вкусом, толерантностью и прогрессивностью. Это, в общем-то, достаточно разноплановые характеристики личности. А вот что касается различных форм проявления темперамента, то, например, Г. Айзенк полагает, что готовность к риску сродни поиску сильных ощущений, и в этом отношении рискованность субъекта существенно отличается

сы от импульсивности. Есть также мнение о том, что готовности к риску способствуют склонность к авантюре, социальная смелость, решительность характера, инициатива, сильная воля. И наоборот, такие проявления эмоций, как совестливость, упорство, чувство ответственности и морали, повышенная неуверенность и чрезмерная чувствительность к другим лицам, скорее свидетельствуют о безразличном отношении к риску или даже к несклонности к рискованным поступкам. Согласно представлениям, заложенным в форме опросника Кеттелла, преобладанию рациональности в поступках способствуют высокий уровень интеллекта, развитое воображение, подозрительность, проницательность, расчетливость (хитрость, искушенность), озабоченность, склонность к чувству вины, а также — самодостаточность (ориентировка на собственные решения).

Известный специалист в области психологической теории решений Ю. Козелецкий, говоря о возможности эмпирического определения групп «смельчаков» и «перестраховщиков», относит склонность к риску, к личностным чертам, поскольку ее проявление детерминировано и факторами внешнего окружения, и личностным складом характера (уровень тревоги, агрессивности, потребностей в достижении и самоутверждении и др.). Что касается осторожности, то он приводит данные о связи этого проявления характера личности с потребностью в независимости и настойчивостью действий.

Однако, по мнению других авторов, склонность к риску не следует относить к личностным чертам, поскольку она не универсальна и ее проявление обычно связано с определенным классом ситуаций (житейских или профессиональных). Поэтому во многом спорным является и сам вопрос о возможности измерения какими-то показателями готовности или не готовности к риску. И, тем не менее, несмотря на теоретические разногласия, на практике достаточно широко применяют эвристические и модельные методы для решения задачи подбора и расстановки кадров с учетом требований по соответствию риску. Именно в силу указанной теоретической неоднозначности «механизма ситуации», задачу подбора персонала следует рассматривать не в контексте поведенческого риска, а в формате природной неопределенности. Для этого, разумеется, вначале нужно идентифи-

цировать и измерить сам риск. Как это делать, мы обсуждали на протяжении всего данного изложения.

Итак, когда риск идентифицирован по его проявлению, то для наилучшего воплощения на практике способа управления им потребуются подобрать наилучших исполнителей. Предпочтения в выборе будем отдавать, ориентируясь на психологические особенности типа личности менеджеров и персонала. Конечно, при партисипативном управлении границы должностных обязанностей и ответственности менеджеров достаточно условны, а функциональные наполнения достаточно гибки. И все же на основании рассмотренных нами теоретических взглядов на проблему связи между характеристиками личности и уровнем рискованности будем полагать, что каждой штатной должности следует поставить в соответствие вполне определенный уровень рискованности должностного лица. Так, например, будем считать, что на должности финансовых ревизоров, менеджеров по кредитам, внутренних аудиторов, управляющих страхованием и т.п. лиц целесообразно назначать людей, чья психология личности обостренно воспринимает опасности. Другими словами, менеджерами, ответственными за действия «приспособления», должны назначаться люди, которым особенно присуще понимание риска как «опасности». При выборе стратегии риск-менеджмента главная роль принадлежит финансовому менеджеру, его психологическим качествам. Финансовый менеджер, занимающийся вопросами риска, должен иметь два права: право выбора и право ответственности за него. Право выбора означает право принятия решения, необходимого для реализации намеченной цели рискованного вложения капитала. Решение должно приниматься менеджером единолично. В риск-менеджменте из-за специфики, которая обусловлена особой ответственностью за принятие риска, нецелесообразно, а в отдельных случаях и вовсе недопустимо групповое принятие решения.

Если концептуально оценивать функции менеджеров линейного и среднего звена, то им свойственны представления о риске как о «неопределенности». Риск «как возможность» часто соответствует точке зрения высшего руководства организации и сотрудникам подразделений планирования и развития. В подобных ситуациях приходится глубже разбираться в обстоятельствах, применять специальные эвристические и формальные

методы решения задачи выбора. И не всегда эти методы просты. Иная задача требует от ЛПР специальных теоретических знаний, специальных умений и т.п.

Но ведь ЛПР не может и не обязано знать всего, что может потребоваться для решения произвольной задачи принятия решения в условиях риска. И истинно рациональный подход в изучении технологии и методов принятия решений должен состоять в том, чтобы выяснить, с какими типами «механизмов» рискованных ситуаций чаще всего сталкивается ЛПР того или иного уровня руководства, какие типичные задачи ему приходится решать. Если это будет сделано, тогда далее можно будет целенаправленно, по мере необходимости, по частям изучать сложные методы анализа риска и совершенствоваться в их применении.

На рис. 5.7 представлена диаграмма упорядочения основных типов задач принятия решений в условиях риска. Само упорядочение произведено на основе анализа частоты обращения к той или иной задаче тем или иным из руководителей. Для удобства отображения на диаграмме основным типам «рискованных» задач присвоены краткие наименования, отражающие свойства того или иного источника риска. Так, задача принятия решений в условиях стохастической неопределенности получила краткое обозначение «Случайность», в условиях поведенческой неопределенности — «Конфликт», а в условиях действия природно-неопределенных факторов — «Природа». На горизонтальной линии диаграммы отмечены «зоны ответственности» менеджеров на различных концептуальных уровнях руководства — «Исполнитель», «Администратор», «Руководитель звена отрасли» и «Высшее руководство».

Частоты обращения менеджера к тем или иным типам задач моделируются высотами прямоугольников и задают уровни упорядочения задач. При этом, чем высота прямоугольника больше, тем соответствующая задача чаще встречается в практике руководства менеджера данного иерархического уровня. Внутри прямоугольников вписаны краткие наименования типов задач. Анализ диаграммы на рис. 5.7 показывает, что, например для низшего уровня руководства, типа «Исполнитель», наиболее характерной оказывается задача принятия решений в условиях стохастического риска. Именно на этом уровне руководства проявляется массовость однотипных явлений, действуют типичные механиз-



Рис. 5.7. Диаграмма упорядочения основных типов задач принятия решений в условиях неопределенности для менеджеров на различных уровнях иерархии управления

мы случайности. Например, типичными оказываются ошибки риэлтера в оценке величины рыночной стоимости объектов оценивания, ошибки принятия решений руководителем ОТК по результатам контроля партии готовой продукции. Кроме того, этого класса менеджеры непосредственно руководят работой персонала на оборудовании и технике и, следовательно, на их плечи ложатся задачи, связанные с исключением простоя дорогостоящего оборудования, с устранением неисправностей и поломок техники, на них напрямую действуют отказы поставщиков и смежников и т.п.

Примерно такая же частота решения задач в условиях случайности наблюдается и для категории «Высшее руководство». Однако причина того, что основным типом задачи принятия решений здесь оказывается «Случайность», иная. На столь высоком уровне руководства результат взаимодействия огромного числа факторов самой разнообразной природы нивелирует их последствия, выводит их на уровень статистической закономерности. Примерно столь же часто на высшем уровне руководства приходится решать задачи в условиях природного риска. Задачи принятия решений в условиях природной неопределенности весьма характерны для деятельности «Руководителя звена», а разрешение «Конфликта» — типичная работа «Администратора» и все того же «Руководителя звена».

Таким образом, профессионализм в управлении рискованными ситуациями имеет решающее значение. Сам уровень профессионального риска менеджера при этом в значительной степени зависит от его личного восприятия ситуации, от его опыта, знаний, интуиции. Поэтому в стратегическом плане для успешного управления риском на всех уровнях оперирования организации необходимы целенаправленное управленческое образование, развитая система учета номинаций и характеристик на разных уровнях руководства, гибкая систем реагирования на потребности в изменении уровней притязаний в цикле контроля управления риском.

Итак, одна из основных ценностей любой коммерческой организации — это ее персонал. Предел эффективности функционирования предприятия — это та ситуация, когда работа каждого из его сотрудников приносит предприятию больше выгоды, чем затраты на оплату труда. Поэтому утрата услуг таких сотрудников превращается для предприятия в экономический ущерб. Предприятие может утратить эту ценность в результате неожиданного увольнения, потери трудоспособности, отставки или выхода на пенсию. Бывает, что важность какого-то сотрудника для организации оказывается столь большой, что сама возможность ведения бизнеса после утраты этого специфического таланта становится проблематичной. Обычно все частные фирмы переживают подобные черные периоды в момент смерти или отставки их основателей.

Кроме ценности услуг таких сотрудников их уход или гибель может повлечь расходы на пенсии, ритуалы и прочие привилегии, которыми организация обязана человеку или его наследникам. Чтобы привлечь и удержать хороших сотрудников, многие организации предоставляют им дополнительные привилегии по здравоохранению, оплате нетрудоспособности, пенсиям, отпускам и т.п. Одни из таких привилегий определяются трудовым законодательством, другие — внутренними правилами. Оплата этих обязательств становится прямыми издержками в дополнение к утрате работника. Таким образом, стоимость привилегий добавляет новое измерение проблеме содержания ключевого персонала.

А вот, например, банковская сфера деятельности. Из-за закрытости этой сферы и обязательности неразглашения банковской тайны текучесть кадров здесь особенно нежелательна. Не исключено, что уход служащего любого более или менее высокого ранга, обладающего конфиденциальной информацией, может

грозить банку финансовым крахом. И только положительная деловая и психологическая атмосфера в банке могут удержать работника, предотвратить текучесть ценных кадров и «утечку» конфиденциальной информации. И еще. Банковская сфера предъявляет высокие требования к ответственности работы персонала. При этом наличие благоприятной внутренней атмосферы в коллективе банка снижает вероятность ошибок, цена которых порой измеряется огромными суммами.

Рассмотрим достаточно простую методику установления характеристик личного отношения к риску. Она базируется на уже известных нам представлениях и понятиях: уровень ответственности личным имуществом, готовность участвовать в «лотерее», «достоверный эквивалент лотереи», и др. Предполагается, что предприятие (фирма, организация) состоит из взаимодействующих субъектов (персонала, сотрудников), объединенных общей целью деятельности. Однако эта цель имеет два аспекта. «Внешний аспект» обусловлен социальной значимостью самой организации. Однако люди приходят в организацию, чтобы решить свои собственные, личные задачи. Это, так сказать, «внутренний» аспект задачи, определяющий личную заинтересованность персонала.

В зависимости от того, как люди соотносят для себя важность каждого из указанных аспектов, а также от того, насколько удачно они распределены по должностям внутри фирмы, зависят шансы на процветание фирмы (наоборот — на стагнацию). Оценивая риск, который в состоянии принять на себя фирма, предприниматель, прежде всего, исходит из профиля ее деятельности, а также наличия необходимых ресурсов для реализации программы финансирования возможных последствий риска. Степень допустимого риска при этом обычно определяют с учетом таких факторов, как размер основных фондов, объем производства, уровень рентабельности и т.п. Чем большим капиталом обладает предприятие, тем оно менее чувствительно к риску и тем смелее предприниматель может принимать решение в рискованных ситуациях.

Понятно, какое значение при этом имеет то, насколько каждый субъект лично склонен или не склонен к риску. Это обстоятельство назовем индивидуальной доминантой риска (ИДР). Полностью избежать риска невозможно, даже при условии предельно осторожных действий. Человек подвержен страстям. Та должность, на которую он назначен, порой просто заставляет его рисковать, иначе он не выполнит свою функцию в организации.

Поскольку люди психологически достаточно инертны, их поведение на службе, то, какой риск они допускают в ходе исполнения служебных обязанностей, сильно коррелированно с ИДР. Можно утверждать, что, если человек не склонен к риску в личных поступках, в быту, то в среднем он, скорее всего, будет несклонен к риску и на службе. Хотя, конечно, бывают существенные отклонения от «среднего» поведения.

На основе теоретических понятий «базовая лотерея» или «достоверный эквивалент» рассмотрим простую методику оценки ИДР, а затем распространим полученные результаты на оценку степени организационного риска фирмы. Оказывается, что методика оценки указанных компонентов риска достаточно проста. Предпринимателю рекомендуется при решении задачи подбора персонала учитывать как индивидуальные доминанты риска отдельных претендентов, так и допустимую степень организационного риска для всей фирмы.

Для того чтобы учесть обе указанные нами цели деятельности субъектов в организации, оценку ИДР будем проводить для двух составляющих, условно названных «персональный» и «деловой» риск. «Персональный риск» — это и отношение к расходованию дефицитных ресурсов в надежде улучшить свое нынешнее положение, и взгляды на возможность наступления неблагоприятных событий в будущем, и стремление получать пусть не очень большой, но зато — гарантированный доход вместо того, чтобы рисковать последним, что есть, и многое другое. «Деловой риск» — это способность рационально мыслить, понимая, например, что невозможно получить существенную прибыль, не занимаясь инновациями, не вкладывая деньги в, так сказать, «сомнительные проекты», не защищая свой бизнес от конкурентов, даже ценой блефа или некоторого нарушения «общепринятых норм» и т.п.

Что касается оценки степени организационного риска фирмы, то под ним будем понимать последствия конкретной расстановки индивидов по должностям, а также последствия неизбежных трений между персоналом и руководством, между отдельными лицами внутри персонала, а также последствия несоответствия индивида занимаемой должности. Например, руководителю по статусу положено требовать, а персоналу подчиняться, сразу несколько работников могут претендовать на более выгодную должность — все это, подчас, вовсе не придает теплоты и открытости в отноше-

ниях между людьми, порождает конфликты, ведет к риску срыва достижения целей организации.

В качестве исходных данных для определения ИДР будем использовать обобщенные оценки личного имущественного положения субъекта, а также некие гипотетические ситуации, в которых ему пришлось бы принимать решения, если бы он исполнял обязанности менеджера [91]. Предположим, что в ходе интервьюирования претендента о его личном финансовом состоянии от него были получены следующие ответы (в условных денежных единицах):

- стоимость личного имущества (включая все виды собственности) — 1 000 000;
- долги (займы, залладные) — 500;
- финансовые ресурсы в чистом виде (после выплаты налогов) — 400.

Внесем эти данные как исходные для дальнейших расчетов в таблицу оценки индивидуальной доминанты риска (табл. 5.21). Перечисленные данные для выразительности занесены в затемненные ячейки.

Таблица 5.21

Таблица оценки индивидуальной доминанты риска (ИДР)

Тип оцениваемого риска		Оцениваемые факторы и характеристики	Зафиксированные исходные данные и реакции на гипотетические управленческие ситуации		Рассчитываемые индикаторы готовности принимать риск																			
1		2	3	4	5																			
«Персональный риск»	а)	Отношение к долговым обязательствам	«Долги» 500	«Имущество» 1000	Процентное отношение $\frac{(3a')}{(4a')} \cdot 100\%$																			
	б)	Реакция на персональные рискованные инвестиции (вероятность потерь 50%)	Наименьшая величина чистого дохода от рискованной инвестиции «50/50»	«Финансовые ресурсы» 400	Отношение $\frac{(3a')}{(4a')} \cdot 100\%$																			
	в)	Ранжирование инвестиционных проектов получения рискованного дохода	<table><tr><td>Варианты</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Номера мест вариантов</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table>			Варианты										Номера мест вариантов	1	2	3	4	5	6	7	8
Варианты																								
Номера мест вариантов	1	2	3	4	5	6	7	8	9															

1	2	3	4	5							
«Деловой риск»	Реакция на рискованные инвестиции в бизнесе (вероятность потерь 50%)	Наименьшая ставка дохода, при которой вы сделаете инвестицию: в, %	Обычная ставка дохода, при инвестициях: у, %	Отношение наименьшей рискованной ставки к обычной $\frac{x}{y}$							
	Риск оперативных решений (отказ от судебного разбирательства или склонность к нему)	Самая низкая вероятность выигрыша дела в суде, при которой Вы решились бы передать дело в суд: p_s									
	Самооценка склонности к риску в сравнении с другими менеджерами такого же или близкого уровня в вашей фирме	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr></table> Намного меньшая готовность пойти на риск Намного большая готовность пойти на риск				1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7					

Какие критерии «персональной» рискованности мы можем предложить? Прежде всего, целесообразно использовать размер доли имущества, которая может быть вложена в рискованный проект. Однако при этом многое будет зависеть от размера выгоды. Тогда можно взять «размер долгов» в отношении к «размеру имущества». Вычислим процентное отношение долгов (ячейка 3а) к стоимости личного имущества (ячейка 4а) и результат занести в ячейку 5а. Эта величина будет нами использована для оценки личной степени рискованности субъекта.

Итак, все просто. То, как человек относится к своему имуществу, и то, насколько он вообще склонен к индивидуальному риску, — обстоятельства весьма сильно взаимосвязанные. Если человек относится к своему имуществу весьма легкомысленно, если в любой момент он способен его заложить (за долги), вложить свои деньги в какие-то проекты, и т.п., то такой человек способен сильно рисковать. Если же долги вообще не берутся, а вложения в бизнес делаются крайне осторожно, составляют очень малую долю имущества или наличности, то такой человек, скорее не склонен к риску.

Продолжим заполнение остальных ячеек табл. 5.21. Для этого примем во внимание, что не менее важное обстоятельство, которое можно использовать при оценке индивидуальной склонности человека к риску, — это то, как он готов распорядиться имеющейся у него наличностью. Наличности всегда не хватает (на жизнь, на поддержание здоровья, на учебу, на представительство и т.п.). Предположим, что человек мыслит реально и готов рискнуть лишь половиной имеющейся у него наличности. Тогда, для формирования еще одного критерия индивидуального отношения к риску можно использовать такой подход. Предложите субъекту хорошенько подумать и указать сумму, ради которой он согласился бы рискнуть половиной имеющейся у него наличности, против возможности оставить все как есть («status quo»). Полученный в результате теста ответ занесите в ячейку **36** табл. **5.21**. Идею подобного теста на рискованное вложение денег иллюстрирует рис. 5.8.

Более тонко измерить **ИДР** можно, если усложнить задачу оценки привлекательности рискованного предприятия, считая, что возможны не только два исхода («Успех» и «Неудача»), но и различные градации результатов для них.

Практика показывает, что наиболее часто в качестве таких градаций «Успеха» и «Неудачи» рассматривают:

- для исхода, классифицируемого как «успех»:
- ✓ «гарантированная оценка» — инвестиция не будет потеряна (по крайней мере, эти деньги удастся вернуть);



Рис. 5.8. Иллюстрация идеи теста на рискованное вложение денег

- ✓ доход составит не менее 50% размера инвестиции;
- ✓ доход составит не менее 100% размера инвестиции;
- для исхода, классифицируемого как «неудача»:
 - / потеря не менее 10% инвестиции;
 - / потеря не менее 50% инвестиции;
 - / потеря всей инвестиции (полный провал рискованной операции).

Результаты y_i для шести перечисленных исходов рискованной инвестиции и вероятности P_i их получения, как мы знаем, можно отобразить графически в виде «лотереи». Лотерея с обозначенными на ней результатами и вероятностями исходов рискованной инвестиции представлена на рис. 5.9.

Иногда инвестиционные лотереи можно достаточно просто сравнивать по предпочтительности. Например, мы помним, что если вероятности выигрышей у одной из лотерей больше, чем у другой, при одинаковых величинах выигрышей и при этом вероятности проигрыша у нее же меньше при одинаковых проигрышах, то, очевидно, первая инвестиционная лотерея лучше, чем

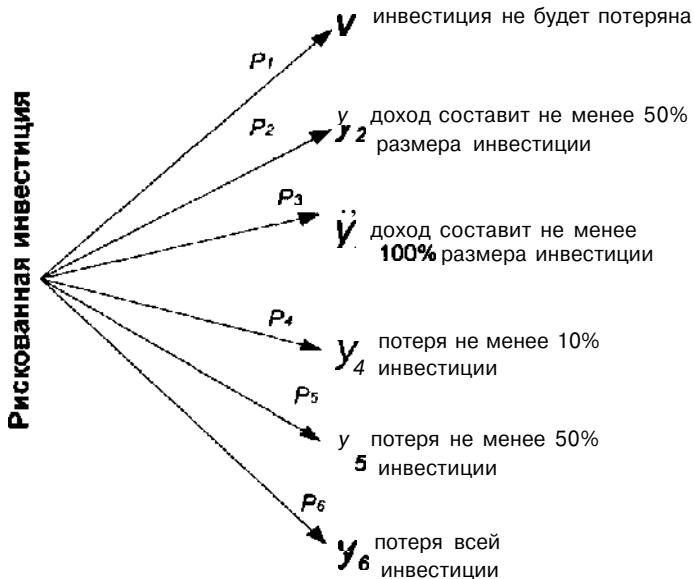


Рис. 5.9. Лотерея с результатами и вероятностями исходов рискованной инвестиции

вторая. Например, достаточно просто убедиться, что из двух альтернативных лотерей a_1 и a_2 , представленных на рис. 5.10, первая лотерея a_1 предпочтительнее второй лотереи a_2 .

Но мы также помним, что сложно сравнить лотереи, у которых исходы и вероятности «тянут одеяло на себя». Представим испытуемому претенденту на вакантную должность девять альтернативных инвестиций, характеристики которых помещены в табл. 5.22.

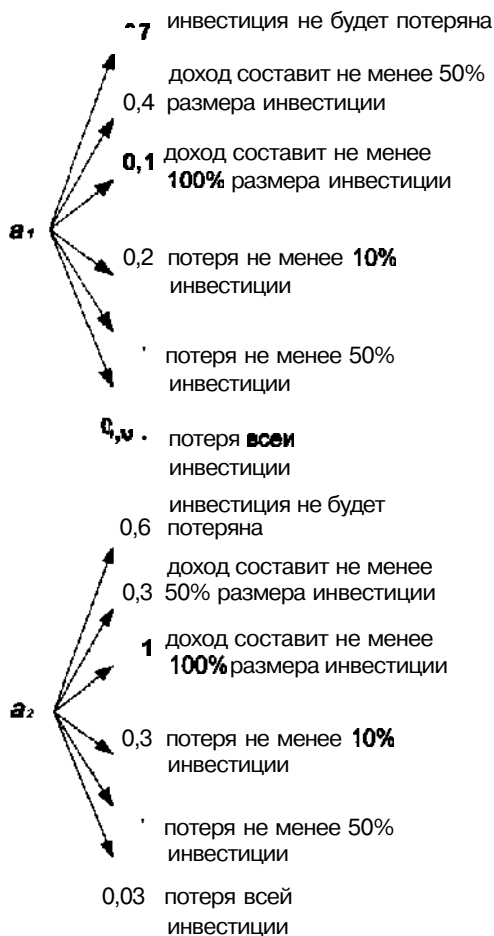


Рис. 5.10. Лотереи a_1 и a_2 для сравнения

Распределение вероятностей на результатах рискованных альтернатив

Альтернативные инвестиции с характеристиками $\left(\frac{M[\bar{y}(a)]}{\sigma_{y(a)}} \right)$	Исходы рискованной инвестиции					
	«Получить хоть какой-то доход»	«УСПЕХ» (результат превысил инвестицию)		«НЕУДАЧА» (результат ниже инвестированных средств)		
	Y_1 : «инвестиция не будет потеряна»	Y_2 : «доход составит не менее 50% размера инвестиции»	Y_3 : «доход составит не менее 100% размера инвестиции»	Y_4 : «потеря не менее 50% инвестиции»	Y_5 : «потеря не менее 50% инвестиции»	Y_6 : «потеря всех 100% инвестиции»
$a_1 \left(\frac{20}{50} \right)$	0,65	0,27	0,05	0,27	0,08	0,01
$a_2 \left(\frac{10}{30} \right)$	0,63	0,09	0,00	0,25	0,02	0,00
$a_3 \left(\frac{30}{70} \right)$	0,67	0,39	0,16	0,28	0,13	0,03
$a_4 \left(\frac{15}{60} \right)$	0,60	0,28	0,08	0,34	0,14	0,03
$a_5 \left(\frac{5}{40} \right)$	0,56	0,13	0,01	0,35	0,08	0,00
$a_6 \left(\frac{35}{60} \right)$	0,72	0,40	0,14	0,23	0,08	0,01
$a_7 \left(\frac{25}{40} \right)$	0,74	0,26	0,03	0,19	0,03	0,00
$a_8 \left(\frac{15}{20} \right)$	0,77	0,04	0,00	0,11	0,00	0,00
$a_9 \left(\frac{25}{80} \right)$	0,62	0,38	0,17	0,33	0,17	0,06

Концептуально эти альтернативы отличаются величинами ожидаемого значения результата (в виде процента от первоначальной инвестиции) и значениями характеристики разброса этого результата, среднего квадратического отклонения (также в процентах). Например, альтернатива a_1 в среднем дает 20% от суммы первоначальной инвестиции со средним квадратическим отклонением (СКО) 50%, а альтернатива a_6 — в среднем 35%, но с СКО 60%.

Легко заметить, что альтернативы в табл. 5.22 как бы сгруппированы по указанным характеристикам ожидаемого дохода и его разброса. В частности, можно выделить три группы:

- низкодходные альтернативы ***a₂***, ***a₅***, ***a₈*** (в среднем от 5 до 15% дохода), которые имеют несколько меньшие разбросы возможных значений (СКО от 20 до 40%);
- среднедоходные альтернативы ***a₁***, ***a₄***, ***a₇*** (в среднем от 15 до 25% дохода), которые имеют средней величины разбросы возможных значений (СКО от 40 до 60%);
- высокодоходные альтернативы ***a₃***, ***a₆***, ***a₉*** (в среднем от 25 до 35% дохода), которые имеют большие разбросы возможных значений (СКО от 60 до 80%).

Разумеется, что каждый индивид выберет то, что на его взгляд более предпочтительно. Потребуйте, чтобы испытуемый упорядочил альтернативы из табл. 5.22 по убыванию предпочтительности. Пусть он на первое место поставит наиболее предпочтительный, по его мнению, инвестиционный проект, а на последнее, девятое место — наименее предпочтительный. Результат упорядочения (то, что мы именовали ранжировкой) запишем в строку в) табл. 5.21. После этого в качестве индикатора ИДР можно использовать ранг, который получил в ранжированном ряду какой-то определенный проект. В качестве такого контрольного инвестиционного проекта установим наиболее рискованную альтернативу ***a₉***.

Теперь попробуем обобщить результаты оценки персонального риска, которые занесены нами в строки а), б) и в) табл. 5.21. Для этого вначале сделаем выводы по результатам оценки частных составляющих персонального риска. Эти выводы сформируем по следующим правилам:

- на основании анализа результата из ячейки 5а можно уверенно полагать, что субъект лично рискован, если он способен взять в долг или вложить (инвестировать) более 20% суммарной стоимости своего личного имущества (все виды собственности плюс имеющиеся деньги). Субъекта следует считать не рискующим, если он никогда не вложит в любой проект более 8—10% своего имущества, а если такая доля составит от 10 до 20%, то такого субъекта можно считать нейтрально относящимся к риску;
- на основании анализа результата из ячейки 5б можно утверждать, что если сумма, ради которой субъект готов по-

жертвовать половиной имеющихся у него денег, менее 2,5 имеющейся у него на данный момент наличности, то такой человек скорее склонен к риску, а если эта сумма не менее, чем в 5 раз выше текущей наличности субъекта, то его следует признать не склонным к риску;

- если наиболее рискованная альтернатива **а₉** занимает в ранжировке испытуемого в строке а) любую из трех первых позиций, то субъект склонен к риску, а если любую из трех последних, то субъект не склонен к риску.

Обобщающий вывод по результатам приведенных оценок строим следующим образом. Если *не менее двух из трех* проведенных тестов дают одинаковые результаты, то это свидетельствует о вполне конкретной ИДР, и обобщающий вывод строим в соответствии с этими двумя частными выводами. Например, если дважды тесты показали, что индивид «склонен к риску», а один раз — «безразличен» или «не склонен к риску», то общий вывод — «склонен к риску».

Теперь перейдем к оценке индивидуальной доминанты риска в бизнесе («Деловой риск»). При этом воспользуемся следующими критериями:

- личная оценка ставки сверхдохода для рискованного портфеля инвестиции;
- личный индикатор оптимизма;
- ранг самооценки личного риска.

Для оценки величины личной ставки сверхдохода формируют гипотетический рискованный портфель инвестиции по следующей схеме: половина всех имеющихся средств вкладывается в надежные бумаги с небольшой стандартной процентной ставкой $y, \%$, а другая половина — в бизнес, дающий с шансами «50/50» сверхдоходную ставку $x, \%$ » $y, \%$, или — «ничего». По сути, речь идет об определении достоверного эквивалента базовой лотереи с равновероятными исходами. Итак, в результате возможными исходами подобной рискованной инвестиции (с шансами «50/50») могут оказаться — y » $y, \%$ или только

половина — возможного стандартного дохода. Гарантированной альтернативой для принятия решения выступает вложение всех инвестиционных средств в надежные ценные бумаги с гарантированной ставкой $y, \%$.

Испытуемый претендент на вакантную должность обязан назвать конкретное значение $x, \%$, которое, по его мнению, делает одинаково предпочтительными рискованный портфель и гарантированную альтернативу. Эквивалентность альтернатив при выборе иллюстрирует схема на рис. 5.11.

Значение гарантированной ставки $y, \%$ и указанное испытуемым значение ставки $x, \%$ сверхдохода заносятся в исходную таблицу (табл. 5.21). После этого вычисляют отношение $\frac{x}{y}$ наимень-

шей ставки к обычной ставке и также заносят его в табл. 5.21.

Переходим к оценке личного индикатора оптимизма. По сути, это оценка субъективной вероятности того, что любая критическая ситуация, если она вдруг сложится, разрешится благоприятно.

В качестве тестовой критической ситуации рассматривают судебное разбирательство. Испытуемый должен указать, какова, по **его** мнению, должна быть **вероятность p** , выиграть дело в суде по иску в размере – половины личных финансовых ресурсов s

(ячейка **4б** в табл. **5.21**). При этом в случае неудачи ему придется заплатить неустойку в размере **(1,2—1,5)s**. Иными словами, в случае неудачного исхода дела в суде исковая ответственность на 20—50% превысит полный размер всех финансовых ресурсов, то есть для испытуемого наступит полный финансовый крах. Рас-

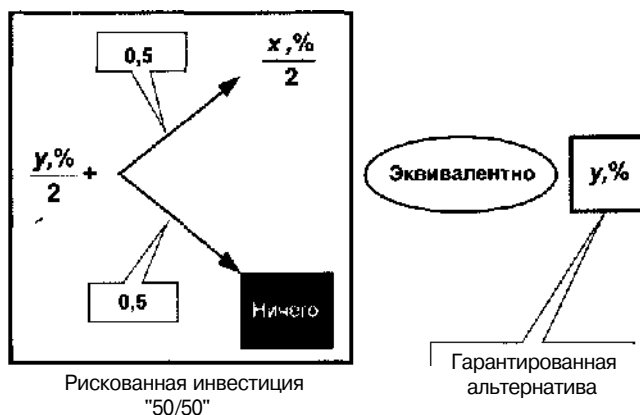


Рис. 5.11. Схема эквивалентности альтернатив при выборе

смотренную гипотетическую ситуацию с передачей дела в суд иллюстрирует схема на рис. 5.12.

Величину вероятности p_s заносим в предпоследнюю строку табл. 5.21 и будем далее использовать в качестве личного индикатора оптимизма испытуемого.

Последний критерий оценки допускаемого личного делового риска в бизнесе — ранг самооценки личного риска по семи-балльной шкале. Эту оценку испытуемый выносит себе самостоятельно, проставляя какой-либо знак (например, крестик) в соответствующей позиции ранговой линейки в последней строке табл. 5.21. При этом, например, если испытуемый считает, что он лично готов в незначительной или малой степени пойти на риск в бизнесе, то ему следует поставить знак в одной из первых трех позиций, а если в значительной или даже в большой степени, то в шестой или седьмой позициях.

Теперь с целью вынесения итогового суждения проанализируем все данные, занесенные нами в табл. 5.21. Оценку степени «Делового риска» в бизнесе в общей картине ИДР субъекта по приведенным критериям и результатам табл. 5.21 строим по следующим правилам:

- если $\frac{x}{y} < 2,5$, то испытуемый «склонен к риску» в отношении реакции на рискованные инвестиции в бизнесе, а если $\frac{x}{y} > 40$, то — «не склонен к риску»;



Рис. 5.12. Схема гипотетической ситуации с передачей дела в суд

- если личный индикатор оптимизма, субъективная вероятность $p_s < 0,4$, то испытуемый должен характеризоваться как «склонный к риску», а если $p_s > 0,6$, то — «не склонный»;
- ранг самооценки личного риска: если знак в одной из первых трех позиций, то индивид «не склонен к риску», а если в двух последних — «склонен».

Обобщающий вывод по результатам оценок делового риска претендента строим аналогично правилам формирования итоговой оценки по отношению к индивидуальному риску: если *не менее двух из трех* проведенных тестов дают одинаковые результаты, то это достаточно уверенно свидетельствует о конкретной индивидуальной доминанте по отношению к деловому риску. Значит, по правилу «не менее, чем 2 из 3-х» выносим решение: если дважды тесты показали, что претендент «склонен к риску», а один раз — «безразличен» или «не склонен к риску», то общий вывод — «склонен к риску», и наоборот. Равномерность оценок по каждому из критериев может рассматриваться как свидетельство «нейтрального» (взвешенного) отношения к деловому риску.

Теперь можно переходить к оценке степени организационного риска фирмы (ОРФ). Он, как мы уже отмечали, определяется расстановкой персонала по должностям и рядом других факторов. Так, например, успешность работы менеджеров в различных сферах управления организацией напрямую определяется не только их подготовленностью к исполнению обязанностей, но и личным отношением к риску. Хорошо известно, что между понятиями *знать и уметь*, а также *уметь и мочь* — весьма значительная разница.

В табл. 5.23 представлена информация о наиболее предпочтительных соответствиях для руководства организацией в парах «должность — личное отношение к риску». Для оценки степени близости конкретной организации к указанному в табл. 5.23 «идеалу» достаточно в последнюю колонку табл. 5.23 вписать оценки отношения к риску должностных лиц на данный момент и — станет ясно, как проводить кадровую политику.

**Наиболее предпочтительные соответствия для руководства организацией в парах
«должность — личное отношение к риску»**

Уровень управления организацией	Наиболее предпочтительный уровень допускаемого риска	Реальная картина (status quo)
Высшее руководство (сфера выбора миссии, определения стратегии)	Значительная склонность к персональному и деловому риску	
Управление финансами	Несклонность к риску (в сильной или средней степени)	
Управление технологическими процессами	Нейтральное отношение или незначительная несклонность к риску	
Кадровая работа	Нейтральное отношение к риску	
Снабжение и сбыт	Взвешенно рискованные	
Оперативное управление персоналом	Значительная склонность к риску	

Концепция информационно-аналитического обеспечения автоматизации поддержки принятия управленческих решений

6.1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Как уже отмечалось в первых разделах учебника, принятие решений в процессе управления организацией целесообразно рассматривать как процесс последовательного решения (разрешения) возникающих проблем. При этом под организацией будем понимать двух или более людей, взаимодействующих в пределах установленных властных отношений с использованием имеющихся ресурсов для достижения общей цели [83].

Процесс выбора управленческих решений предусматривает несколько этапов, основное содержание работ на которых составляют:

- целевыявление;
- собственно обоснование и принятие решения;
- организация и контроль исполнения решения.

На каждом из перечисленных этапов используется соответствующий методический аппарат, содержащий формальные и неформальные процедуры переработки имеющейся у ЛПР информации. При этом ЛПР вынуждено использовать, с одной стороны, собственный опыт, интуицию, эвристические приемы и, с

другой стороны, системный анализ, методы управления, моделирования, исследования операций, оценки эффективности систем и другое, т.е. весь «арсенал» известных ему методов и средств. Названная последовательность действий ЛПР приводит к искомому решению.

Иными словами, сложилась определенная технология выбора управленческих решений — совокупность методов, способов, процедур и средств анализа ситуации, постановки проблем, обоснования и принятия рациональных решений, организации и контроля их исполнения.

В большинстве практически важных случаев, имеющих место в экономической сфере, от ЛПР требуются весьма высокая теоретическая подготовка и твердые практические навыки применения технологии выбора решений, причем зачастую при действиях в условиях дефицита времени и других ресурсных ограничениях. Более того, уместно говорить о существовании противоречия между сложностью и ответственностью принимаемых должностным лицом решений и его возможностями. Способом разрешения этого противоречия выступает организация поддержки деятельности ЛПР.

Сущность поддержки принятия решений (на всех уровнях) заключается в том, что руководитель, несущий полную ответственность за принимаемые решения, в силу сложности и неструктурированности возникающих перед ним проблем, трудностей их решения и наличия ограничений нуждается в систематической помощи со стороны других (подчиненных ему или привлекаемых «со стороны») должностных лиц.

Такая поддержка, вообще говоря, оказывалась руководителю (естественно, начиная с определенного уровня в иерархии управления) всегда. Каждое ЛПР формировало (и сегодня формирует) свою систему поддержки принятия решений. Первоначально использовался так называемый аппарат (персонал) поддержки (заместители; помощники; референты; эксперты; менеджеры; специалисты и т.п.), обладающий формальными и неформальными знаниями в соответствующей предметной области. В некоторых случаях, например в интересах высших государственных лиц, используются и коллективные органы поддержки, например, Президентский совет или экспертный совет при Правительстве РФ. В течение длительного времени «человеческой» поддержки было вполне достаточно для принятия по-

давляющего большинства пригодных решений. Однако со временем названное выше противоречие вновь обострилось — уже на новом витке диалектической спирали. Необходимость разрешения этого противоречия вызвала к жизни новую, человеко-машинную технологию поддержки деятельности ЛПР, основанную на использовании АИС и современных средств коммуникации. Строго говоря, ЭВТ в процессе поддержки ЛПР может и не занимать ведущее положение или даже вообще не использоваться. Но тогда вся сложность поддержки принятия решений руководителя возлагается на персонал поддержки и организацию его работы, что выдвигает очень высокие — а часто и невыполнимые — требования к окружению ЛПР. Поэтому сегодня, говоря о поддержке ЛПР, следует иметь в виду именно человеко-машинную технологию.

Термин поддержка решений впервые стал появляться в зарубежной печати в начале 70-х годов прошлого века [52]. Напомним, что в то время доминировала концепция так называемых информационно-управляющих систем (англ. MIS — Management Information System). А. Горри и М. Скотт Мортон выделили СППР (англ. DSS — Decision Supported System) в самостоятельный класс АИС, обеспечивающих решение руководителями неструктурированных проблем, таких, например, как разработка бюджета; планирование НИР и ОКР; долгосрочное прогнозирование и т.п.

В дальнейшем СППР как класс АИС интенсивно развивались, и сегодня можно сказать, что СППР — это интерактивная АИС, использующая модели выбора решений, обеспечивающая пользователям удобный и эффективный доступ к централизованным и распределенным информационным ресурсам и предоставляющая им разнообразные возможности по переработке и отображению информации.

Применение ПЭВМ и телекоммуникационных средств в интересах поддержки принятия решений руководителем придало самой технологии поддержки ряд новых положительных черт. Укажем основные из них:

- строгая дисциплина и упорядоченность;
- системность поддержки деятельности ЛПР;
- возможность научного обоснования решений;
- возможность проведения модельных экспериментов;
- многовариантность, комплексность и гибкость анализа;

- наглядность и образность отображения результатов;
- документируемость всех этапов работы.

Отметим ряд обстоятельств, характеризующих саму идею поддержки принятия решений [52]:

- в этой идее гораздо меньше притязаний, чем в идее оптимизации решений: руководитель на основе концепции так называемой ограниченной рациональности вынужден принимать удовлетворительные (пригодные, а не лучшие) решения, пользуясь поддержкой подчиненных, каждый из которых на своем месте, возможно, принимает и оптимальные решения;
- инициатива поддержки всегда исходит от руководителя, по его потребности;
- организуя поддержку своей деятельности и контролируя ее ход, руководитель в большинстве случаев использует диалоговый режим.

Должностным лицам в практике их деятельности приходится принимать различные по типам решения. Зарубежные и отечественные специалисты обычно все управленческие решения в зависимости от их важности для организации делят на оперативные, тактические и стратегические. Но в нашей экономической науке такая терминология не вполне конструктивна, поскольку все привыкли к другому соотношению оперативного и тактического уровней. Поэтому в дальнейшем будем считать, что существуют три типа управленческих решений:

- текущие (или диспетчерские);
- тактические;
- стратегические.

Как правило, каждое ЛПР по мере необходимости разрешения возникающих в управляемой им системе проблем принимает все типы решений. Вместе с тем доля решений того или иного типа, принимаемых каждым руководителем, зависит от его места в иерархии управления, размера организации и аппарата поддержки. На рис. 6.1 [52] схематично представлено влияние размера организации на время, которое ее высшее руководство вынуждено тратить на принятие решений того или иного типа (заметим, что «малой» обычно считают организацию, в которой работают менее 100 сотрудников).

На рис. 6.2 помещена прямоугольная диаграмма распределения рабочего времени руководителя по временному интервалу действия принимаемых решений.

К сожалению, следует признать, что очень часто труд управленцев практически всех уровней организован не лучшим образом. В подтверждение приведем табл. 6.1, в которую помещены

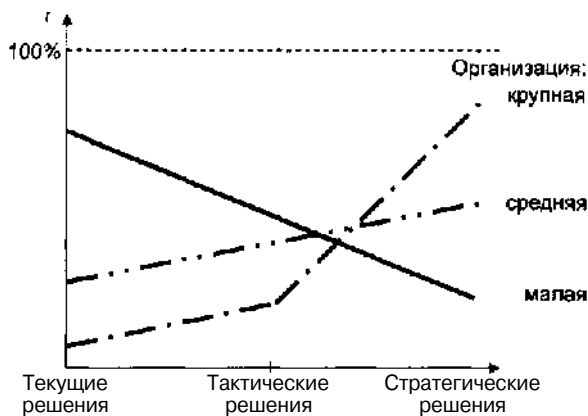


Рис. 6.1. Типовое распределение времени руководства организации на принятие решений

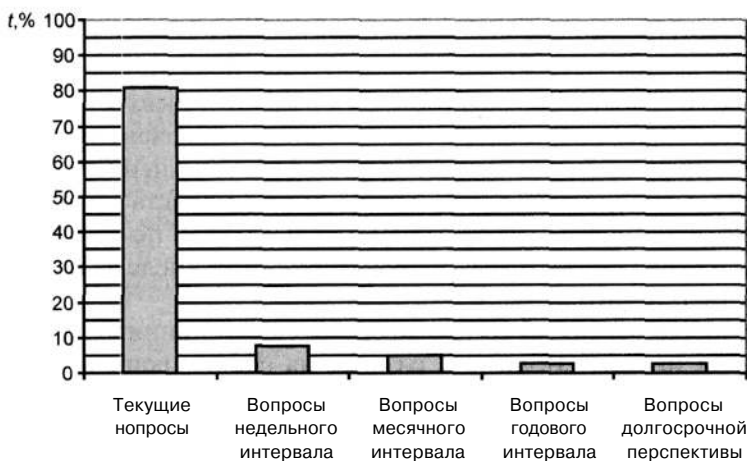


Рис. 6.2. Типовое распределение времени руководства по интервалам действия принимаемых решений

сведения о характерном распределении времени различных должностных лиц в течение рабочего дня (при всей условности подобных наблюдений и обобщений это представляется целесообразным).

Таблица 6.1

Распределение рабочего времени должностных лиц в течение дня, %

Вид деятельности	Должностные лица		
	Руководитель	Специалист (менеджер)	Технический персонал (опер. деж.. оператор)
Деловые контакты	47	23	-
Работа с документами	29	42	68
Телефонные переговоры	9	17	20
Командировки	6	-	-
Основная работа: ➤ анализ проблем и принятие решений; ➤ аналитическая работа; ведение учета	4	12	6
Прочее	5	6	6

Даже краткий анализ табл. 6.1 позволяет сделать три важных вывода: во-первых, все категории должностных лиц много работают с документами; во-вторых, только технический персонал основное рабочее время занят по главному назначению; в-третьих, крайне низкие доли времени на принятие решений у руководителя и на аналитическую работу у специалиста (менеджера, аналитика) придают особую значимость работам по организации поддержки этих видов деятельности, в том числе с помощью средств автоматизации.

Вообще говоря, весь процесс поддержки принятия решений тем или иным ЛПР трудно разбить на составляющие. Видимо, лучшим вариантом организации поддержки деятельности должностного лица было бы создание вокруг него некоей среды человеко-машинной поддержки, в которой главную роль играла бы собственно СППР. Однако с методической точки зрения целесообразно выделить три формы поддержки деятельности ЛПР [52]:

- информационную;
- вычислительную;
- интеллектуальную.

На рис. 6.3 схематично показано место СППР в системе принятия решения (СПР) при управлении некоторой экономической системой (чтобы не загромождать рисунок, на нем не изображены некоторые очевидные обратные связи). На рисунке обозначены:

$I_{ax1}, I_{ax2}, I_{ax3}, I_{ax4}$ — входная информация, поступающая к ЛПР; к СППР от внешних источников; АИС; СППР от АИС, соответственно;

$I_{пред}$ — информация о предложениях по вариантам искомого решения;

$I_{реш}$ — информация об окончательном решении ЛПР;

$I_{прогр}$ — информация о программе претворения решения в жизнь;

W — показатель эффективности деятельности организации (ЭИС).

Как следует из рисунка, основную роль в оказании каждой из форм поддержки деятельности ЛПР играют:

- автоматизированные информационно-справочные системы (прежде всего, построенные на основе технологий централизованной и распределенной обработки информации) — для информационной поддержки;

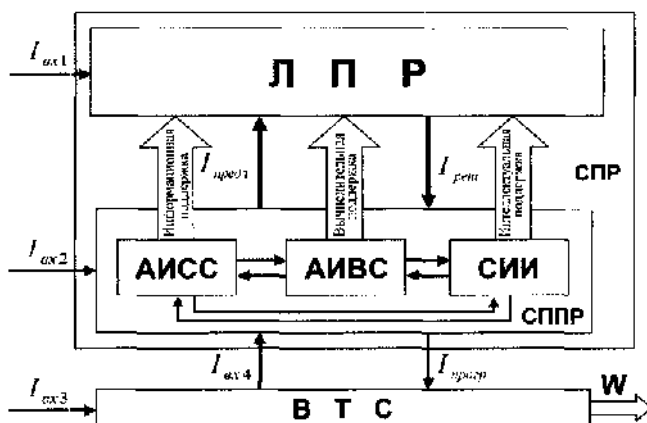


Рис. 6.3. Место СППР в системе принятия решений

- автоматизированные информационно-вычислительные системы (прежде всего, центры моделирования и проблемно-ориентированные имитационные системы) — для вычислительной поддержки;
- системы искусственного интеллекта (прежде всего, системы, основанные на знаниях, а из них — экспертные системы) — для интеллектуальной поддержки.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что три формы поддержки принятия решений должностным лицом выделены в методических целях, чтобы облегчить понимание особенностей организации каждой из форм поддержки на базе уже существующих АИС с учетом перспективных информационных технологий.

Таким образом, приступая к разработке СППР того или иного должностного лица, необходимо четко определить, во-первых, в рамках какой управленческой технологии и в каких областях организационного управления планируется поддержка его деятельности. Во-вторых, важно установить, на каких этапах выбора решения и претворения его в жизнь та или иная форма поддержки принятия решения играет определяющую роль. В-третьих, весьма целесообразно представлять характеристики поддерживаемых решений по их типам. Ответы на эти вопросы сведены в три таблицы.

В табл. 6.2 представлена краткая характеристика содержания восьми основных областей решений, принимаемых соответствующими ЛПР при управлении деятельностью некоторой экономической организации, и соответствующие им главные формы поддержки этих решений.

Таблица 6.2

Соответствие областей управленческих решений и главных форм их поддержки

Область решений	Краткое содержание деятельности ЛПР	Главные формы поддержки
1	2	3
Развитие	Выбор показателей и критериев эффективности деятельности организации; обоснование капиталовложений; реконструкция и новое строительство; запуск новых систем и снятие систем с эксплуатации	Интеллектуальная; вычислительная

Продолжение табл. 6.2

1	2	3
Реорганизация	Перестройка внутренней организационной структуры; слияние с другими организациями; изменение места в иерархии управления	Интеллектуальная; информационная
Управление	Выбор программы деятельности; регулирование деятельности организации	Интеллектуальная; информационная
Проектирование	Участие в разработке новых систем	Информационная
Технология	Участие в разработке и внедрение новых технологий	Информационная
Снабжение	Обеспечение организации всеми видами ресурсов	Информационная
Кадры	Подготовка; аттестация; расстановка	Интеллектуальная; информационная
«Культбыт»	Жилищное строительство; лечение; материальная помощь	Информационная

В табл. 6.3 представлены содержание этапов выбора решения и соответствующие им главные формы поддержки деятельности ЛПР.

Таблица 6.3

**Соответствие содержания этапов выбора решений
и главных форм их поддержки**

Этапы выбора решения	Главные формы поддержки
1	2
1. РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ 1. Формулировка цели и формирование результата операции. 2. Анализ условий предстоящих действий и формирование исходного множества стратегий. 3. Получение результатов. 4. Формализация предпочтений (выявление и измерение предпочтений, их обработка и анализ; формирование показателя и критерия выбора; построение функции выбора в различных условиях неопределенности). 5. Отыскание рациональных вариантов.	Интеллектуальная Интеллектуальная Информационная, вычислительная Все формы Вычислительная, интеллектуальная

1	2
II. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ Содержательный анализ рациональных альтернатив, интерпретация, адаптация их под особенности реальной ситуации, выбор наилучшего варианта — решения для реализации.	Интеллектуальная
III. РАЗРАБОТКА ПЛАНА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЯТОГО РЕШЕНИЯ	Информационная
IV. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКИ ДОСТИГНУТОГО РЕЗУЛЬТАТА	Все формы

В табл. 6.4 представлены основные характеристики типовых управленческих решений, принятие которых предполагается поддерживать в рамках некоторой СППР, и соответствующие им определяющие формы этой поддержки.

Таблица 6.4

**Соответствие характеристик типов управленческих решений
и соответствующих главных форм их поддержки**

Характеристика решения	Тип решения / главная форма поддержки		
	Текущее	Тактическое	Стратегическое
1	2	3	4
Степень структурированности решаемой проблемы	Структурированная, изученная проблема/Информационная	В основном структурированная проблема/Информационная	Неструктурированная, уникальная проблема/Интеллектуальная
Входная информация	Краткосрочные планы, графики, ведомости, распоряжения/Информационная	Среднесрочные планы, программы, директивы/Информационная	Долгосрочные документы управления, отчетные и справочные материалы/Информационная
Особенности обработки информации	Решение отдельных информационных и вычислительных задач, диспетчеризация/Информационная, вычислительная	Оптимизация, моделирование, краткосрочное прогнозирование и планирование/Информационная, вычислительная	Анализ, сопоставление, экспертиза, долгосрочное прогнозирование и планирование/Все формы

1	2	3	4
Выходная информация	Отчеты, донесения, сводки, распоряжения/Информационная	Среднесрочные планы, приказы, отчеты/Информационная	Перспективные планы, целевые программы, директивы/Информационная

Системой поддержки принятия решений называется АИС, предназначенная для автоматизации всех или большинства функциональных задач, решаемых конкретным должностным лицом [26].

Выделяются четыре категории должностных лиц, деятельность которых отличается различной спецификой переработки информации: руководитель, должностное лицо органа управления, оперативный дежурный, оператор. В соответствии с четырьмя категориями должностных лиц различают и четыре вида СППР: СППР руководителя (СППР Р), СГШР должностного лица органа управления (СППР О), СППР оперативного дежурного (СППР Д) и СППР оператора (СППР Оп).

Рассмотрим специфику деятельности должностных лиц, относящихся к каждой выделенной категории.

К категории «руководитель» относятся должностные лица, на которых возложено управление подчиненными должностными лицами (подразделениями) и принятие решений в процессе руководства. Основная форма деятельности руководителя — деловое общение.

Деятельность должностных лиц, относящихся к категории «руководитель», характеризуется следующими *особенностями*:

при централизации принятия решений резко возрастают объемы информации, уменьшается время на обдумывание и анализ, растут сложности комплексного учета всех факторов;

велика доля текущих задач, не позволяющих сосредоточиться на стратегических целях;

в процессе деятельности преобладают приемы, обусловленные привычками, опытом, традициями и другими неформализуемыми обстоятельствами;

при принятии решения руководитель не всегда в состоянии описать и даже представить достаточно полную умозрительную

модель ситуации, а вынужден использовать лишь некоторое представление о ней;

деятельность руководителя в значительной мере зависит от темперамента, от степени знаний причин и следствий, ясности представления взаимосвязей, объема имеющейся информации.

Перечисленные особенности деятельности должностных лиц категории «руководитель» обуславливают крайнюю сложность автоматизации их деятельности, которая содержит большое количество неформальных элементов, прежде всего таких, как оперативное и стратегическое управление, а также принятие решений. Исходя из особенностей деятельности руководителя, можно сформулировать следующие основные *требования*, предъявляемые к СППР Р:

1) наличие широкой информационной базы с возможностью оперативного поиска требуемой информации;

2) наглядность представления информации в форме, адаптированной к запросам конкретного должностного лица (текста, таблиц, графиков, диаграмм и т.д.);

3) обеспечение оперативной связи с другими источниками информации в системе управления и особенно с непосредственными помощниками;

4) наличие диалоговых программных средств обеспечения принятия решений на основе формальных (математических) методов;

5) простота работы при повышенной надежности технических и программных средств;

6) обеспечение возможности накопления в памяти ЭВМ опыта и знаний (в рамках интеллектуальных СППР).

Необходимо отметить, что требования 1, 2, 3 и 5 являются универсальными и относятся ко всем видам СППР.

В настоящее время требования 1, 2, 3 и 5 могут быть полностью удовлетворены с использованием известных информационных технологий. Что касается требований 4 и 6 (наличия программных средств обеспечения решений и накопления в памяти ЭВМ опыта и знаний), то их удовлетворение составляет основную теоретическую проблему, возникающую при создании СППР Р.

К категории «должностное лицо органа управления» относятся специалисты-менеджеры, занимающиеся аналитической работой по подготовке решений руководителя и их документаль-

ным оформлением. Основу деятельности должностных лиц органа управления составляет оценка различных вариантов решения (проведение оценочных расчетов) и разработка проектов различных документов.

Эффективность функционирования органа управления во многом определяется продуктивностью деятельности специалистов, особенно в вопросах создания новой информации. Доля творческого труда в их работе достаточно высока. Именно эти специалисты обеспечивают практически всю информационную подготовку для принятия решения руководителем. Они являются основными исполнителями документов, определяя их качество.

СППР О должна прежде всего создать должностным лицам условия для плодотворного ведения аналитической работы и сведения к минимуму доли рутинных работ (поиск информации, оформление документов, проведение оперативных расчетов и т.д.).

Особенности деятельности должностных лиц органа управления определяют следующие основные *требования* к СППР О.

- • обеспечение оперативного поиска и отображения всей информации, необходимой для подготовки решений и формирования проектов документов в пределах его компетентности;
- обеспечение возможности ведения оперативных расчетов и моделирования для оценки ситуации и подготовки вариантов решений;
- обеспечение возможности автоматизированной подготовки проектов документов (текстов, графиков, диаграмм и т.п.).

К основным элементам СППР О следует отнести средства ведения оперативных расчетов и моделирования, поскольку именно эти средства в наибольшей степени обеспечивают повышение эффективности и качества управления.

К категории «оперативный дежурный» относятся должностные лица, выполняющие обязанности по оперативному руководству организационной системой во время дежурства на соответствующих местах управления в течение определенного времени.

Основными *особенностями* деятельности оперативных дежурных являются:

- относительно узкий круг решаемых задач;
- жесткая регламентация деятельности в большинстве вариантов складывающейся обстановки;

- жесткий лимит времени на принятие решений и выполнение различных операций.

Перечисленные особенности деятельности оперативных дежурных определяют в качестве основных *требований* к СППР Д обеспечение оперативного предоставления информации, необходимой оперативному дежурному в заранее определенных ситуациях, а также обеспечение оперативного анализа складывающейся ситуации. Последнее требование может быть обеспечено с использованием технологии экспертных систем.

К категории «оператор» могут быть отнесены должностные лица, выполняющие техническую работу по заранее определенному алгоритму. Основная особенность деятельности оператора — отсутствие необходимости принимать сложные решения в процессе своей деятельности. СППР Оп должна обеспечивать возможность работы должностного лица со справочной информацией и возможность автоматизированной подготовки текстов документов.

Очевидно, что помимо приведенных частных требований к СППР каждого должностного лица к ним предъявляются и общие (нормативные) требования. Из них особое значение имеют требования обеспечения соответствия СППР уровню руководства (т.е. уровню руководителя в иерархии управления) и системного подхода к ее созданию. Обязательными для разработчиков СППР остаются и общие принципы создания и использования АИС, позволяющие разрабатывать специальное программное обеспечение, соответствующее предъявляемым к нему требованиям, прежде всего — конкретности предназначения и централизованности разработки.

6.2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Интеллектуальная поддержка деятельности должностных лиц в настоящее время является основной и останется таковой в будущем. Организация такой поддержки ЛПР полностью определяется рациональным использованием методов, средств и технологий искусственного интеллекта. Сам термин «искусственный интеллект» относится к группе терминов и понятий, полу-

чивших весьма широкое распространение, в том числе и у неспециалистов. При этом большинство людей трактуют искусственный интеллект как сравнительно новое научно-техническое направление, с которым связывают надежды на резкое увеличение функциональных возможностей технических объектов, в частности, вычислительных систем, используемых в качестве средств автоматизации различных сфер профессиональной деятельности человека: управления; проектирования; производства; обучения; индустрии обслуживания и развлечений и т.п.

Основные понятия теории искусственного интеллекта

Следует отметить, что строгого (формального, научного) определения понятия «естественный интеллект», вообще говоря, не существует. В силу этого еще труднее определить понятие «искусственный интеллект». Для того чтобы решить эту задачу, необходимо уяснить значение таких терминов, как интеллект; психика; сознание; разум.

Интеллект. Различают формулировки данного понятия по нескольким направлениям:

- философская;
- биологическая;
- психологическая.

В философии под интеллектом понимают познание, понимание, рассудочную способность к абстрактно-аналитическому расчленению (Г. Гегель), способность к образованию понятий (И. Кант).

В психологии под интеллектом понимают характеристику умственного развития индивидуума, определяющую его способность целенаправленно действовать, рационально мыслить и эффективно взаимодействовать с окружающим миром.

В биологии под интеллектом понимают способность адекватно реагировать (принимать решения) в ответ на изменение окружающей обстановки.

Важно отметить: интеллект — это свойство отдельного субъекта. В частности, интеллектом может обладать не только человек, но и любой объект, имеющий указанные выше качества — способность к образованию понятий, абстрактно-аналитическому мышлению, целенаправленному действию.

Разум. В отличие от интеллекта разум — категория сугубо человеческая, опирающаяся на сознание как высшую форму психологической деятельности. Принципиальным моментом в определении разума, так же как и сознания, является его общественный, социальный характер, поскольку оба понятия сформировались в результате совместной человеческой деятельности.

Часто используют совместно понятия рассудок и разум. Интересно, что в античной философии считалось, что если рассудок — способность рассуждения — познает все относительное, земное и конечное, то разум, сущность которого состоит в целеполагании, открывает абсолютное, божественное и бесконечное. В настоящее время с рассудком связывают способность строго оперировать понятиями, правильно классифицировать факты и явления; приводить знания в определенную систему. Опираясь на рассудок, разум выступает как творческая познавательная деятельность, раскрывающая сущность действительности. Посредством разума мышление синтезирует результаты познания, создает новые идеи, выходящие за пределы сложившихся систем знания [91].

Сознание. Это понятие также трактуется различными науками неоднозначно.

С точки зрения философии, сознание — свойство высокоорганизованной материи — мозга, выступающее как осознанное бытие, субъективный образ объективного мира, субъективная реальность.

При социологическом подходе сознание рассматривается прежде всего как отображение в духовной жизни людей интересов и представлений различных социальных групп, классов, наций, общества в целом.

В психологии сознание трактуется как особый, высший уровень организации психической жизни субъекта, выделяющего себя из окружающей действительности, отражающего эту действительность в форме психических образов, которые служат регуляторами целенаправленной деятельности [91]. Важнейшей функцией сознания является мысленное построение действий и предвидение их последствий, контроль и управление поведением личности, ее способность отдавать себе отчет в том, что происходит как в окружающем, так и в собственном духовном мире.

Психика. Психика — это свойство высокоорганизованной материи — мозга, являющееся особой формой отражения действительности и включающее такие понятия, как ощущение, восприятие, память, чувства, воля, мышление и др. Отметим, что мышление и память, которыми обычно характеризуют интеллект, входят в понятие психики составными частями.

В психике выделяют две компоненты: чувственную (ощущения, восприятие, эмоции) и рациональную, мыслительную (интеллект, мышление). Другие составляющие психики — память и волю — можно разделить на память чувств и память мыслей; волю чувств и волю мыслей (инстинкты и долг перед собой и обществом, соответственно).

Например, можно помнить, как берется сложный интеграл (память мыслей), а можно помнить ощущение напряжения и усталости при изучении способа его взятия (память чувств), когда воля чувств (инстинкт самосохранения, желание отдохнуть) боролась с волей мыслей (сознанием необходимости изучения этого способа).

Перечисленные понятия обычно разделяют на две пары (см. рис. 6.4):

- > • психика и интеллект как ее составляющая;
- сознание и разум как его составляющая, причем интеллект и разум — рассудочные, мыслительные составляющие соответственно психики и сознания.

Основное отличие второй пары от первой состоит в том, что она образовалась в результате социальной, общественной деятельности людей, и поэтому социальная компонента — неотъемлемая и существенная черта сознания и разума (классическим примером может служить психика Маугли и психика «нормальных» детей).

Отсюда следует очень важный вывод: принципиально невозможно моделировать сознание и разум во всей полноте, так как для этого пришлось бы «моделировать не только человека», но и

ПСИХИКА	СОЗНАНИЕ
ИНТЕЛЛЕКТ	РАЗУМ

Рис. 6.4. Соотношение психики и интеллекта; сознания и разума

всю систему его социально-общественных отношений. В то же время моделировать интеллект как одну из компонент психики отдельных индивидуумов вполне возможно, хотя и очень сложно.

К этому выводу «примыкает» еще один: искусственный интеллект — это модель рациональной, мыслительной составляющей психики. Не моделируются эмоции, ощущения, воля, память чувств и т.п. Машинное сочинение стихов и музыки — это моделирование лишь логической компоненты психической деятельности, сопровождающей эти виды творчества (соблюдение рифмы, размера, законов композиции, гармонии и т.п.). Именно с этим связано неудовлетворительное для большинства людей качество машинных «сочинений».

Учитывая сказанное, можно заключить, что понятие «искусственный интеллект» объединяет три других:

— **искусственный бессловесный интеллект** — модель компоненты психики живых существ, отражающая их способность принимать решения, изменять поведение и так далее на уровне инстинктов, не имеющих словесного выражения (самосохранение, размножение, приспособление и т.п.);

— **искусственный словесный интеллект** — модель рациональной компоненты психической деятельности человека без учета ее социального содержания;

— **искусственный разум** — искусственный словесный интеллект, дополненный социальной компонентой.

В дальнейшем, если не будет специальных оговорок, под искусственным интеллектом будем понимать искусственный словесный интеллект.

Приведенные определения основаны на теоретических рассуждениях и в силу этого носят достаточно общий характер.

Существуют по крайней мере три подхода к определению этого понятия, носящие гораздо большую практическую направленность (рис. 6.5).

Достаточно полным определением понятия «искусственный интеллект» первого типа является следующее [39]: искусственный интеллект — это объект исследований, в рамках которых разрабатываются модели и методы решения задач, традиционно считавшихся интеллектуальными и не поддающимися формализации и автоматизации.

Применительно к данному определению является справедливым суждение, что интеллектуальной может считаться такая



Рис. 6.5. Подходы к определению понятия «искусственный интеллект»

искусственно созданная система, для которой выполняется **тест Тьюринга**, состоящий в следующем: «Испытатель через посредника общается с невидимым для него собеседником — человеком или системой. Интеллектуальной может считаться та система, которую испытатель в процессе такого общения не может отличить от человека» [59] (рис. 6.6).

В качестве другого определения, достаточно точно отражающего характер второго подхода, может рассматриваться следующее: искусственный интеллект — это область исследований, в которой изучаются системы, строящие результирующий вывод для задач с неизвестным алгоритмом решения на основе неформализованной исходной информации, использующие технологии символьного программирования и средства вычислительной техники со специальной (не фон Неймановской) архитектурой [59].

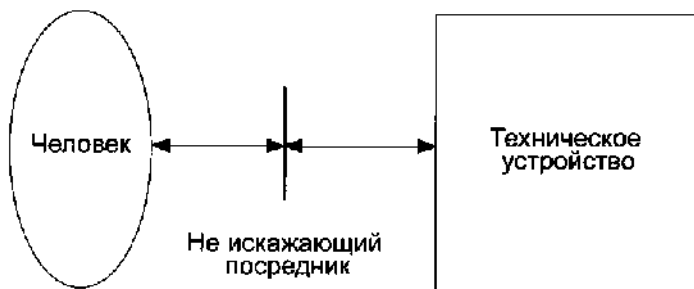


Рис. 6.6. Схема проведения теста Тьюринга

Наконец, наиболее цитируемым определением третьего типа является следующее: искусственный интеллект — это область знаний, которая находит применение при решении задач, связанных с обработкой информации на естественном языке, автоматизацией программирования, управлением роботами, машинным зрением, автоматическим доказательством теорем, разумными машинами извлечения информации и т.д. [59].

Можно рассмотреть и такое — в определенной степени обобщающее — определение: **искусственный интеллект** — научная дисциплина, задачей которой является разработка математических описаний функций человеческого (словесного) интеллекта с целью аппаратной, программной и технической реализации этих описаний средствами вычислительной техники [59].

В заключение отметим, что в последние годы многие специалисты согласились, что дискуссия по вопросу об определении самого термина «искусственный интеллект» приобрела схоластический характер, не дает конструктивных результатов теории и практике и может быть бесконечной. Поэтому вместо термина **искусственный интеллект** предлагается использовать другой — «новая информационная технология решения инженерных задач», что подчеркивает приоритетную роль поиска, анализа и синтеза информации в системах искусственного интеллекта.

Классификация систем искусственного интеллекта

На рис. 6.7 представлена классификация систем искусственного интеллекта, полученная путем сопоставления и обобщения известных классификаций этих систем [39, 53, 59, 86, 94].

На рисунке обозначено: СОН — системы общего назначения; СС — специализированные системы.

Наиболее широкое распространение на практике в настоящее время получили **системы искусственного интеллекта, основанные на знаниях**. Понятие «знания» для этих систем имеет принципиальное значение и будет более подробно рассмотрено далее.

Наиболее последовательно идеи, на которых базируются системы искусственного интеллекта, основанные на знаниях, воплощены в экспертных системах.

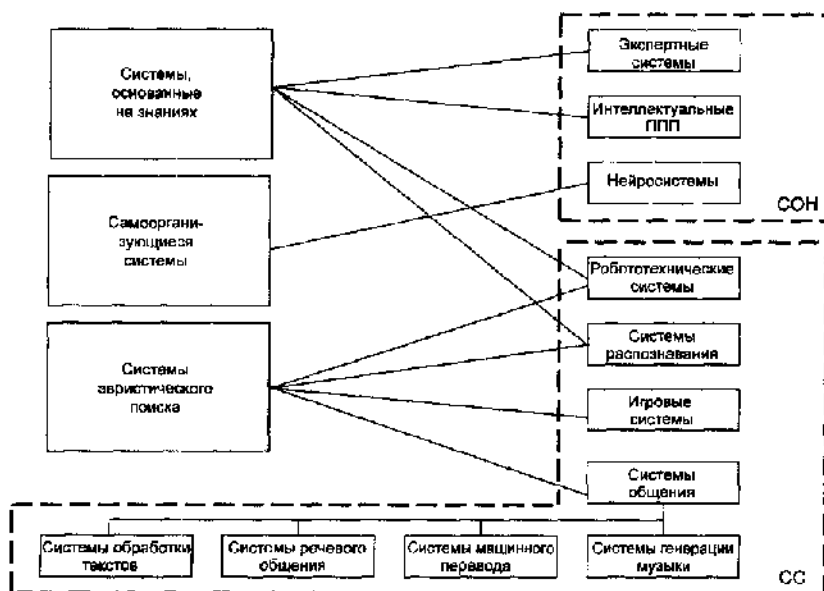


Рис. 6.7. Классификация систем искусственного интеллекта

В дальнейшем будем рассматривать именно системы, основанные на знаниях, как получившие наибольшее практическое развитие и распространение в различных отраслях профессиональной деятельности, в том числе и в экономике, что обуславливает необходимость более подробного рассмотрения методов представления знаний в памяти ЭВМ. Информацию о самоорганизующихся системах и системах эвристического поиска заинтересованный читатель может почерпнуть, например, в работах Круглова В.В., Борисова В.В. [49] и Уткина В.Б., Баддина К.В. [89].

Выше уже частично рассматривались такие понятия, как «знания» и «системы, основанные на знаниях», и отмечалась их особая значимость в теории искусственного интеллекта. Сделаем еще одно весьма важное замечание: в настоящее время в области разработки систем искусственного интеллекта сложилась следующая аксиома: никакой, самый сложный и изощренный алгоритм извлечения информации (так называемый механизм логического вывода) из интеллектуальной системы не может компенсировать «информационную бедность» ее базы знаний.

Знания и их свойства

Несмотря на широкое распространение и использование понятия «знания» в различных научных дисциплинах и на практике, строгого определения данного термина нет.

Довольно часто используют так называемый прагматический подход: говорят, что **знания** — это формализованная информация, на которую ссылаются и/или которую используют в процессе логического вывода. Однако такое определение ограничено: оно фиксирует сознание на уже существующих методах представления о знаниях и, соответственно, механизмах вывода, не давая возможности представить себе другие («новые»).

Возможен и другой подход: попытаться на основе определения уже рассмотренного понятия «данные» выявить их свойства и особенности, сформировать дополнительные требования к ним и уже затем перейти к понятию «знания».

Напомним, что **данными** называют формализованную информацию, пригодную для последующей обработки, хранения и передачи средствами автоматизации профессиональной деятельности.

Какие же свойства «превращают» данные в знания? На рис. 6.8 представлены шесть основных свойств знаний (часть из них присуща и данным).

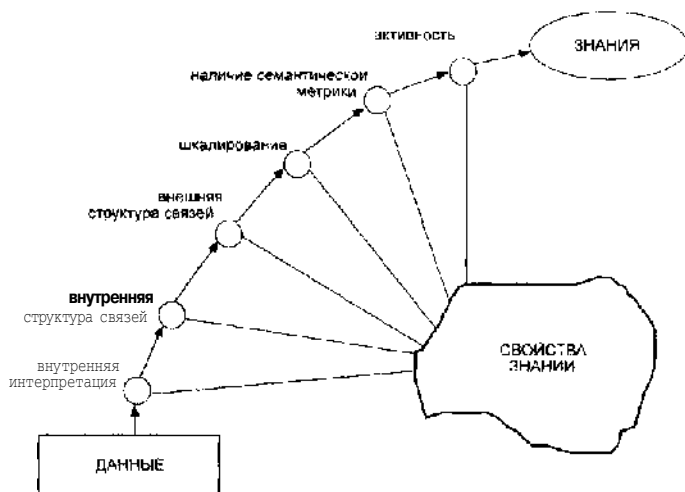


Рис. 6.8. Свойства знаний

Кратко охарактеризуем эти свойства.

1. Внутренняя интерпретация (интерпретируемость).

Это свойство предполагает, что в ЭВМ хранятся не только «собственно (сами) данные», но и «данные о данных», что позволяет содержательно их интерпретировать (см. рис. 6.9). Имея такую информацию, можно ответить на вопросы типа: «Где находится НПО «Энергия?» или «Какие предприятия выпускают космическую технику?». При этом в первой строке таблицы на рис. 6.9 находятся «данные о данных» (метаданные), а в остальных — сами данные.

2. Наличие внутренней структуры связей.

Предполагается, что в качестве информационных единиц используются не отдельные данные, а их упорядоченные определенными отношениями (родовидовыми, причинно-следственными и др.) структуры (эти отношения называют классифицирующими).

3. Наличие внешней структуры связей.

Внутренняя структура связей позволяет описывать отдельный объект (понятие). Однако объекты (понятия) способны находиться и в других отношениях (вступать в ситуативную связь).

4. Возможность шкалирования.

Предполагает введение соотношений между различными информационными единицами (т.е. их измерение в какой-либо шкале — порядковой, классификационной, метрической и т.п.) и упорядочение информационных единиц путем измерения интенсивности отношений и свойств.

5. Наличие семантической метрики.

Шкалирование позволяет соотнести информационные единицы, но прежде всего для понятий, имеющих «количественное»

Предприятие	Место нахождения	Что выпускает
Завод им. Хруничева	Москва	Космическую технику
НПО «Энергия»	Королев	Космическую технику
НПО «Комета»	Москва	Конструкторскую документацию

Рис. 6.9. Иллюстрация свойства внутренней интерпретации

толкование (характеристики). На практике довольно часто встречаются понятия, к которым неприменимы количественные шкалы, но существует потребность в установлении их близости (например, понятия «искусственный интеллект» и «искусственный разум»). Семантики классифицируются следующим образом:

- значение, т.е. объективное содержание;
- контекстуальный смысл, определяемый связями данного понятия с другими, соседствующими в данной ситуации;
- личностный смысл, т.е. объективное значение, отраженное через систему взглядов эксперта;
- прагматический смысл, определяемый текущим знанием о конкретной ситуации (например, фраза «информация получена» может иметь как негативную, так и позитивную оценку — в зависимости от того, нужно это было или нет).

6. Наличие активности.

Данное свойство принципиально отличает понятие «знание» от понятия «данные». Например, знания человека, как правило, активны, поскольку ему свойственна познавательная активность (обнаружение противоречий в знаниях становится побудительной причиной их преодоления и появления новых знаний, стимулом активности является неполнота знаний, что вызывает потребность их пополнения). В отличие от данных знания позволяют выводить (получать) новые знания. Будучи активными, знания позволяют человеку решать не только типовые, но и принципиально новые, нетрадиционные задачи.

Кроме перечисленных, знаниям присущи такие свойства, как **омонимия** (слово «коса» может иметь три смысла, связанных с определениями: девичья; песчаная; острая) и **синонимия** (знания «преподаватель читает лекцию» и «обучаемые слушают лекцию» во многих случаях являются синонимами) и др.

Классификация методов представления знаний

Для того чтобы манипулировать всевозможными знаниями из реального мира с помощью компьютера, необходимо осуществить их моделирование.

При проектировании модели представления знаний следует учесть два требования:

- однородность представления;
- простота понимания.

Выполнение этих требований позволяет упростить механизм логического вывода и процессы приобретения знаний и управления ими, однако, как правило, создателям интеллектуальной системы приходится идти на некоторый компромисс в стремлении обеспечить одинаковое понимание знаний и экспертами, и инженерами знаний, и пользователями.

Классификация методов моделирования знаний с точки зрения подхода к их представлению в ЭВМ показана на рис. 6.10.

Дадим краткую характеристику основных методов представления знаний с помощью моделей, основанных на эвристическом подходе.

Представление знаний **тройкой «объект — атрибут — значение»**. Один из первых методов моделирования знаний. Как правило, используется для представления фактических знаний в простейших системах.

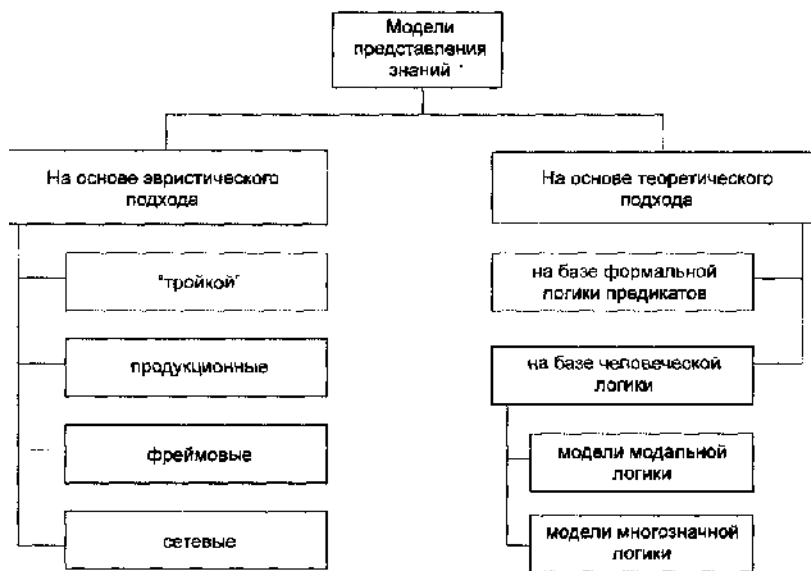


Рис. 6.10. Классификация моделей представления знаний

Примеры:

Объект	Атрибут	Значение
Преподаватель	Ученое звание	Доцент
Дом	Цвет	Белый
Пациент	Температура	Нормальная

Очевидно, что для моделирования знаний даже об одном объекте (например, о «преподавателе» или «доме») из предметной области необходимо хранить значительное число «троек».

Продукционная модель (модель правил; модель продукций — от *англ.* production — изготовление, разработка). В настоящее время наиболее проработанная и распространенная модель представления знаний, особенно в экспертных системах.

Модель предусматривает разработку системы продукционных правил (правил продукций), имеющих вид:

ЕСЛИ A_1 и A_2 и... A_n , ТО B_1 или B_2 или... B_m ,

где A_i и B_j — некоторые высказывания, к которым применены логические операции «и» и «или». Если высказывание в левой части правила (ее часто называют антецедент — условие, причина) истинно, истинно и высказывание в правой части (консеквент — следствие).

Полнота базы знаний (базы правил) определяет возможности системы по удовлетворению потребностей пользователей. Логический вывод в продукционных системах основан на построении прямой и обратной цепочек заключений, образуемых в результате последовательного просмотра левых и правых частей соответствующих правил, вплоть до получения окончательного заключения.

Пусть в некоторой области памяти (БЗн) хранятся следующие правила (суждения):

- правило 1 — **ЕСЛИ** в стране происходит падение курса национальной валюты, **ТО** материальное положение населения ухудшается;
- правило 2 — **ЕСЛИ** объемы производства в стране падают, **ТО** курс национальной валюты снижается;
- правило 3 — **ЕСЛИ** материальное положение населения ухудшается, **ТО** уровень смертности в стране возрастает.

Если на вход системы поступит новый факт «В стране высокий уровень падения объемов производства», то из правил мож-

но построить цепочку рассуждений и сформулировать два заключения:

факт 1 — правило 2 — правило 1 — заключение 1 — правило 3 — заключение 2,

где заключение 1 (промежуточный вывод) — «Материальное положение населения ухудшается»; заключение 2 (окончательный вывод) — «В стране возрастает уровень смертности».

Отметим, что в современных экспертных системах в базе знаний могут храниться тысячи правил, а коммерческая стоимость одного невы выводимого (нового, дополнительного) правила весьма высока.

Главными достоинствами продукционных систем являются простота пополнения и изъятия правил; простота реализации механизма логического вывода и наглядность объяснений результатов работы системы.

Основной недостаток подобных систем — трудность обеспечения непротиворечивости правил при их большом числе, что требует создания специальных правил (так называемых метаправил) разрешения возникающих в ходе логического вывода противоречий. Кроме того, время формирования итогового заключения может быть достаточно большим.

Фреймовая модель. Сравнительно новая модель представления знаний. Само понятие «фрейм» (*англ.* frame — рама, рамка, скелет, сгусток, сруб и т.д.) было введено в 1975 году Марком Мински (M. Minsky, США).

Фрейм — это минимальная структура информации, необходимая для представления знаний о стереотипных классах объектов, явлений, ситуаций, процессов и др. С помощью фреймов можно моделировать знания о самых разнообразных объектах интересующей исследователя предметной области — важно лишь, чтобы эти объекты составляли класс концептуальных (повторяющихся, стереотипных) объектов, процессов и т.п. Примерами стереотипных служебных ситуаций могут служить совещание; собрание; сдача экзамена; защита курсовой работы и др. Примеры стереотипных бытовых ситуаций: отъезд в отпуск; встреча гостей; выбор телевизора; ремонт и др. Примеры стереотипных понятий: алгоритм; действие; методика и др. На рис. 6.11 представлен фрейм технологической операции «соединять».

Данный фрейм описывает ситуацию: «Субъект *X* соединяет объект *Y* с объектом *Z* способом *W*». На рисунке обозначены:

вершины X, Y, Z, W — **слоты** {англ. slot — прорезь; щель; пустота — составляющие фрейма};

дуги — отношения;

D_x, D_y, D_z, D_w так называемые шанции — области возможных значений соответствующих слотов.

Наполняя слоты конкретным содержанием, можно получить фрейм конкретной ситуации, например: «Радиомонтажник соединяет микросхему с конденсатором способом пайки». Заполнение слотов шанциями называют активизацией фрейма.

С помощью фреймов можно моделировать как процедурные, так и декларативные знания. На рис. 6.11 представлен пример представления процедурных знаний.

На рис. 6.12 приведен пример фрейма «технологическая операция», иллюстрирующий представление декларативных знаний для решения задачи проектирования технологического процесса.

Значения слотов могут содержать ссылки на так называемые присоединенные процедуры.

Фреймы позволяют использовать многие свойства знаний и достаточно широко употребляются. Их достоинства и недостат-

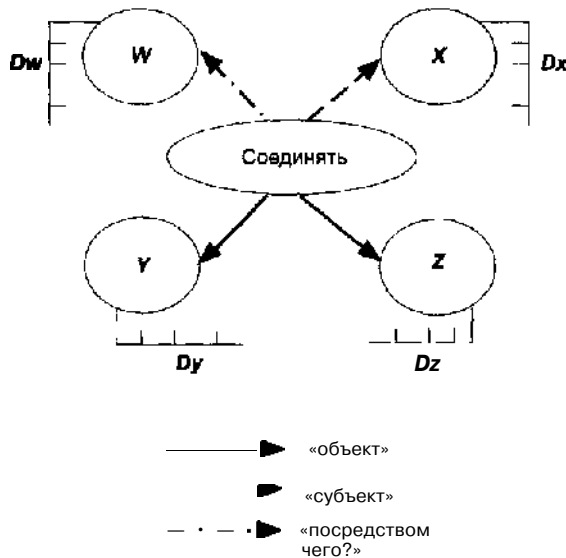


Рис. 6.11. Фрейм ситуации «соединять»

ки схожи с достоинствами и недостатками семантических сетей, которые будут рассмотрены ниже.

Модель семантической сети (модель Куилиана). Семантическая сеть — это направленный граф с поименованными вершинами и дугами, причем узлы обозначают конкретные объекты, а дуги — отношения между ними. Как следует из определения, данная модель представления знаний является более общей по отношению к фреймовой модели (иными словами, фреймовая модель — частный случай семантической сети). Семантическую сеть можно построить для любой предметной области и для самых разнообразных объектов и отношений.

На рис. 6.13 представлена семантическая сеть для предложения (ситуации): «Студент Табуреткин добросовестно изучает новый план счетов перед сдачей экзамена по дисциплине «Бухгалтерский учет».

Рис. 6.14 содержит фрагмент семантической сети для понятия «автомобиль» (обозначения: IS-A — есть, является; HAS-PART — имеет часть). Из приведенных примеров понятно, почему многие специалисты по ИИ считают фрейм частным случаем семантической сети со строго структурированными зна-

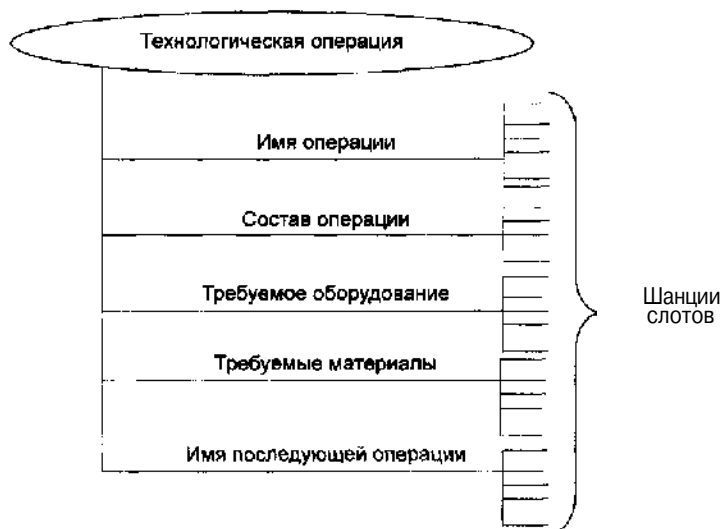


Рис. 6.12. Фрейм понятия «технологическая операция»

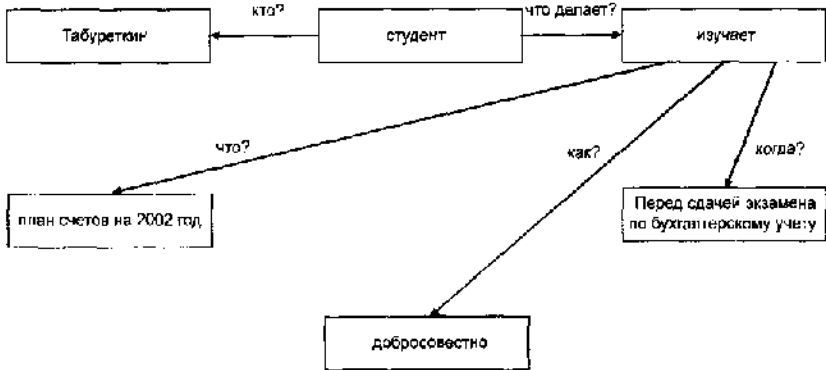


Рис. 6.13 Семантическая сеть для предложения (ситуации)

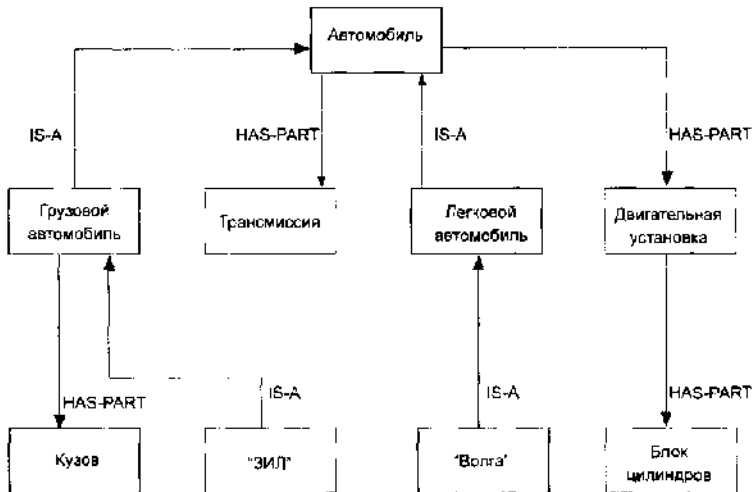


Рис. 6.14. Фрагмент семантической сети понятия «автомобиль»

ниями. Основное достоинство методов моделирования знаний с помощью семантических сетей и фреймов — универсальность, удобство представления как декларативных, так и процедуральных знаний. Имеют место и два недостатка:

- громоздкость, сложность построения и изменения;
- потребность в разнообразных процедурах обработки, связанная с разнообразием типов дуг и вершин.

6.3. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Структура и назначение экспертных систем

В настоящее время среди всех систем искусственного интеллекта (ИИ) наибольшее распространение (по некоторым оценкам до 90%) получили **экспертные системы** (ЭС) различных типов.

Огромный интерес к ЭС обусловлен тремя основными обстоятельствами:

- ЭС ориентированы на решение широкого круга задач в ранее неформализуемых областях, которые считались малодоступными для использования ЭВМ;
- ЭС предназначены для решения задач в диалоговом режиме со специалистами (конечными пользователями), от которых не требуется знания программирования — это резко расширяет сферу использования вычислительной техники, которая в данном случае выступает как инструмент подкрепления (поддержки) памяти специалиста и усиления его способностей к логическому выводу;
- специалист, использующий ЭС для решения своих задач, может достигать, а иногда и превосходить по результатам возможности экспертов в данной области знаний, что позволяет резко повысить квалификацию рядовых специалистов за счет аккумуляции знаний в ЭС, в том числе знаний экспертов высшей квалификации.

Свое название ЭС получили по двум причинам:

- информацию (знания) для них поставляют эксперты;
- ЭС выдает решения, аналогичные тем, которые формулируют эксперты.

Понятие «эксперт» заслуживает отдельного обсуждения.

По Д. Уотермену **эксперт** (*англ.* domain expert — знаток, специалист в области, сфере деятельности) — человек, который за годы обучения и практики научился чрезвычайно эффективно решать задачи, относящиеся к конкретной предметной области [88]. Главным в этом определении является требование к эксперту, которое предъявляется и к ЭС: эффективность решения конкретных задач из узкой предметной области.

В соответствии с определением П. Джонса [88], «**эксперт** — это человек, который благодаря обучению и опыту может делать

то, что мы все, остальные люди, делать не умеем; эксперты работают не просто профессионально, но к тому же уверенно и эффективно. Эксперты обладают огромными познаниями и пользуются различными приемами и уловками для применения своих знаний к проблемам и заданиям; они также умеют быстро перевернуть массу несущественной информации, чтобы добраться до главного, и хорошо умеют распознавать в проблемах, с которыми сталкиваются, примеры тех типовых проблем, с которыми они уже знакомы. В основе поведения экспертов лежит совокупность практически применимых знаний, которую мы будем называть компетентностью. Поэтому разумно предположить, что эксперты — это те люди, к которым надо обратиться, когда мы желаем проявить компетентность, делающую возможным такое поведение, как у них».

Отметим, что в обоих определениях подчеркиваются источники знаний экспертов — обучение и практика (опыт).

Таким образом, можно дать следующее определение: под ЭС понимается программная система, выполняющая действия, аналогичные тем, которые выполняет эксперт в некоторой прикладной предметной области, делая определенные заключения в ходе выдачи советов и консультаций.

Каково же назначение ЭС? В таблице 6.5 приведены основные области их применения (в порядке уменьшения числа ЭС, используемых в данной области).

Таблица 6.5

Основные области применения ЭС

№ п/п	Область применения ЭС
1	2
1	Проектирование экспертных систем
2	Медицинский диагноз и консультации по лечению
3	Консультации и оказание помощи пользователю по решению задач в различных предметных областях
4	Автоматическое программирование, проверка и анализ программного обеспечения
5	Проектирование сверхбольших интегральных схем. Обучение в различных предметных областях
6	Техническая диагностика и разработка рекомендаций по ремонту оборудования

1	2
7	Планирование в различных предметных областях Анализ данных в различных предметных областях (в том числе и статистический) <i>Интерпретация данных с целью выявления объектов и оценки степени риска в экономике</i> Интерпретация геологических данных и разработка рекомендаций по обнаружению полезных ископаемых
8	Интерпретация данных и планирование эксперимента в ходе научных исследований в области биологии Решение задач, связанных с космическими исследованиями
9	Обеспечение научных исследований в химии, разработка рекомендаций по синтезу соединений
10	Управление проектированием, технологическими процессами и промышленным производством Анализ и синтез электронных схем Формирование математических понятий, преобразование математических выражений
11	Предупреждение о возможных авариях ядерных реакторов
12	<i>Анализ рисков в политике и экономике</i>

Структура типовой ЭС представлена на рис. 6.15.

На рисунке обозначены: СОЗ — система, основанная на знаниях; ЛП — лингвистический процессор; РП (БД) — рабочая память (база данных); БЗн — база знаний; МЛВ — механизм (машина) логического вывода; КПЗн — компонент приобретения знаний; КОБ — компонент объяснений.

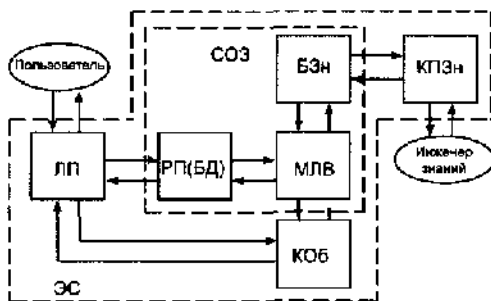


Рис. 6.15. Структура экспертной системы

Дадим краткую характеристику структурных элементов ЭС.

СОЗ представляет собой программную систему, состоящую из трех элементов: БЗн, МЛВ и РП (БД).

БЗн — часть ЭС (СОЗ), предназначенная для генерации и поддержания динамической модели знаний о предметной области. В качестве возможных моделей знаний могут использоваться производственные, сетевые или фреймовые модели.

МЛВ — часть ЭС (СОЗ), реализующая анализ поступающей в ЭС и имеющейся в ней информации и формирование (вывод) на ее основе новых заключений (суждений) в ответ на запрос к системе.

РП (БД) — часть ЭС (СОЗ), предназначенная для информационного обеспечения работы МЛВ, прежде всего, в части хранения и обработки поступивших (новых) фактов (суждений) и промежуточных результатов логического вывода.

ЛП предназначен для обеспечения комфортного интерфейса между конечным пользователем и ЭС. В нем реализуются процедуры морфологического, синтаксического и семантического контроля поступающих в систему запросов и приведение их к виду, «понятному» ЭВМ. При выдаче ответной информации осуществляется обратная операция — заключение «переводится» на ограниченный естественный язык, понятный конечному пользователю. Отметим, что в первых ЭС ЛП отсутствовал, так как общение с машиной осуществлялось на (строго) формальном языке. В дальнейшем (особенно при переходе к ЭВМ пятого поколения) значимость ЛП в составе ЭС будет возрастать.

КПЗн предназначен для обеспечения работы инженера знаний по созданию и поддержанию модели знаний, адекватной реальной предметной области (генерации БЗн, ее тестирования, пополнения новыми знаниями, исключения неверных (ставших таковыми) знаний и т.п.).

Наличие КОб, обеспечивающего по запросу пользователя выдачу информации о ходе и исходе логического вывода, принципиально отличает ЭС от всех других программных систем. Дело в том, что в большинстве случаев конечному пользователю недостаточно сообщить лишь конечное заключение ЭС, которое он должен (может) использовать в своей профессиональной деятельности. Гораздо большее доверие вызывает у него конечный вывод, подтвержденный понятными промежуточными рассуждениями. Кроме того, с помощью КОб можно организовать про-

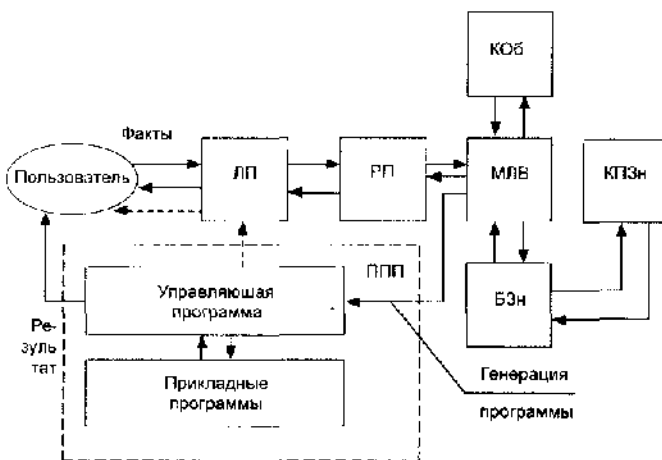


Рис. 6.16. Структура интеллектуального пакета прикладных программ

песс обучения конечных пользователей работе с ЭС. В обучающих ЭС КОБ играет еще более важную роль, как и в СППР.

Важным классом СОЗ является класс интеллектуальных пакетов прикладных программ (**ИППП**). Структура такого пакета приведена на рис. 6.16.

Интеллектуальные **ИППП** дают возможность конечному пользователю решать прикладные задачи по их описаниям и исходным данным без программирования — генерация («сборка») программы «под задачу» осуществляется автоматически механизмом логического вывода. БЗн в интеллектуальном **ИППП** может строиться по любому из известных эвристических методов (часто используются семантические сети и фреймы), лишь бы настраиваемая МЛВ программа была эффективна для решения поставленной задачи. И **ИППП** (интеллектуальная **ИППП**) является яркой иллюстрацией тезиса о том, что в перспективе все формы поддержки решений (в частности — вычислительная) станут — в большей или меньшей степени — интеллектуальными.

Классификация, средства и этапы разработки экспертных систем

Существует множество признаков, по которым можно классифицировать ЭС [102]. По степени сложности различают поверхностные и глубинные ЭС, по степени связанности правил

По стадиям разработки	
Демонстрационный прототип	База знаний содержит: 10-100 правил
Исследовательский прототип	200-500 правил
Действующий прототип	500-1000 правил
Промышленный образец	1000-1500 правил
Коммерческий образец	1500-3000 правил

Рисм. Классификация экспертных систем по стадиям разработки

продукционные ЭС делят на связанные и малосвязные, по типу предметной области выделяют статические, динамические ЭС и ЭС реального времени и т.п. Процесс создания ЭС занимает немало времени, поэтому определенный интерес представляет классификация ЭС по стадиям разработки, изображенная применительно к продукционным ЭС на рис. 6.17 (заметим, что аналогичные стадии в своем жизненном цикле имеют практически все — достаточно сложные — программные системы).

Масштабы разработки ЭС предопределили создание специальных инструментальных (аппаратных и программных) средств, систематизированное представление о которых составляет содержание рис. 6.18.

Следует отметить, что первоначально разработка ЭС осуществлялась на традиционных алгоритмических языках программирования с реализацией на универсальных ЭВМ.

В дальнейшем были созданы как специализированные аппаратные и программные средства, так и средства автоматизации программирования. Появились и оболочки ЭС, которые по задумке авторов должны были существенно упростить (и удешевить) разработку систем. Однако в полной мере эти надежды не оправдались (а как показало дальнейшее развитие прикладных программных средств не только в области искусственного интеллекта, и не могли оправдаться). Это связано с принципиаль-

Инструментальные средства разработки ЭС

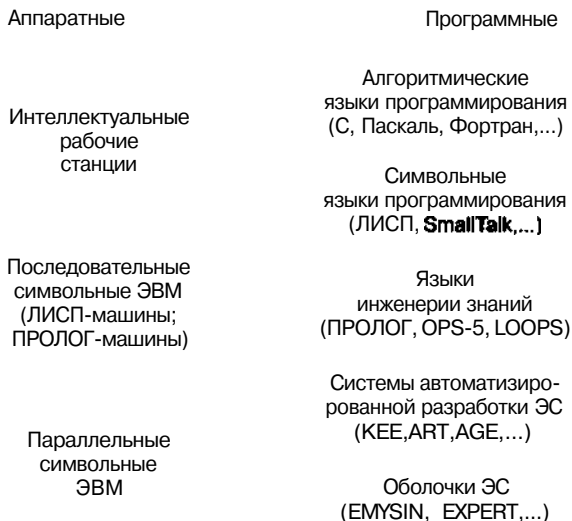


Рис. 6.18. Инструментальные средства разработки экспертных систем

ной сложностью использования конкретной ЭС (даже весьма эффективной в своей предметной области) для решения совершенно других задач, а именно таким путем создавались первые оболочки ЭС. Еще более проблематичными представляются попытки создания так называемых универсальных оболочек, пригодных для применения «во всех» предметных областях.

При создании ЭС наибольшую трудность представляет разработка совершенной базы знаний, т.е. моделирование знаний экспертов о некоторой предметной области. Разработка любой модели — в том числе и модели знаний — представляет собой полностью неформализуемый процесс, содержащий элементы творчества и строго формальных действий.

Разработка ЭС включает несколько этапов [88], основное содержание которых применительно к продукционным системам отражено на рис. 6.19.

Процедуры уточнения, перепроектирования и переформулирования не являются обязательными, характерны для разработ-



Очевидно, что разработка ЭС является коллективным трудом, в котором принимают участие различные специалисты. Центральное место в схеме взаимодействия участников создания ЭС занимает инженер знаний (*англ.* knowledge-engineer). Именно он организует все важнейшие работы и осуществляет их координацию. Ему принадлежит право выбора типовых или — при необходимости и наличии соответствующих ресурсов — заказа новых инструментальных средств разработки ЭС. Он работает с предметными экспертами, генерирует, тестирует, уточняет и пополняет базу знаний и т.д. Направления взаимодействия создателей ЭС (этот процесс иногда называют игрой [88]) представлены на рис. 6.20.

354

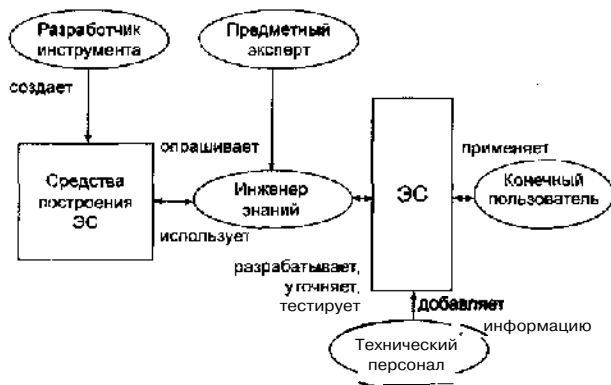


Рис. 6.20. Схема взаимодействия создателей экспертной системы

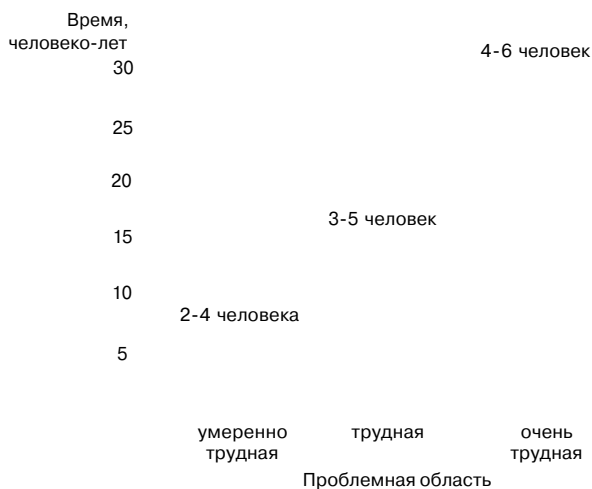


Рис. 6.21. Затраты времени на создание экспертной системы

ловные затраты времени на создание систем для решения проблем различной сложности [88].

Существует ряд подходов к оценке того, когда же разработка ЭС является рациональной [69, 88]. На наш взгляд, наиболее конструктивен подход Д. Уотермана, который основан на проверке возможности, оправданности и разумности построения системы.

При этом предлагается считать, что разработка ЭС возможна при совместном выполнении следующих основных условий:

- > • задача не требует общедоступных знаний;
- решение задачи требует только интеллектуальных действий;
- > • существуют подлинные (компетентные) эксперты;
- эксперты способны описать свои методы (приемы, уловки и т.п.) решения задачи;
- > • эксперты единодушны в своих решениях, т.е. их мнения «хорошо» согласованы;
- задача понятна и «не слишком» трудна.

Разработка ЭС оправдана, если выполняется хотя бы одно из следующих основных условий:

- получение решения задачи высокорентабельно;
- человеческий опыт решения задачи по различным причинам утрачивается;
- > • число экспертов в рассматриваемой предметной области мало;
- опыт решения задачи востребован во многих субъектах РФ;
- опыт нужно применять во враждебных человеку условиях.

Наконец, разработка ЭС разумна, если совместно выполняются следующие основные условия:

- задача требует эвристических решений;
- задача требует оперирования символами;
- задача «не слишком» проста;
- задача представляет практический интерес;
- задача имеет размерность, допускающую реализацию.

При всей условности и субъективности проверки наличия перечисленных обстоятельств можно по-новому взглянуть на причины столь широкой представительности перечня областей применения ЭС (см. табл. 6.5).

Как уже отмечалось, реальным путем решения задач совершенствования автоматизированных информационных систем (АИС) различного (в том числе и экономического) назначения является использование методов искусственного интеллекта (ИИ).

Возможны два направления внедрения достижений ИИ:

- создание принципиально новых АИС (их принято называть интеллектуальными);

- совершенствование существующих АИС за счет применения технологий ИИ (их называют интеллектуализированными).

Под **интеллектуализацией АИС** понимают процесс разработки и программной реализации моделей и алгоритмов ИИ с целью применения опыта пользователей, формализации различных постановок практических задач, взаимодействия с ЭВМ на естественном языке и др.

Иными словами, интеллектуализация — процесс внедрения в АИС идей ИИ с целью повышения эффективности этих систем.

Известны два основных способа интеллектуализации АИС:

- внешняя (универсальная и специализированная) интеллектуализация;
- внутренняя (локализованная и распределенная) интеллектуализация.

Внешняя универсальная интеллектуализация предусматривает подключение к традиционной АИС инструментальной системы искусственного интеллекта (ИСИИ), настроенной на соответствующую предметную область (принятие решений, проектирование, обучение и т.п.). В качестве ИСИИ используют уже существующие оболочки экспертных, обучающих, моделирующих, диалоговых и других систем. Исторически данный способ был первым и получил довольно широкое распространение.

Совершенно очевидны достоинства этого способа: высокая скорость разработки и сравнительно малые финансовые затраты.

Внешняя специализированная интеллектуализация осуществляется за счет разработки и использования специализированных программных систем (приставок), работающих на принципах ИИ. Как правило, основные усилия направляются на улучшение сервисных характеристик АИС, особенно в плане реализации интеллектуального диалога системы с пользователем на предметно-ориентированном языке, более близком к естественному, чем традиционные, т.е. на создание интеллектуального интерфейса. Способ весьма близок «по идеологии» с уже рассмотренным, поэтому их достоинства (с некоторыми коррективами) практически совпадают. На рис. 6.22 представлена графическая иллюстрация способов внешней интеллектуализации.

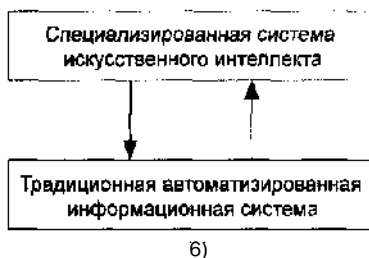
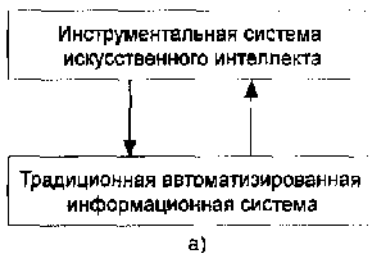


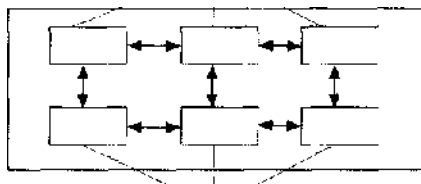
Рис. 6.22. Внешняя интеллектualизация:
а) универсальная; б) специализированная

Способам внешней интеллектualизации присущ один, но существенный недостаток — они направлены на приспособление (в большей или меньшей мере) традиционных АИС к новым задачам и потому принципиально не могут полностью (наилучшим образом) обеспечить их решение.

Внутренняя интеллектualизация свободна от этого недостатка, поскольку осуществляется с помощью встроенных в АИС методов и алгоритмов ИИ. Данный способ предполагает глубинные изменения в самой идеологии построения той или иной системы и приводит к созданию полномасштабных интеллектualных АИС — систем интеллектualной поддержки принятия решений, интеллектualных информационно-справочных систем (баз данных), интеллектualных САПР, интеллектualных обучающих систем и др.

Различают **внутреннюю локализованную** интеллектualизацию, когда в разрабатываемой АИС наряду с традиционными можно выделить так называемые типовые интеллектualные блоки (см. рис. 6.23), и **внутреннюю распределенную интеллектualизацию**,

Типовые блоки
интеллектуальных систем



Типовые блоки
традиционной АИС

Рис. 6.23. Внутренняя локализованная интеллектуализация

предусматривающую применение интеллектуальных вычислительных и логических процедур практически во всех блоках.

Понятно, что реализация способа внутренней интеллектуализации дорогостояща, она требует от разработчиков исключительно высокой квалификации в различных предметных областях и длительного времени создания системы.

Важно отметить, что современные интеллектуальные системы выполняют не только основные (целевые) функции, но и все большее число дополнительных, ранее либо вообще не предусматриваемых, либо выполняемых другими системами. Так, например, практически все интеллектуальные АИС содержат подсистемы обучения работы с ними, интеллектуальной поддержки работы пользователя по основному назначению системы, интеллектуального многоуровневого хелпинга, модификации базы знаний и т.п.

В заключение следует еще раз отметить, что на современном этапе развития общества, магистральным путем автоматизации профессиональной (в том числе управленческой) деятельности является ее интеллектуализация, проводимая одним из рассмотренных способов. Следует ожидать, что в будущем каждая АИС станет в полном смысле средством интеллектуальной поддержки деятельности конкретного должностного лица, и без применения таких средств представить технологию разработки решений в любой сфере человеческой деятельности будет невозможно.

Литература

1. Антикризисное управление / Под ред. Э.М.Короткова. — М.: Инфра-М, 2001.
2. Баззел Р, Кокс Д., Браун Р. Информация и риск в маркетинге / Под ред. М.Р. Ефимовой. — М.: Финстатинформ, 1993.
3. Балабанов И.Т. Основы финансового менеджмента. — М.: Финансы и статистика, 2002.
4. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. — М.: Финансы и статистика, 1996.
5. Балдин К.В., Быстрое О.Ф., Поздняков В.Я., Соколов М.М. Управление инвестициями в торговле. — Тамбов: ТГТУ, 2000.
6. Балдин К.В., Быстрое О.Ф., Поздняков В.Я., Соколов М.М. Инвестиции в антикризисном управлении. — Тамбов: ТГТУ, 2000.
7. Балдин К.В., Уткин В.Б. Информатика. — М.: Центр, 2002.
8. Балдин К.В., Воробьев С.Н. Управленческие решения: теория и практика. — М.: Центр, 2003.
9. Балдин К.В., Уткин В.Б. Информационные системы в экономике. — М.: Академия, 2003.
10. Балдин К.В., Воробьев С.Н., Уткин В.Б. Управленческие решения. М.: Дашков и Ко, 2003.
11. Балдин К.В., Быстрое О.Ф., Соколов М.М. Эконометрика. М.: ЮНИТИ, 2004.
12. Балдин К.В., Уткин В.Б. Теоретические основы автоматизации управленческой деятельности. — Воронеж: МОДЭК, 2004.
13. Балдин К.В., Воробьев С.Н., Уткин В.Б. Теоретические основы принятия управленческих решений. Воронеж: МОДЭК, 2004.
14. Балдин К.В., Быстрое О.Ф., Перцов В.В., Соколов М.М. Антикризисное управление. — М.: Гардарики, 2005.
15. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В. Математика. — М.: ЮНИТИ, 2005.
16. Балдин К.В., Воробьев С.Н. Риск-менеджмент. — М.: Гардарики, 2005.

Литература

17. *Балдин К.В.* Антикризисное управление: макро- и микроуровень. — М.: Дашков и Ко, 2005.
18. *Балдин К.В., Воробьев С.Н.* Системный анализ управления рисками в предпринимательстве. — Воронеж: МОДЭК, 2005.
19. Банковское дело / Под ред. О.И. Лаврушина. — М.: ЮНИТИ, 2002.
20. *Берка К.* Измерения: понятие, теория, проблемы / Пер. с чеш. Под ред. Б.В.Бирюкова. — М.: Прогресс, 1987.
21. *Боумен У.* Графическое представление информации / Пер. с англ. — М.: Мир, 1971.
22. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1968.
23. *Вальравен К.Д.* Управление риском в коммерческом банке: Пер. с англ. / Под ред. Мэри Э. Уорд и Я.М. Миркина. Вашингтон ИЭР, 1997.
24. Введение к международным стандартам оценки 1 и 2. Рыночная и нерыночные базы оценки // Российский оценщик. 2001. № 4.
25. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология. — М.: Наука, 1980.
26. *Виссема Х.* Менеджмент в подразделениях фирмы. Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 1996.
27. *Воробьев С.Н., Варфоломеев В.И.* Принятие управленческих решений. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001.
28. *Воробьев С.К., Уткин В.Б., Балдин К.В.* Управленческие решения. — М.: ЮНИТИ, 2003.
29. *Гамза В.А., Екатеринославский Ю.Ю.* Рисковый спектр коммерческих организаций. — М.: Экономика, 2002.
30. *Глушаков С.В., Ломотько Д.В.* Базы данных: Учеб. курс. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2001.
31. Гражданский кодекс Российской Федерации: часть первая от 30.11.1995 г. № 51-ФЗ; часть вторая от 26.01.1996 г. № 14-ФЗ; часть третья от 26.11.2001 г. № 146-ФЗ с последующими изменениями и дополнениями.
32. Гражданский и арбитражный процесс, нотариат, обязательственные отношения: Образцы документов / Отв. ред. проф. В.В. Ярков. — М.: Изд-во БЕК, 1998.
33. *Грантуров В.М.* Экономический риск, сущность, методы измерения, пути снижения. Методическое пособие. М.: Дело и Сервис, 2002.
34. *Гумилев Л.Н.* Древняя Русь и Великая степь / Л.Н.Гумилев. — М.: ООО Изд-во АСТ», 2002.
35. *Дойль П.* Менеджмент: стратегия и тактика. — М.: Дело, 1999.
36. «ЗОЛОТОЙ ДИСК — 2002» — информационный сборник документов и материалов по различным разделам оценки. — Москва: Российское общество оценщиков, 2002.
37. Инвестиции / Под ред. К.В. Балдина, М.: Дашков и Ко, 2005.
38. Инновационный менеджмент. Справочное пособие. — СПб.: Наука, 1997.

39. Искусственный интеллект. Кн.1. Системы общения и экспертные системы / Под ред. Э.В. Попова. — М.: Радио и связь, 1990.
40. Исследование операций: В 2 т. Т. 1. Методологические основы и математические методы / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби / Пер. с англ. — М.: Мир, 1981.
41. *Кандинская О.А.* Управление финансовыми рисками: поиск оптимальной стратегии. — М.: Изд-во АО «Консалтбанкир», 2000.
42. *Карнеги Д.* Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей / Пер. с англ. Общ. ред. и предисл. В.П. Зинченко и Ю.М. Жукова. — М.: Прогресс, 1989.
43. *Карнеги Д.* «Как вырабатывать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично», «Как перестать беспокоиться и начать жить» / Пер. с англ.; Общ. ред. и предисл. В.П. Зинченко и Ю.М. Жукова. — М.: Прогресс, 1989.
44. *Кини Р., Райфа Х.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. Под ред. И.Ф. Шахнова. — М.: Радио и связь, 1981.
45. *Ковалев В.В.* Методы оценки эффективности инвестиций. — М.: ЭКОНОМИСТ, № 3, 1993.
46. *Козелецкий Ю.* Психологическая теория решений / Пер. с польск. Под ред. Б.В. Бирюкова. — М.: Прогресс, 1979.
47. *Корнилова Т.В.* Психология риска и принятия решений. Учебное пособие для вузов. — М.: Аспект Пресс, 2003.
48. *Кофман А.* Введение в теорию нечетких множеств / Пер. с франц. — М.: Радио и связь, 1982.
49. *Круглое В.В., Борисов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — М.: Горячая линия. Телеком, 2001.
50. *Кураков Л.П., Кураков В.Л., Кураков А.Л.* Экономический энциклопедический словарь. — М.: Вуз и школа, 2005.
51. *Кучин А.Б., Смирнова А.Р., Зайцева В. О.* Факторинг — финансовая схема управления вексельными потоками. — М.: ООО «Верше-АВ», 2000.
52. *Лескин А.А., Мальцев В.Н.* Системы поддержки управленческих и проектных решений. — Л.: Машиностроение, 1990.
53. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / Пер. с франц. А. Тейз, П. Грибомон, Ж. Луи и др. — М.: Мир, 1990.
54. *Лэнд П.Э.* Менеджмент — искусство управлять / Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 1995.
55. *Льюис Р., Райфа Х.* Игры и решения / Пер. с англ. Под ред. Д.Б. Юдина. — М.: Иностр. лит., 1961.
56. *Максимей И.В.* Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988.
57. *Малыхин В.И.* Финансовая математика. — М.: ЮНИТИ, 2002.

Литература

58. Международные стандарты оценки МСО 1—4 / С предисловием В.М. Постыка Научно-методические проблемы стандартизации и пути их решения. — М.: Машиностроение, 1989.

59. Менеджмент / Под ред. М.М. Максимцова, М.А. Комарова. — М.: ЮНИТИ, 2002.

60. Мескон М., Альберт М., Хедуори Ф. Основы менеджмента. Учебник, 3-е изд. / Пер. с англ. — М.: Дело, 1992.

61. Методика определения категории риска при инвестиционном кредитовании и проектном финансировании, применяемая в Сбербанке РФ. — Регламент по финансированию инвестиционных проектов» № 479-р от 05.02.1999 г. Сбербанк России.

62. Мешанин Ю.М. Что такое «разложить по пальцам» // **ЭКО. 1991.** № 3 (201). С.165-175.

63. Миичич П. Как проводить деловые беседы / Пер. с серб.-хорв. Общ. ред. и предисл. В.М. Шепеля. — М.: Экономика, 1983.

64. Муравьев А.И., Игнатьев А.М., Крутик А. Б. Предпринимательство. — СПб.: Лань, 2001.

65. Нагао М., Катаяма Т., Уэмура С. Структуры и базы данных / Пер. с япон. — М.: Мир, 1986.

66. Надежность и эффективность в технике: Справочник. Т. 3. Эффективность технических систем / Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. М., 1988.

67. Нанс Б. Компьютерные сети / Пер. с англ. — М.: **БИНОМ**, 1995.

68. Науман Э. Принять решение — но как? / Пер. с нем. — М.: **Мир**, 1987.

69. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему / Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1991.

70. Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений. Пер. с англ. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.

71. Ожегов С.И. Словарь русского языка: 70 000 слов / Под ред. Н.Ю. Шведовой. 22-е изд. — М.: Русский язык, 1990.

72. Оуэн Г. Теория игр / Пер. с англ. — М.: Мир, 1971.

73. Панов А.И. Инвестиционное проектирование. — М.: Экономика и финансы, 2002.

74. Проблемы итогового согласования результатов оценок, полученных с использованием различных подходов / Стенограмма круглого стола: январь-февраль 2003 // Российский оценщик. 2003. № 1.

75. Райгородский Д.Я. Психология масс: Хрестом. — Самара: Издательский Дом «БАХРАН», 1998.

76. Риск-менеджмент как инструмент контроля финансовых результатов деятельности компании // Финансовая газета. № 7 (583), февраль 2003 года.

77. Роберте Ф. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. — М.: Наука, 1986.

78. *Родин А.Ю.* Методика определения ликвидационной стоимости имущества // Вопросы оценки. 2003. № 1.
79. *Рослое В.Ю., Мышанов А.И., Подколзин И.А.* Расчет ликвидационной стоимости объектов с неэластичным спросом // Там же.
80. *Саати Т., Керне К.* Аналитическое планирование. Организация систем / Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1991.
81. *Самоукина Н.В.* Работа социального психолога в банковской системе // Вопросы психологии. 1997. № 4. С. 48—57.
82. *Соснин А.С., Прыгунов П.Я.* Менеджмент безопасности предпринимательства. — Киев: Европейский университет, 2002.
83. *Старобинский Э.Е.* Как управлять персоналом? — М.: Интел-Синтез, 1995.
84. *Танеев В.С., Гордон В.С., Шафранский ЯМ.* Теория расписаний. Одностадийные системы. — М.: Наука, 1984.
85. *ТахаЛ.* Введение в исследование операций: В 2 кн. / Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
86. Толковый словарь по искусственному интеллекту. — М.: Радио и связь, 1992.
87. *Тэпман Л.Н.* Риски в экономике. — М.: ЮНИТИ, 2002.
88. *Уотермен Д.* Руководство по экспертным системам / Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
89. *Уткин В.Б., Балдин К.В.* Современные информационные системы и технологии в экономике. — М.: ЮНИТИ, 2003.
90. *Файоль А., Эмерсон Г., Тейлор Ф., Форд Г.* Управление — это наука и искусство. — М: Республика, 1998.
91. *Философский энциклопедический словарь* / Гл. ред. Л.Ф. Ильичев, П.Н. Федосеев, СМ. Ковалев, В.Г. Панов. М.: Советская энциклопедия, 1983.
92. *Финансово-кредитный энциклопедический словарь* / Под ред. А.Г. Грязновой. — М.: Финансы и статистка, 2002.
93. *Финансовый менеджмент* / Под ред. Е.И. Шохина. — М.: ИД ФБК ПРЕСС, 2003.
94. *Химмельблау Д.* Анализ процессов статистическими методами. — М.: Мир, 1989.
95. *Цветкова Е.В., Арлюкова И.О.* Риски в экономической деятельности. Учебное пособие. — СПб: Санкт-Петербургский институт внешнеэкономических связей экономики и права. Общество «Знание» С.-Петербурга и Ленинградской области, 2002.
96. *Черкасов ВЕ.* Международные инвестиции. — М.: ДЕЛО, 1999.
97. *Четвериков В.Н., Ревунков Г.И., Самохвалов Э.Н.* Базы и банки данных. — М.: Высшая школа, 1987.
98. *Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж.* Инвестиции / Пер с англ. — М.: ИНФРА-М, 1999.
99. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем — искусство и наука. — М.: Мир, 1978.

Литература

100. *Шмирева А.И., Колесников В.Н., Климов А.Ю.* Международные валютно-кредитные отношения. — СПб.: Питер, 2001.
101. Экономические и информационно-аналитические основы управления инвестиционными проектами / Под. ред. К.В. Балдина. — Воронеж: МОДЭК, 2004.
102. Экспертные системы. Принципы работы и примеры / Пер. с англ. А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс и др.; Под ред. Р. Форсайта. — М.: Радио и связь, 1987.
103. Электроника, компьютеры, связь // MegaPlus. 1999. № 5.
104. *Юм. Д.* О человеческой природе / Пер с англ. СИ. Церетели. — СПб.: Азбука. 2001.
105. Essentials of Risk Management. (Ed by Head G.L.) 1994.
106. Executive Information Systems, Inc. White Paper No. Three, March 27, 1997. Data Warehouses and Marts: A Dynamic View, by Joseph M. Firestone, Ph.D.
107. Evaluating OLAP Software by Dan Bulos (<http://www.datawarehouse.com>).
108. DM Direct, Volume 1, Issue 17, April 1999, Six Letters of Decision Support Architectures by Michael Fine.
109. Data Marts and Data Warehouse: Information Architecture for the Millenium by W.H. Inmon.
110. Intelligent Enterprise Magazine. January 1, 2000. Vol. 3. №. 1, The Dozen: The 12 Most Infuential Companies in IT.
111. *Vittas D.* Measuring Commercial Bank Efficiency: Use and Misuse of ianc Operating Ratios. Washington: The World Bane, 1991.

Балдин Константин Васильевич

РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ

Учебное пособие

Зав. редакцией *И. Федосова*
Ответственный редактор *И. Ескевич*
Редактор *Е. Жукова*
Художественный редактор *Е. Брынчик*
Технический редактор *Н. Тростянская*
Младший редактор *А. Березкина*
Компьютерная верстка *Н. Журавлева*
Корректор *Т. Перовская*

000 «Издательство «ЭКСМО»
127299, Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18/5. Тел.: 411-68-86, 956-39-21.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Оптовая торговля книгами "Эксмо" и товарами «Эксмо-канц»:
000 «ТД «Эксмо». 142700, Московская обл., Ленинский р-н, г. Видное,
Белокаменное ш., д. 1, многоканальный тел. 411-50-74.
E-mail: reception@eksmo-sale.ru

Полный ассортимент книг издательства "Эксмо" для оптовых покупателей:

В Санкт-Петербурге: 000 СЗКО, пр-т Обуховской Обороны, д. 84Е.
Тел. отдела реализации (812) 265-44-80/81/82.

В Нижнем Новгороде: 000 ТД «Эксмо НН», ул. Маршала Воронова, д. 3.
Тел. (8312) 72-36-70.

В Казани: 000 «НКП Казань», ул. Фрезерная, д. 5. Тел. (8435) 70-40-45/46.

В Самаре: 000 «РДЦ-Самара», пр-т Кирова, д. 75/1, литера «Е». Тел. (846) 269-66-70.

В Екатеринбурге: 000 «РДЦ-Екатеринбург», ул. Прибалтийская, д. 24а.
Тел. (343) 378-49-45.

В Киеве: 000 ДЦ «Эксмо-Украина», ул. Луговая, д. 9. Тел./факс: (044) 537-35-52.

Во Львове: Торговое Представительство 000 ДЦ «Эксмо-Украина», ул. Бузкова, д. 2.
Тел./факс (032) 245-00-19.

Мелкооптовая торговля книгами «Эксмо» и товарами «Эксмо-канц»:
117192, Москва, Мичуринский пр-т, д. 12/1. Тел./факс: (495) 411-50-76.
127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 2. Тел.: (495) 745-89-15, 780-58-34.

Информация по канцтоварам: www.eksmo-kanc.ru e-mail: kanc@eksmo-sale.ru

Полный ассортимент продукции издательства «Эксмо»:

В Москве в сети магазинов «Новый книжный»:

Центральный магазин — Москва, Сухаревская пл., 12. Тел. 937-85-81.

Информация о магазинах «Новый книжный» по тел. 780-58-81.

В Санкт-Петербурге в сети магазинов «Буквоед»:

«Магазин на Невском», д. 13. Тел. (812) 310-22-44.

**По вопросам размещения рекламы в книгах издательства «Эксмо»
обращаться в рекламный отдел. Тел. 411-68-74.**

Подписано в печать 27.02.2006

Формат 60х90¹/16- Гарнитура «Тайме». Печать офсетная.

Бумага тип. Усл. печ. л. 23,0.

Тираж 3000 экз. Заказ № 1503

Отпечатано в ОАО "ИПК "Ульяновский Дом печати"
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14