

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра экономической информатики

**Е. Н. Живицкая**

## **ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Допущено Министерством образования  
Республики Беларусь в качестве учебного пособия  
для магистрантов учреждений высшего образования  
по специальности «Математические и инструментальные  
методы экономики»*

Минск БГУИР 2017

УДК [519.816+330.4](075.8)  
ББК 22.18я73+65В6я73  
Ж66

Рецензенты:

кафедра организации и управления  
учреждения образования «Белорусский государственный экономический  
университет» (протокол №14 от 26.04.2016);

доцент кафедры систем автоматизированного проектирования  
Белорусского национального технического университета,  
кандидат технических наук, доцент И. Л. Ковалева

**Живицкая, Е. Н.**

Ж66 Теория принятия решений в экономических исследованиях : учеб.  
пособие / Е. Н. Живицкая. – Минск : БГУИР, 2017. – 294 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-266-2.

Рассмотрены сущность и характерные особенности управленческих решений, технологии принятия решений в экономических исследованиях; логические элементы системного анализа, принципы системного анализа и процесс его проведения. Раскрыты вопросы измерений при принятии решений в экономических исследованиях, определены типы задач принятия решений и подходы к их решению. Представлены математические методы принятия решений в экономических исследованиях, экспертные оценки, методы социологических исследований. Описаны методы целеполагания, оценки альтернатив и предпланового стратегического анализа.

Предназначено для преподавателей и магистрантов, а также для специалистов, осуществляющих подготовку и принятие решений в экономических исследованиях.

УДК [519.816+330.4](075.8)  
ББК 22.18я73+65В6я73

ISBN 978-985-543-266-2

© Живицкая Е. Н., 2017

© УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### Часть I ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

<b>В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</b> .....	6
Раздел 1 ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ. ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ И ОСОБЕННОСТИ.....	6
1.1 Основные понятия .....	6
1.2 Классификация управленческих решений .....	9
1.3 Основные этапы процесса принятия решений, их содержание.....	13
1.4 Методы принятия управленческих решений .....	17
1.5 Роли участников процесса принятия решений в экономике.....	18
1.6 Разработка и принятие экономических решений .....	22
<i>Список контрольных вопросов к разделу 1</i> .....	24
Раздел 2 СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	26
2.1 Понятие системы .....	26
2.2 Обратная связь и контроль в системе .....	30
2.3 Определение системного анализа.....	32
2.4 Предпосылки возникновения системного анализа .....	35
2.5 Системный подход в управлении экономикой.....	37
2.6 Системный анализ как методологическая основа принятия решений.....	39
2.7 Системный аналитик и его роли .....	49
<i>Список контрольных вопросов к разделу 2</i> .....	50
Раздел 3 ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА .....	52
3.1 Логические элементы системного анализа .....	52
3.2 Процедура проведения системного анализа .....	60
3.3 Анализ структуры системы .....	61
3.4 Сбор данных о функционировании системы. Исследование информационных потоков .....	61
3.5 Построение моделей систем .....	62
3.6 Проверка адекватности моделей, анализ неопределенности и чувствительности.....	63
3.7 Исследование ресурсных возможностей.....	65
3.8 Определение целей системного анализа .....	65
3.9 Формирование критериев .....	66
3.10 Генерирование альтернатив.....	67
3.11 Реализация выбора и принятия решений .....	70
3.12 Внедрение результатов анализа .....	72
<i>Список контрольных вопросов к разделу 3</i> .....	73

<b>Часть II ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</b> .....	75
Раздел 4 ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	75
4.1 Основные понятия измерения .....	75
4.2 Номинальное и реальное экономическое измерение .....	79
4.3 Теория измерений и шкалы измерений .....	83
4.4 Методы измерений.....	88
4.5 Теория полезности и методы измерения полезности (предпочтительности)....	91
4.6 Надежность и достоверность измерений.....	97
4.7 Погрешности экономических измерений и их виды.....	100
<i>Список контрольных вопросов к разделу 4</i> .....	102
Раздел 5 КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕАЛИЗАЦИИ .....	104
5.1 Краткая характеристика задач принятия решений.....	104
5.2 Схема процесса принятия решений .....	105
5.3 Классификация задач принятия решений.....	107
5.4 Подходы к реализации задач принятия решений .....	110
<i>Список контрольных вопросов к разделу 5</i> .....	118
Раздел 6 ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	120
6.1 Линейное программирование .....	120
6.2 Динамическое программирование .....	131
6.3 Теория массового обслуживания .....	133
6.4 Теория игр.....	139
<i>Список контрольных вопросов к разделу 6</i> .....	146
Раздел 7 МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК.....	148
7.1 Сущность метода экспертных оценок и основные понятия.....	149
7.2 Методы экспертных оценок, применяемые при принятии решений в экономических исследованиях .....	153
<i>Список контрольных вопросов к разделу 7</i> .....	170
Раздел 8 СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	171
8.1 Виды социологических исследований и этапы их проведения.....	171
8.2 Программа социологического исследования .....	179
8.3 Методы социологических исследований.....	182
8.4 Экономические методы анализа результатов социологического исследования .....	186
<i>Список контрольных вопросов к разделу 8</i> .....	188

Раздел 9 МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ.....	189
9.1 Содержание анализа, технология его проведения .....	189
9.2 Метод логико-смыслового моделирования проблем.....	193
9.3 Выявление проблем совершенствования управления .....	198
9.4 Формирование предположений (гипотез).....	202
<i>Список контрольных вопросов к разделу 9</i> .....	203
<b>Часть III ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</b>	
<b>В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ</b> .....	205
Раздел 10 ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ.....	205
10.1 Общая характеристика методов целеполагания.....	205
10.2 Метод структуризации для построения «дерева целей» .....	205
10.3 Структуризация целей на основе контент-анализа .....	208
10.4 Совместное применение первого и второго методов .....	208
10.5 Сущность метода структуризации .....	210
10.6 «Дерево взаимосвязей» .....	211
10.7 Критерии относительной важности – критерии определения .....	217
10.8 Логические принципы определения коэффициентов относительной важности .....	219
10.9 Расчет коэффициентов относительной важности .....	223
10.10 Область применения метода структуризации .....	228
10.11 Технологии управления по целям.....	232
<i>Список контрольных вопросов к разделу 10</i> .....	236
Раздел 11 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ.....	237
11.1 Системный подход к разработке альтернатив выбора .....	237
11.2 Оценка альтернатив для различных типов управленческих задач.....	242
11.3 Методы оценки альтернатив выбора.....	247
11.4 Многокритериальные оценки альтернатив.....	250
11.5 Использование кривых безразличия при выборе альтернатив решений ...	255
11.6 Принятие срочных решений .....	258
11.7 Методы и модели принятия решений.....	259
<i>Список контрольных вопросов к разделу 11</i> .....	265
Раздел 12 МЕТОДЫ ПРЕДПЛАНОВОГО СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА .....	267
12.1 Оценка текущего состояния бизнеса и перспектив его развития.....	267
12.2 Оценка уровня конкурентоспособности .....	282
<i>Список контрольных вопросов к разделу 12</i> .....	290
ЛИТЕРАТУРА .....	291

# Часть I

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### Раздел 1

#### ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ. ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ И ОСОБЕННОСТИ

##### 1.1 Основные понятия

Принятие решений – это процесс, направленный на поиск возможных (существующих) альтернатив и выбор наиболее подходящего способа достижения заданной цели.

Экономическое исследование – это поиск новых знаний или систематическое расследование с целью установления фактов и закономерностей в экономике. В более узком смысле **экономическое исследование** – это научный метод (процесс) изучения экономических систем. В совокупности с другими научными методами решает такую важную задачу, как выявление общих и альтернативных для всех исследуемых экономических систем элементов и признаков, закономерностей развития, а также различий между самими системами.

Другими словами, решением в экономическом исследовании называют процесс выбора одного или нескольких подходящих вариантов действий в рассматриваемой экономической системе из множества возможных.

Принятие всевозможных решений является одной из основополагающих функций управления. Любая организация (независимо от того, вертикальная или горизонтальная система управления в ней выбрана) способна работать только при условии принятия верных и грамотных решений. Принимать решения должны не только руководители групп, подразделений, отделов и т. д., но и специалисты, рабочие и другие члены организации, поскольку любая трудовая (и не только) деятельность требует принятия решений. Уметь принимать решения особенно необходимо экспертам, консультантам и аналитикам, поскольку от их решений напрямую зависит эффективность работы предприятия или организации. Когда речь заходит о принятии деловых решений, в первую очередь, говорят о финансовых, политических, технических, экономических, юридических и прочих решениях, которые принимаются в организациях. Главным образом, ответственные деловые решения принимаются учредителями и руководителями организаций или отделов (подразделений).

Деловые решения могут быть разделены на две группы: экспертные и управленческие.

Характер **экспертных решений** является рекомендательным. Принимаются такие решения лицами, которые не имеют властных полномочий, то есть не занимаются управлением организацией: экспертами, аналитиками, консультантами. В качестве примера в данном случае можно привести финансовые решения, которые предлагаются директору организации финансовыми аналитиками или сторонними консультантами по управлению (к примеру, о приобретении или продаже ценных бумаг). Также экспертным решением являются рекомендации отдела маркетинга о внедрении производимых товаров на новые рынки в связи со сложившимися там благоприятными условиями для сбыта продукции.

**Управленческие решения** имеют ряд отличий от экспертных. Они принимаются непосредственно руководителями, имеющими линейные полномочия. Иными словами, у них есть право распоряжаться ресурсами организации для достижения поставленных целей. После того как управленческое решение принято соответствующим руководителем, оно доводится до исполнителей (или других заинтересованных сторон) в устной или письменной форме. Нередки случаи, когда управленческое решение предварительно оформляется в виде инструкций или планов, возможно представление их в виде распоряжений или приказов, иногда – бюджетов и других документов, которые являются обязательными для исполнения.

Хороший, состоявшийся менеджер отличается от менеджера, находящегося не на своем месте, качеством решений, которые он принимает. Главными ориентирами должны быть результативность и эффективность управленческих решений, которые определяются тем, насколько принятое и озвученное решение соответствует ситуации или проблеме, поставленной перед менеджером, а также тем, как он отнесется к ее решению. Проблема – это не что иное, как измеримый разрыв между состоянием, существующим в настоящий момент, и желаемым (как минимум в ближайшем будущем). Чтобы принимаемые решения были как можно более результативными, менеджеру необходимо постоянно работать над собой, учиться правильно формулировать существующие проблемы, а также иметь навыки определения причин их возникновения. В таком случае управленческие решения менеджера будут способны устранять причины, а не только лишь воздействовать на их последствия.

Очевидно, что от качества управленческих решений и их эффективности в серьезной мере зависит успех и эффективность всего дела, за которое менеджер является ответственным. Именно поэтому процесс разработки и принятия управленческих решений является одним из крайне важных управленческих процессов.

Зачастую при принятии разнообразных управленческих решений встречаются ситуации, когда менеджер сталкивается с непредсказуемостью, неопределенностью, вероятностным характером результата. Часто на конечный результат влияние оказывают различные факторы: не только внутренние, но и внешние. В случае, когда уровень профессионализма лиц, принимающих решения, (ЛПР) оказывается достаточно низким (не хватает необходимых знаний в области менеджмента, нет навыков психологического воздействия на коллег и подчиненных, отсутствует понимание принципов разработки и принятия управленческих решений), непредсказуемость результатов может оказаться очень высокой. И чем ниже уровень подготовки управленца, тем выше она будет.

Следует отметить, что решения руководителя должны быть в первую очередь эффективными, так как:

- данные решения обходятся компании гораздо дешевле;
- они всегда дают быстрый и гарантированный результат;
- они обеспечивают кратковременное преодоление кризиса с наименьшими потерями для организации;
- руководитель, способный к принятию эффективных решений, может быть спокоен за успех своей компании в долгосрочной перспективе.

Следует учиться принимать решения, чтобы достигнуть следующих результатов:

- уметь грамотно формулировать возникающие проблемы и находить способы их решений;
- сохранять объективность при любых обстоятельствах, в том числе в ситуации стресса, поскольку самые главные для организации решения принимаются именно в такой ситуации;
- уметь принимать эффективные решения при недостатке информации, что дает возможность сделать стремительный шаг вперед, опережая конкурентов и предвосхищая их дальнейшие действия.

Таким образом, можно отметить, что любое решение представляет собой процесс выбора верного варианта действий из возможных в данных рассматриваемых условиях.

Особенности управленческих решений:

- 1) наличие разных вариантов решения;
- 2) целевой характер, то есть метод решения напрямую зависит от поставленной задачи;
- 3) потребность в волевом действии ЛПР.

Иными словами, выбор наиболее подходящего варианта действий по заданным параметрам называется **принятием решения**. А сам процесс, соответ-



ственно, называется **процессом принятия решения**. Главным и движущим элементом является **проблема**. Проблема – это ситуация несоответствия текущего состояния объекта или системы управления желаемому или требуемому. **Определение планов действий** по устранению видимых или прогнозируемых проблем и является сущностью любого процесса принятия решения.

#### **Черты управленческого решения:**

- эффективность;
- обоснованность;
- комплексность подхода;
- своевременность;
- четкая формулировка задач;
- законность;
- посильность исполнения;
- отсутствие противоречий по отношению к ранее принятым решениям;
- преемственность.

## **1.2 Классификация управленческих решений**

Управленческие решения могут быть условно разделены на следующие виды:

- запрограммированные – решения для повторяющихся ситуаций;
- незапрограммированные – решения для совершенно новых, ранее не встречаемых ситуаций, они имеют разнообразные связи с неизвестными (возможно, неизученными) факторами, что обуславливает необходимость разработки и проведения специальной процедуры принятия решения.

В процессе принятия решения могут участвовать как отдельные управленцы, так и группы работников. Поэтому *в зависимости от субъекта* решения разделяются на индивидуальные и групповые.

Для **индивидуальных решений** характерно: присутствие творческого начала, а также значительно ограниченное количество времени на согласование решения. Такие решения вполне могут быть неверными.

По различным вопросам, отличающимся сложностью, решения обычно принимаются особой группой. **Групповые решения** в большинстве случаев гораздо лучше воспринимаются сотрудниками организации, чем индивидуальные. Именно поэтому к исполнению решений приступают сразу же, ведь группой ЛПР обеспечивается их более высокая обоснованность. Главенствующая роль групповых решений в конкретной компании определяется не только сти-

лем руководства, но и степенью централизации структуры организации. Во многих случаях принимается во внимание имеющийся бюджет времени для принятия, а также реализации управленческого решения.

Процесс принятия решения всегда представляет собой сложный психологический процесс, в котором одновременно присутствуют как логика, так и чувства. Это позволяет разделить решения на следующие виды:

а) интуитивные, основанные на ощущении, что выбор правилен (чаще всего у руководителей высшего звена);

б) адаптационные, принимаемые на основе профессиональных знаний, опыта прошлого, здравого смысла (характерны для менеджеров среднего и низового уровня);

в) рациональные, принимаемые в результате глубокого, детального и беспристрастного анализа проблем.

В процессе принятия решения применяются два подхода:

а) централизованный, при котором любые решения принимаются высшим уровнем руководства;

б) децентрализованный, при котором принятие решений спускается на низший уровень.

*В зависимости от сферы деятельности* можно выделить следующие виды решений:

- экономические;
- организационные;
- технические;
- коммуникативные.

**Экономические решения** отвечают на следующие вопросы:

1. Что именно следует производить?
2. Какое количество продукции является оптимальным, то есть найдет сбыт?
3. Какой уровень производственных затрат является наиболее подходящим?
4. Какая цена реализации готовой продукции является оптимальной?
5. Существуют ли экономические выгоды (и какие) от производства для инвестора (общества в целом)?

**Организационные решения** служат для разрешения разнообразных проблем, касающихся организации производства продукции. Они отвечают на следующий ряд вопросов:

1. Какой должна быть география производства?

2. Какие типы производственных помещений необходимы для организации производства в данных условиях (при заданной географии)?

3. Каковы потребности в персонале для организации указанного производства?

В данной ситуации учитывается тот факт, что организационные решения обязаны содержать перечень конкретных организационных мероприятий по удовлетворению разнообразных производственных потребностей компании.

**Технические управленческие решения** ставят своей задачей поиск возможной технологии производства той или иной продукции, а также определение подходящего технического оснащения производственных подразделений организации и их модернизации или совершенствования.

**Коммуникативные решения** служат для установления, поддержания и улучшения связей компании с внешней средой, а также обеспечивают организацию связей между элементами ее организационной структуры.

Следующим критерием для классификации видов управленческих решений являются *сроки их действия и возможное их влияние на перспективы развития организации*:

- оперативные;
- тактические;
- стратегические.

**Оперативные решения** играют некоторую корректирующую роль. Они применяются непосредственно в процессе производственной деятельности организации, то есть их главная задача – это решение неожиданных проблем, которые возникают совершенно неожиданно и не могут быть отложены на какой-то период.

**Тактические управленческие решения** – это такие решения, которые в большинстве случаев должны быть вынесены в течение краткосрочной или иногда среднесрочной перспективы. Также к ним относятся решения производственно-технических проблем.

**Стратегические управленческие решения** служат для следования миссии компании и, разумеется, для обеспечения ее существования в условиях конкуренции на рынке сбыта.

По целям можно выделить коммерческие и некоммерческие группы управленческих решений.

**Коммерческие решения** – это решения для выработки плана активностей, нацеленных на достижение заданного (или планируемого, или требуемого) экономического эффекта, к примеру, увеличение прибыли организации или рост объемов оборота.

В свою очередь, **некоммерческие управленческие решения** не преследуют экономические цели. Они обычно работают на создание имиджа фирмы, возможно, они могут быть нацелены на социальное развитие сообщества (как муниципального, так и регионального), в котором действует компания. Также такие решения направлены на охрану окружающей среды и улучшение условий труда и отдыха работников. Кроме того, в зону ответственности таких решений попадает и развитие некоммерческих направлений деятельности компании.

*Уровень творческого начала* при принятии управленческих решений дает возможность говорить о существовании **рутинных и уникальных** решений. Объясняется это тем, что в деятельности любой компании могут быть как часто повторяющиеся, стандартные, рядовые (обычные) ситуации, так и совершенно новые нестандартные проблемы, решением которых ранее не занимались. Очевидно, что для решения стандартных проблем следует разрабатывать ряд стандартных процедур, которые в комплексе представляют собой меры по решению рутинных управленческих проблем. Нестандартные проблемы, в свою очередь, требуют к себе повышенного внимания, поскольку в каждом отдельном случае для их решения нужно рассматривать весь комплекс составляющих их элементов, существующих всевозможных ограничений. Такие ситуации требуют от ЛПР проведения серьезного анализа разнообразных допустимых вариантов решения рассматриваемой проблемы. Именно этот процесс и придает уникальному управленческому решению творческий характер.

*Наличие или отсутствие любой исходной информации* или ее части обуславливает разделение управленческих решений на следующие виды:

- решения, принимаемые в условиях определенности;
- решения, принимаемые в условиях риска;
- решения, принимаемые в условиях неопределенности.

Можно говорить, что то или иное решение принимается в условиях определенности в том случае, если ЛПР однозначно представляет себе результат любого из возможных вариантов решения проблемы.

Решение, принимаемое в условиях риска, – это такое решение, при котором определена вероятность альтернативных решений, но в то же время на решение накладывается следующее условие: в сумме вероятности всех возможных альтернатив представляют собой единицу.

О принятии управленческого решения в условиях неопределенности можно говорить, когда по объективным причинам не существует возможности определить (или оценить) вероятность потенциальных результатов.

*В зависимости от иерархии*, имеющейся в организации, различают управленческие решения следующих уровней: высшего, среднего и нижнего. В

большинстве современных компаний решения принимаются преимущественно на среднем уровне. В настоящее время начинают приобретать популярность решения высшего уровня, разработкой и подготовкой которых занимается средний уровень управления.

*В зависимости от масштабности* управленческие решения подразделяют на **комплексные**, предназначенные для решения многофакторных проблем, имеющих сложную внутреннюю структуру, и **частные**, которые применяются в решении частных вопросов деятельности организации.

*Направленность управленческих решений* на объекты внешней или внутренней среды дает возможность разделить такие решения на внешние и внутренние. Обязательно следует принимать во внимание тот факт, что управленческое решение не в состоянии влиять на изменение каких-либо факторов внешней среды. Таким образом, внешнее управленческое решение должно быть способным корректировать связи компании с окружающей средой, естественно, вынося на первое место интересы следования миссии и целям компании.

### **1.3 Основные этапы процесса принятия решений, их содержание**

**Первым этапом** процесса принятия управленческого решения является подготовка к его разработке, в которую входят такие элементы, как:

- сбор информации о сложившейся или необходимой ситуации;
- определение и постановка целей;
- создание системы оценивающих критериев;
- детальный анализ управленческой ситуации;
- диагностика имеющейся ситуации;
- прогнозирование возможного развития ситуации.

Важно понимать, что принимаемая во внимание информация о ситуации обязательно должна быть достоверной, желательно, достаточно полной и по возможности избыточной. Очевидно, что аналитический материал должен разрабатываться соответствующими специалистами, которые обладают необходимой компетенцией, а также опытом работы в сфере рассматриваемой управленческой проблемы.

Очень серьезную роль в процессе решения проблемы играет процесс определения целей управленческого воздействия. Важно отметить, что этот процесс обязательно должен проходить при непосредственном участии ЛПР.

Кроме того, в этом процессе важная роль отводится адекватной оценке сложившейся ситуации, а также детальному анализу всевозможных факторов, которые в той или иной степени воздействуют на ее развитие. Данная цель яв-

ляется основой разрабатываемой оценочной системы, в большинстве случаев включающей в себя следующие элементы:

- критерии, которыми может быть охарактеризован объект оценки;
- соответствующая этим критериям система показателей, а также необходимые шкалы, благодаря которым объект может быть количественно оценен по каждому из критериев;
- набор определенных принципов проведения сравнительного анализа полученных вариантов управленческого решения, а также их выбора.

В результате проводимого анализа ситуации должен быть определен набор факторов, характеризующих динамику ее развития. На этом этапе ЛПР может прибегать к помощи методов факторного и корреляционного анализа.

Диагностика сложившейся ситуации служит для того, чтобы определить и оценить ее ключевые проблемы, установить характер их влияния на ситуацию в целом, выявить ряд закономерностей, по которым развивается ситуация, определить набор механизмов целенаправленного воздействия на развитие ситуации, а также потребность в ресурсах, необходимых для осуществления управленческого решения.

Важно верно определить вид, в котором будут представлены возможные результаты управленческого воздействия, полученные в процессе разработки прогноза развития ситуации.

Непосредственно разработка управленческого решения представляет собой **второй этап** процесса принятия решения. Он сводится к генерированию и изучению, рассмотрению альтернативных вариантов решений, после чего производится отбор наиболее подходящих вариантов управляющих воздействий. Затем ставится задача разработки возможных сценариев развития ситуации, а далее проводится, если необходимо, оценка полученных вариантов управляющих воздействий экспертами.

Наиболее часто применяются и, как следствие, широко распространены среди ЛПР процедуры генерирования альтернативных вариантов, приведенные ниже:

- метод аналогов;
- метод мозговой атаки;
- метод синтеза управленческих решений.

Стоит отметить, что в настоящее время все большее распространение приобретают различные автоматизированные системы генерирования вариантов решений, которые имеют высокую точность результатов и лишены воздействия человеческого фактора.

В процессе отбора производится исключение изначально неподходящих, нежизнеспособных, а также неконкурентоспособных вариантов решения. В первую очередь при отборе ЛПР следует ориентироваться на уровень сравнительной оценки, а также на требование отсутствия дублирования.

В процессе разработки сценариев главной задачей ставится обеспечение глубокого понимания ЛПР не только существующей ситуации, но и наиболее вероятных путей ее развития с течением времени. Здесь полезно изучить многообразие вариантов динамики изменения определяющих факторов, влияющих на развитие ситуации.

После того как сценарии разработаны, приходит время для проведения **третьего этапа** – экспертной оценки главных вариантов управляющих воздействий. Задачей этого этапа является проведение оценочных работ по реализуемости полученных вариантов управленческих воздействий, а также по возможности достижения заданных целей. На основе полученных экспертных оценок происходит ранжирование рассматриваемых вариантов.

Данный этап принятия решения включает в себя элементы, приведенные ниже:

- коллективная экспертная оценка;
- принятие решения ЛПР;
- разработка плана действий согласно полученным результатам.

Очевидно, что коллективная экспертиза способна обеспечить лучшую обоснованность, а иногда и более высокую эффективность принимаемых управленческих решений. Среди ее главных методов: методы Дельфи, мозговой атаки, комиссий и пр.

После того как получены результаты экспертиз альтернативных вариантов, учитывая имеющуюся дополнительную информацию и руководствуясь богатым личным опытом, а также иногда интуицией, ЛПР можно принять управленческое решение. Следует отметить, что в этом случае существует вероятность, что решение может в корне отличаться от любых предложенных ранее вариантов.

После принятия решения необходимо обеспечить переход к его реализации, что требует тщательного согласования действий, а также ресурсов по времени и, конечно, месту. Функция планирования реализации принятого управленческого решения отвечает за этот процесс. Кроме того, нередки ситуации, в которых уже на этапе реализации управленческих решений требуется корректировка изначального плана действий. В основу этого положена гибкость, то есть возможность изменения как внешних, так и внутренних условий, например, некоторых аспектов законодательства, конъюнктуры, возможно, стратегии организации и пр.

Вслед за экспертной оценкой наступает **четвертый этап** – создание и утверждение плана мероприятий и затем реализация управленческого решения. Данный этап предполагает не только доведение принятого решения до исполнителей, но и наделение исполнителей необходимыми ресурсами, делегирование им требуемых полномочий, а также постоянную координацию действий исполнителей на каждом из этапов реализации управленческого решения.

Наиболее важным элементом этого этапа является процесс доведения принятого решения до исполнителей. ЛПР может выбрать различные варианты постановки задач перед исполнителями: приказ, личная просьба, распоряжение, указание и др. Выбор осуществляется в зависимости от внутреннего устройства организации, типа отношений в коллективе и т. д. Руководителю важно убедиться в том, что поставленные исполнителям задачи понятны, а также обратить внимание на сроки, в которые задачи должны быть исполнены. Зачастую важно подчеркивать серьезность поставленных задач на фоне достижения общей цели. Отдельно следует подчеркивать права и обязанности каждого исполнителя, а также порядок взаимодействия одних исполнителей с другими или с группами исполнителей.

Очень важно уделять серьезное внимание своевременности доведения решений до исполнителей и обеспечению их нужными для решения поставленных задач ресурсами, так как от этого в значительной степени зависит эффективность реализации принятого решения в целом.

Всем исполнителям следует делегировать набор полномочий, которые необходимы им для выполнения поставленных задач. Кроме того, важно наделить их определенной свободой действий, которая позволит им адекватно и полно отреагировать в случае неожиданного или незапланированного изменения условий реализации решения. ЛПР должно четко определить ситуации, которые позволяют исполнителю принимать ситуативные решения, несмотря на то, что такие решения, конечно, являются прерогативой управленцев более высокого уровня.

Немаловажна и роль согласованности и слаженности действий всех исполнителей для достижения максимально эффективного результата от реализации управленческого решения. Обычно процесс реализации управленческого решения характеризуется существованием некоторого временного дисбаланса. Это значит, что некоторые задачи выполняются быстрее, чем планировалось, другие же выполняются с отставанием. Существует лишь один способ влияния на эту ситуацию – постоянная координация выполняемых работ. В некоторых случаях возможно перераспределение различных ресурсов (как материальных, так и человеческих, временных).



В заключение идет **этап контроля** реализации, а также анализа полученных результатов изменения ситуации после реализации управленческого воздействия.

Понятен тот факт, что в целом эффективность деятельности организации во многом обеспечивается контролем реализации ряда мероприятий и разнообразных действий, разработанных в результате принятия управленческих решений. Именно поэтому существует широкое многообразие методов контроля, которые применяются в соответствии с характером объекта управления. Главными разновидностями контроля принято называть непрерывный и дискретный контроль. В том случае, если не существует объективной возможности контролировать непосредственно сам процесс исполнения управленческих решений, то прибегают к использованию контроля итоговых результатов управленческого воздействия.

Главная задача контроля – своевременная фиксация любых расхождений с запланированным (оптимальным) развитием процесса, а также всевозможных отклонений промежуточных или конечного результата. После проведения контроля может быть скорректирован план управляющих воздействий, для того чтобы поставленная управленческая цель не только была достигнута, но и выполнялись временные, материальные и ресурсные планы.

#### **1.4 Методы принятия управленческих решений**

Методами принятия управленческих решений называют набор определенных способов, используемых в процессе принятия решения той или иной проблемы.

Известно несколько специфических подходов к определению методов принятия управленческих решений.

Первый из этих подходов определяет методы, приведенные ниже:

- интуитивные решения;
- решения, основанные на суждениях;
- рациональные (или аналитические) решения.

Второй подход определяет следующие методы:

- неформальные, то есть эвристические решения;
- коллективные решения, иногда выработанные в результате мозговых атак;
- количественные решения: обычно они принимаются с помощью ЭВМ.

Наконец, среди методов принятия управленческих решений можно выделить такие, которые определяются индивидуальным стилем ЛПР:

– решение уравновешенного типа: характерно для управленцев, которые действуют спокойно и критически относятся к своим решениям; в процессе принятия таких решений выдвигается зачастую несколько гипотез, которые впоследствии подвергаются многочисленным проверкам;

– импульсивное решение: автор (или авторы) способен без сложностей генерировать самые разнообразные и многочисленные идеи, однако при этом он не может в достаточной степени их аргументировать, проверить и, если это необходимо, уточнить;

– инертное решение: принимается в результате продолжительного и осторожного поиска (исследования);

– рискованное решение: отличается от импульсивного в основном тем, что ЛПР не нуждается или не видит необходимости в тщательном, глубоком и детальном обосновании своих предположений;

– осторожное решение: характерно тщательное и взвешенное оценивание ЛПР множества возможных вариантов.

### **1.5 Роли участников процесса принятия решений в экономике**

Как правило, существуют определенного рода психологические, технические и организационные трудности при принятии решений в организациях. Естественно, что в реальной жизни мы не формулируем цели и задачи принятия решений в необходимом, академическом виде, так как мы можем точно увидеть большое количество альтернативных решений и действий, и эти решения подразумевают определенные оценки по заранее известным показателям. Если бы мы имели такую постановку задачи, нам требовалось бы лишь сравнить множество альтернативных решений между собой, используя определенный метод, и затем выбрать то решение, которое согласно методике оказалось бы лучшим. Стоит заметить, что в действительности довольно редко можно столкнуться с подобной ситуацией. Проблема заключается в следующем: непосредственно перед каждым принятием решения придется провести большую работу: выполнить анализ и установить диагноз проблемы, которую необходимо решить, организовать сбор сведений об альтернативных решениях, установить факторы, оказывающие влияние на результаты решений. Кроме этого, довольно часто требуется рассчитать оценку последствий для каждой из альтернатив, обсудить с коллективом данные последствия, а также решить огромное количество иных задач. Теперь становится понятно, что выполнять такой объем задач должен не один человек, а целая группа людей. Именно поэтому в процессе принятия решений, как правило, принимают участие сразу несколько компетентных чело-

век, а иногда и целые группы работников. Стоит отметить, что для каждого человека или группы присуща определенная роль в процессе принятия решения. Таких ролей может быть много, однако выделяют пять основных:

- 1) владелец проблемы, требующей решения;
- 2) лицо, которое принимает решение;
- 3) активная группа;
- 4) эксперт;
- 5) аналитик.

Роли участников процесса экономических решений не отличаются от таковых при принятии управленческих решений. Единственной особенностью является то, что большее внимание уделяется экспертам, их суждениям и субъективным оценкам. В роли экспертов могут выступать как начальники отделов, руководители подразделений, так и высококвалифицированные работники.

#### ВЛАДЕЛЕЦ ПРОБЛЕМЫ

Как правило, каждой организации присуща определенная структура и иерархия, в которой люди, руководствуясь принципами субординации, занимаются решением той или иной проблемы. В самом верху процесса принятия решения стоит человек, задачей которого является решить возникшую проблему. Именно он отвечает за правильность принятия решения, а также несет всю полноту ответственности за выбор определенного решения из множества альтернатив. Выбранные решения для устранения определенных проблем и являются показателем успешности руководителя. Не стоит забывать, что именно правильное решение возникающих проблем отражается на успешности, благосостоянии и влиятельности человека. Необходимо отметить, что решать возникающие проблемы не всегда должен и может только руководитель организации. Ввиду большой загруженности или большой частоты возникновения проблем руководители часто делегируют свои полномочия или их часть своим непосредственным подчиненным.

#### ЛИЦО, ПРИНИМАЮЩЕЕ РЕШЕНИЕ

Основная роль в процессе принадлежит лицу, принимающему решение (ЛПР). Стоит заметить, что ЛПР и владелец проблемы – далеко не всегда являются одним человеком. Академическое определение ЛПР звучит так: лицо, принимающее решение, – это индивид или некоторая группа людей, осуществляющая выбор и несущая ответственность за принятые решения в соответствии со своими полномочиями.

Заметим, что в случае работы группы в качестве ЛПР зачастую используется термин ГПР, означающий группу, принимающую решение.

В реальном мире роли владельца проблемы и ЛПР могут соотноситься особым образом, образуя три различных варианта:

**1.** Владельцем проблемы и ЛПР является один человек.

В данном случае владелец проблемы самостоятельно занимается решением проблемы. Естественно, что он в праве контактировать со своими подчиненными для сбора информации, консультироваться у вышестоящего начальства, экспертов или аналитиков, советоваться с третьими лицами, компетентными в определенных областях знаний, освоение которых необходимо для принятия решения. Главным фактором такой ситуации является самостоятельное принятие решения непосредственно владельцем проблемы.

**2.** Существует группа, принимающая решение, и владелец проблемы входит в ее состав.

В данной ситуации за принятие решения отвечает целая группа людей, а следовательно, ответственность за принятые решения несет группа и каждый ее член в частности. В таком случае все участники группы имеют равные права в процессе обсуждения, и владелец проблемы не может принимать решение самостоятельно. Задача группы – принять решение, задача владельца проблемы – согласиться с группой.

**3.** Владелец проблемы – один человек, не входящий в ГПР и не являющийся ЛПР.

Данная ситуация возникает при делегировании полномочий руководителем по определенной проблеме. В таком случае ответственными за принятие решения могут быть как эксперты, аналитики, так и простые подчиненные. Данная ситуация не подразумевает снятие ответственности с руководителя, однако подразумевает то, что он согласен с любым решением, которое будет принято компетентным лицом, которому были делегированы полномочия.

### **АКТИВНЫЕ ГРУППЫ**

Активной группой является группа людей, которая имеет определенные интересы, связанные с решаемой проблемой. Активная группа зачастую может оказывать влияние на процесс принятия решения. В реальной жизни активная группа представляет собой иные организации, чьи интересы затрагивает определенная проблема. ЛПР совсем не обязано принимать во внимание и учитывать интересы активной группы, однако грамотное и взвешенное решение все-таки должно быть принято с учетом интересов всех сторон, заинтересованных в решении проблемы для недопущения обострения ситуации, возникновения новых споров и появления неудовлетворенности принятым решением. Именно поэтому ЛПР должно прислушиваться к мнению активных групп, учитывать их позиции по отношению к проблеме.

## ЭКСПЕРТЫ

Эксперты являются неотъемлемой частью любого процесса принятия решения. Именно эксперты чаще всего получают первичную информацию о проблеме: причинах возникновения, способах решения и возможных последствиях. ЛПР привлекает экспертов прежде всего из-за определенных профессиональных качеств и знаний, опыта и крайней степени компетентности. Эксперты без труда могут оценить базовые последствия альтернатив для принятия решения.

Стоит отметить, что предоставляемая экспертами информация является лишь субъективным отражением мнений и идей экспертов. Тем не менее, будучи профессионалом, обладая большим опытом и существенным теоретическим запасом, оценки эксперта могут быть приняты как объективные оценки происходящего. Всегда следует учитывать тот факт, что экспертные оценки ни в коей мере не являются альтернативами решения проблемы, а представляют собой лишь полезную информацию, которая может быть использована в процессе принятия решения.

Принятие решения ни в коем случае не может происходить только на основе мнений эксперта. Ответственным за принятие решения всегда остается ЛПР. Эксперты несут ответственность лишь за свои рекомендации. ЛПР может иметь особое мнение и принять решение, отличное от мнения экспертов.

## АНАЛИТИКИ

Зачастую возникающие проблемы являются комплексными, а их решения – сложными. Именно в разработке, подготовке и принятии сложных решений принимают участие аналитики, их часто называют консультантами по принятию решений. Роль аналитиков сводится к тому, что им необходимо придумать, разработать и осуществить определенную рациональную схему процесса принятия решения.

Основные функции аналитиков сводятся к следующему:

- помощь ЛПР и/или владельцу проблемы в постановке задачи принятия решения;
- определение ролей процесса принятия решения;
- определение позиций, требований и мнений активных групп;
- постановка организационной работы с экспертами;
- определение предпочтений и мнений ЛПР;
- разработка и имплементация определенных методов для принятия решений.

Следует различать роль аналитика и эксперта, разграничивать необходимость работы каждого и уяснить их предназначение. Аналитик ни в коем случае не высказывает свое мнение, не дает оценки и не принимает участие в про-

цессе обсуждения или принятия решения. Аналитик помогает ЛПР выяснить свою позицию и предпочтение, помогает сторонам определить положительные и отрицательные стороны каждой из позиций. Задача аналитика – найти разумный компромисс, который устроит все стороны.

Аналитик пользуется определенным методом принятия решения, позволяя систематизировать и обобщить информацию, выявить мнение ЛПР. Аналитик настраивает методы принятия решения, помогающие сравнить между собой все альтернативы.

## **1.6 Разработка и принятие экономических решений**

Под решением стоит понимать результат определенной мыслительной деятельности руководителя.

Если говорить про управленческие решения в экономической сфере, то стоит отметить, что данные решения являются результатом анализа, экономического прогнозирования, оптимизации, экономического обоснования и лишь затем выбором альтернативы из целого множества потенциальных решений.

Рассматривая само экономическое решение, принято характеризовать его как процесс, протекающий во времени и состоящий из нескольких этапов:

- подготовки решения;
- принятия решения;
- реализации принятого решения.

Сами экономические решения тесно переплетаются с управленческой деятельностью, а следовательно, должны также отвечать определенному набору требований:

- быть своевременными;
- быть легитимными и легальными;
- быть простыми в изложении;
- быть адресными;
- иметь организующий характер.

Критерий своевременности особенно важен в торговых предприятиях, организациях, занимающихся производством и реализацией продукции. Запоздавшее или преждевременное решение может снизить эффективность самого решения, а также привести к потерям.

В процессе подготовки экономических решений могут возникать различного рода трудности, с которыми должны справляться все участники процесса принятия решения:

– отсутствие достаточной и достоверной информации, необходимой для принятия решения;

- отсутствие заинтересованности и ответственности исполнителей;
- отсутствие сбалансированных планов по объемам, срокам и ресурсам;
- игнорирование аналитиков в процессе принятия экономического решения;
- нежелание привлекать экспертов для подготовки проблемных вопросов;
- отсутствие гласности при подготовке решения.

По степени информированности экономические решения могут приниматься в условиях:

- полной неопределенности (ни факторы, ни показатели будущего развития системы неизвестны);
- неполной определенности (доступна лишь часть информации);
- полной определенности (все факторы известны).

Что же представляет собой **методология коммерческого решения**? Следует понимать, что она является логической организацией деятельности по разработке экономического решения, которая включает в себя как формулировку цели управления, так и выбор методов, критериев оценки и схем выполнения операций решения.

**Организация разработки экономического решения** представляет собой упорядоченную деятельность подразделений и определенных работников в процессе разработки решения. Осуществление данной организации происходит на основе нормативов, регламентов, организационных требований, должностных инструкций и принципов ответственности и субординации.

Качество экономического решения – это то множество свойств, которым обладает экономическое решение, в должной степени отвечающее потребностям успешного решения проблемы.

Объектом принятия экономического решения является деятельность предприятия (организации), независимо от формы собственности. Частным объектом принятия экономического решения могут быть такие виды деятельности, как:

- техническое развитие предприятия;
- организация и поддержка производства;
- маркетинговая деятельность;
- финансовое и экономическое развитие организации;
- организация заработной платы и премирование;
- управление;
- бухгалтерская деятельность на предприятии;

- обеспечение кадрами и решение сопутствующих проблем.

Как правило, принятию экономического решения предшествует экономическое исследование. Опираясь на данные, полученные в ходе исследования, ЛПР вынуждено принимать оптимальное решение, выбирая его из множества альтернатив.

Экономическое исследование подразделяется на несколько этапов:

- организационно-правовая характеристика предприятия (устав, документация организации, определение структуры и взаимосвязей отделов);
- определение цели экономического исследования;
- анализ внешней среды организации;
- анализ внутренней среды;
- анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия;
- анализ сложившейся ситуации.

Под анализом внешней среды предприятия подразумевается работа руководителей отделов и экспертов, которая проводится с целью своевременного определения прогноза, возможностей и угроз, находящихся «вне» предприятия.

Внутренний анализ экономического исследования проводится с целью получения информации о факторах, определяющих внутреннее состояние организации.

Точная информация о результатах работы предприятия может быть получена с помощью финансово-хозяйственного анализа деятельности предприятия.

Под анализом сложившейся ситуации подразумевается четкое обозначение достоинств и недостатков, полученных в ходе выполнения предшествующих этапов экономического исследования, а также определение направлений усовершенствования деятельности предприятия. Активную роль на данном этапе играют эксперты, а точнее, их взвешенные суждения.

### **Список контрольных вопросов к разделу 1**

1. Что такое процесс принятия решения?
2. Что называют проблемой в теории принятия решений?
3. Какие виды деловых решений вы можете назвать?
4. В чем заключается сущность понятия управленческого решения?
5. В чем заключаются различия между управленческим и экспертным решениями?
6. Какими чертами должно обладать управленческое решение?
7. Какими чертами должно обладать экспертное решение?
8. Какие существуют стадии рационального управленческого решения?



9. Чем индивидуальное решение отличается от группового? Какое из этих решений является более предпочтительным и в каких ситуациях?

10. Охарактеризуйте наиболее распространенные индивидуальные стили принятия управленческих решений.

11. Может ли интуитивное решение быть эффективным? Почему?

12. Какие существуют уровни определенности при принятии решений?

13. Перечислите роли участников процесса принятия решений и дайте их характеристики.

14. Дайте определение понятию ЛПР.

15. Дайте определение понятию «эксперт».

16. Дайте определение понятию «активная группа».

17. Перечислите главные этапы процесса принятия решения.

18. Назовите возможные трудности при принятии экономического решения.

19. Что является объектом принятия экономического решения?

20. Дайте описание этапов экономического исследования.

## Раздел 2

# СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### 2.1 Понятие системы

Прежде чем перейти к рассмотрению системной методологии, необходимо разобраться с основными понятиями.

Существует множество определений понятия системы.

В толковом словаре В. И. Даля система – это план, порядок расположения частей целого, предначертанное устройство, ход чего-либо в последовательном, связном порядке. Солнечная система, ботаническая система [1].

В Толковом словаре русского языка С. И. Ожегова система определена следующим описанием [2]:

1. Определенный порядок в расположении и связи частей чего-нибудь, в действиях. Привести в систему свои наблюдения. Работать по строгой системе.

2. Форма организации чего-либо. Избирательная система. Система земледелия.

3. Нечто целое, представляющее собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей. Грамматическая система русского языка. Периодическая система элементов в химии.

4. Общественный строй, форма общественного устройства. Социалистическая система. Капиталистическая система.

Система в широком смысле – аналог математической модели. И такую систему можно задать парой множеств  $X \rightarrow Y$ , где  $X$  – множество входов,  $Y$  – множество выходов, и отношением  $X \rightarrow Y$ , которое описывает связь между входами и выходами.

Функционирование системы – это процесс, протекающий во времени, то есть множество входов и выходов  $X$ ,  $Y$  – это множество функций времени со значениями соответственно в множествах  $X$ ,  $Y$ :

$$X = \{x: T \rightarrow X\}, Y = \{y: T \rightarrow Y\}, \quad (2.1)$$

где  $T$  представляется как множество моментов времени, на котором рассматривается система.

Система называется функциональной, если каждой входной функции  $x(t)$  соответствует единственная выходная функция [15].

Примером системы может служить программа ЭВМ решения уравнения  $ax^2+bx+c=0$ . Входными данными являются коэффициенты  $a, b, c$  и точность  $E$ ; выходными –  $x_1, x_2$ ; цель – решение с заданной точностью.

Наиболее общим понятием системы является то, что она в целом состоит из частей, которые функционируют вместе для достижения единой поставленной цели.

Целью будет называться образ желаемого состояния среды, то есть такого состояния, при котором можно решить проблему при данных ресурсах.

Подсистема – часть системы с некоторыми связями и отношениями.

Комплексные системы не могут изучаться в отдельности. Сама суть системы заключается во взаимодействии между частями, то есть в их общем поведении, которое возникает при взаимодействии.

В зависимости от признаков и решаемых задач системы классифицируются следующим образом:

1. По размеру:
  - большие;
  - средние;
  - малые.
2. По периоду функционирования:
  - кратковременного действия – системы разового применения, то есть системы, ориентированные на выполнение какой-либо краткосрочной цели;
  - дискретные – системы, функционирующие определенный промежуток времени;
  - долговременные – системы, функционирующие длительный промежуток времени.
3. По степени организованности:
  - хорошо организованные: у системы определены цели и задачи, ее компоненты и их взаимосвязи;
  - самоорганизующиеся – системы, которые адаптируются к изменениям внешней среды;
  - плохо организованные: описание системы неполное или затруднено, не ставится задача определения всех компонентов и их связи с целыми системами.
4. По отношению к окружающей среде:
  - открытые – есть обмен ресурсами с окружающей средой;
  - закрытые – нет обмена ресурсами с окружающей средой.
5. По виду:
  - абстрактные – продукт человеческого разума, например, социальные, богословские, культурные системы: не могут рассматривать существующий

объект, однако могут быть обсуждены, изучены и проанализированы;

– физические – имеют материальную природу, основаны на материальной основе, а не на идеях или теоретических понятиях.

Из чего же состоит система? У различных систем можно выделить одинаковые элементы:

- компоненты;
- вход;
- взаимосвязи;
- выход;
- границы;
- интерфейс;
- цель;
- ограничения;
- окружающая среда.

На рисунке 2.1 показано графическое представление системы в общем виде. Компоненты являются подсистемами, конструирующими систему. Простая концепция компонентов является очень мощным инструментом. Например, в случае автомобильной поломки мы можем отремонтировать или модернизировать систему путем изменения отдельных компонентов без необходимости изменения всей системы.

Все компоненты работают вместе для достижения общей цели. Поэтому важна взаимосвязь компонентов, так как функции одного компонента так или иначе связаны с функциями других. Например, на складе работа одного из компонентов для предоставления ежемесячного отчета поступления товаров не может развиваться успешно, пока работа другого компонента не закончена (сортировка товаров по дате поступления).

Система должна иметь границы, в пределах которых все ее компоненты содержатся и которые отделяют ее от других систем.

Система работает в рамках окружающей среды (все за пределами границ системы). Среда как окружает систему, так и влияет на нее. Например, окружающая среда университета включает в себя будущих студентов, отделы разработок, кафедры. Обычно система взаимодействует с окружающей средой. Университет взаимодействует с будущими студентами путем проведения дней открытых дверей и набора студентов на внеконкурсной основе.

Система постоянно сталкивается с трудностями в своей работе, так как есть ограничения тому, что она может сделать и как она может достичь цели в пределах своей среды. Некоторые из этих ограничений введены внутрь системы

(например, ограниченное число сотрудников), другие находятся в окружающей среде (например, Трудовой кодекс Республики Беларусь).

Система взаимодействует с окружающей средой посредством входа и выхода. Информация, энергия и материалы могут быть как входными, так и выходными по отношению к окружающей среде. Например, прием людьми пищи, кислорода и воды из окружающей среды – это входные данные. Электрическое приспособление берет на входе из окружающей среды сырье в виде угля, нефти, гидроэнергии и тому подобного, и получает запросы на электроэнергию от клиентов, после этого обеспечивает выход в окружающую среду в виде электричества.

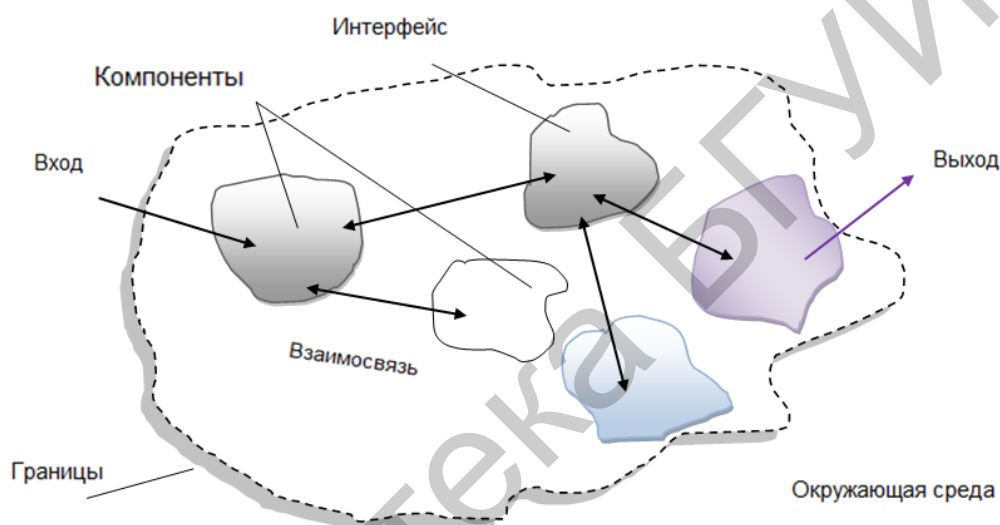


Рисунок 2.1 – Представление системы

Система не может свести свои свойства к свойствам элементов системы. Есть несколько важных концепций системы, которые помогают изучить системы и понять их функционирование:

- 1) декомпозиция, или разложение;
- 2) модульность, или блочность;
- 3) связанность, или сцепление.

Декомпозиция представляет собой процесс разложения системы на ее более мелкие компоненты. Эти компоненты могут сами по себе быть системой (подсистемой), поэтому возможно также разбиение их компонентов. Декомпозиция помогает лучше понять систему, так как меньшие части сложной системы легче изучить и проанализировать.

Модульность является прямым результатом декомпозиции. Речь идет о разделении системы на части, или модули, относительно одинакового размера.

Модули представляют собой систему просто, что дает возможность легко переделать и перестроить систему. Например, портативный проигрыватель компакт-дисков состоит из отдельных подсистем, включающих настройки громкости и тембра в качестве входных данных и создание музыки в качестве вывода (рисунок 2.2):

- 1) чтение цифровых сигналов с компакт-дисков;
- 2) усиление сигналов;
- 3) включение сигналов в звуковые волны;
- 4) регулирование громкости и тона звука.



Рисунок 2.2 – Декомпозиция системы CD-плеера

Сцепление означает, что подсистемы зависят друг от друга, но они должны быть как можно более независимыми. Если подсистема перестала функционировать и другие подсистемы сильно зависят от нее, остальные также будут не рабочими и мы столкнемся с проблемами функционирования всей системы.

## 2.2 Обратная связь и контроль в системе

Огромная смысловая нагрузка в системном анализе приходится на понятие «связь». К примеру, если рассмотреть мозг человека как систему, то он развивается и состоит из 14 млрд нервных клеток. Каждая из клеток связана с другими клетками 5000 связей.

Очень часто выход данных, возвращающийся на вход системы, как показано на рисунке 2.3, используется для регулирования деятельности системы. К примеру, крупные отели просят, чтобы гости заполнили карты оценки их услуг. Такой процесс называется обратной связью. Это помогает адаптировать систему к изменениям, так что система работает в сбалансированном состоянии, или равновесии. Эта особенность системы используется и в управлении.

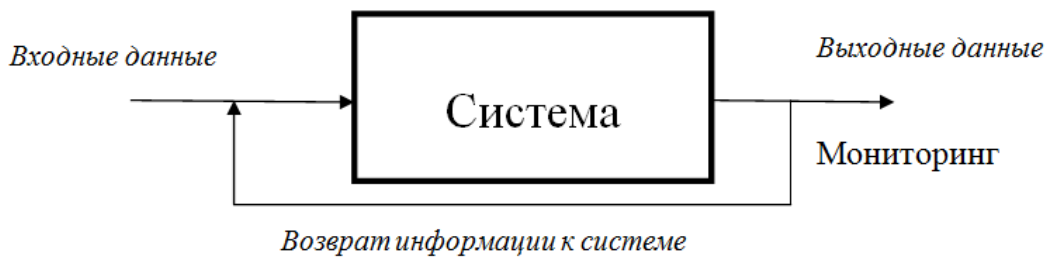


Рисунок 2.3 – Связи в системе

Управление представляет собой процесс, который измеряет текущую производительность и направляет ее в сторону заданной цели.

В системе управления существуют два вида обратной связи:

- отрицательная;
- положительная.

Отрицательная обратная связь корректирует обратную связь, которая помогает поддерживать систему в течение критического диапазона и снижает производительность колебаний около нормы. Как показано на рисунке 2.4, датчик обнаруживает эффект выхода на внешнюю среду; эта информация возвращается в систему в качестве вклада, и необходимые коррективы вносятся в соответствии с заданной целью.

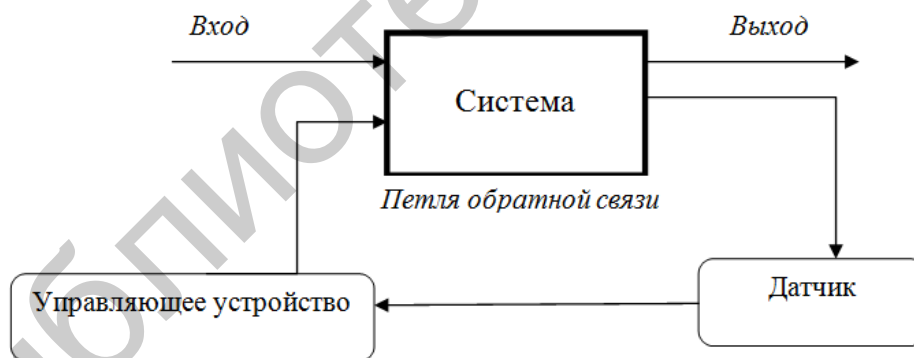


Рисунок 2.4 – Петля обратной связи

В отличие от отрицательной обратной связи, которая является корректирующей, положительная обратная связь усиливает работу системы, заставляя ее продолжать свою деятельность без изменений.

## 2.3 Определение системного анализа

В данном подразделе рассмотрим понятие «системный анализ» (рисунок 2.5).

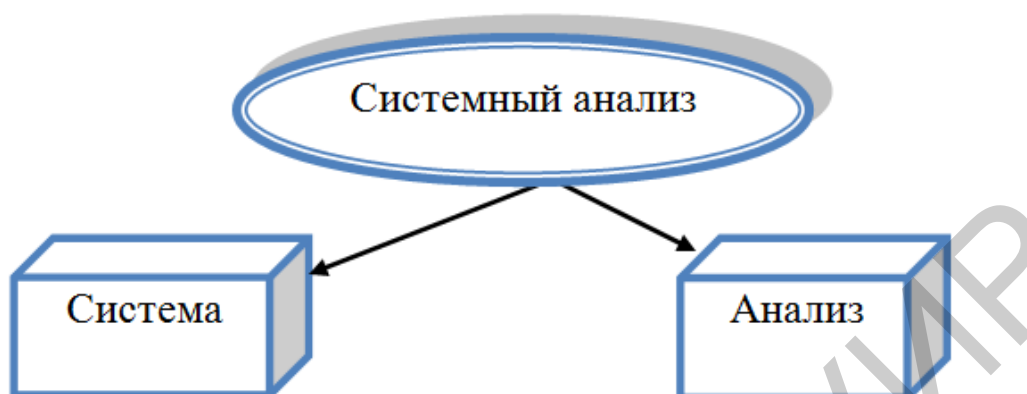


Рисунок 2.5 – Составляющие термина «системный анализ»

Анализ (от греч. *análysis* – разложение, расчленение) – процедура мысленного, а часто также и реального расчленения предмета (явления, процесса), свойства предмета (предметов) или отношения между предметами на части (признаки, свойства, отношения) [3].

В самом общем случае при проведении анализа системы надо попытаться ответить на основные вопросы.

1. Поставить задачи: Какова проблема, которую мы пытаемся решить? Каковы системные границы?

2. Определить цели: Что мы пытаемся достичь?

3. Выбрать критерии: Что мы будем использовать, чтобы определить, хорошо это или плохо?

4. Выделить ресурсы и ограничения: Какие ресурсы имеются для нас? С какими ограничениями мы можем столкнуться?

5. Разработать альтернативы: Какие варианты у нас есть?

На рисунке 2.6 представлена последовательность и приемы системного анализа.



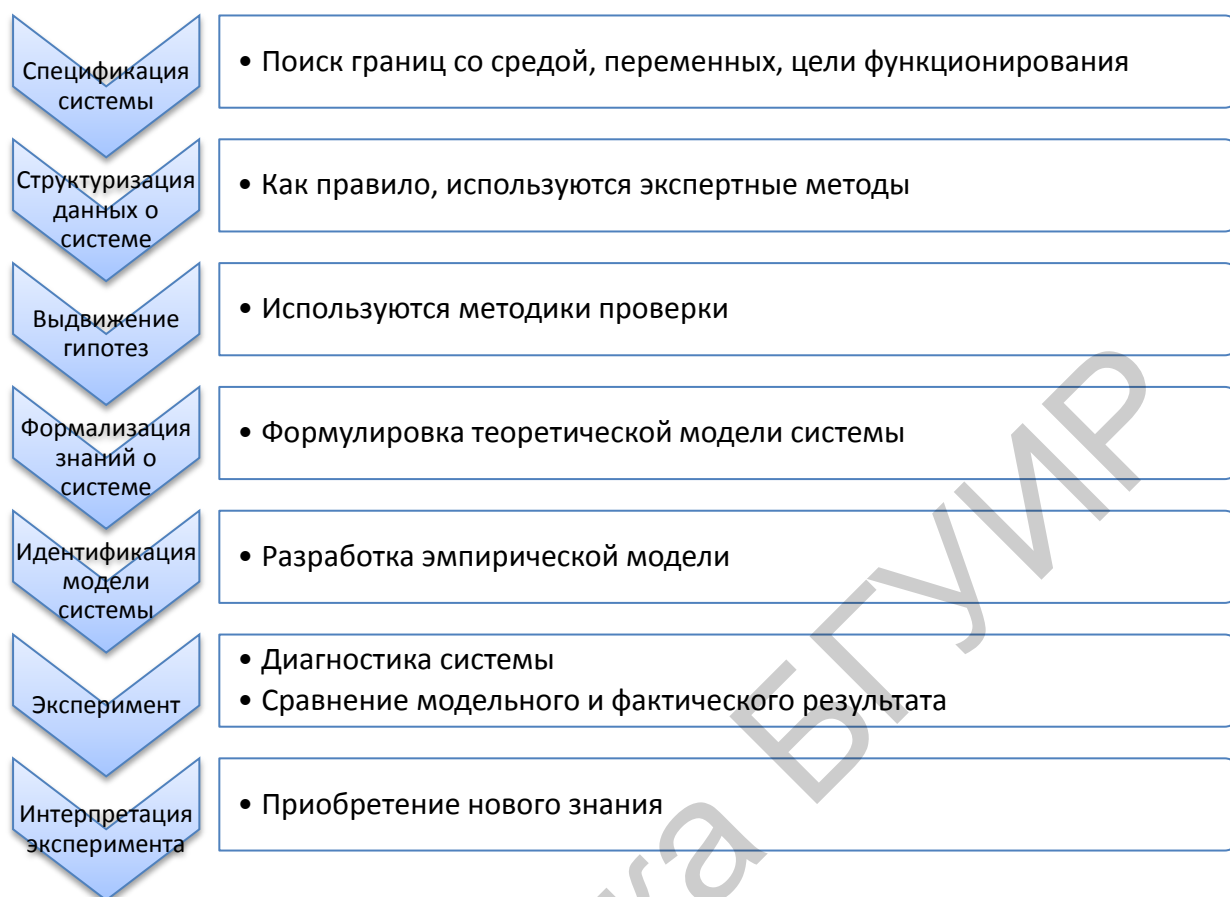


Рисунок 2.6 – Последовательность анализа системы

Системный анализ – систематическое исследование реальной или планируемой системы, чтобы определить функции системы и их отношение друг к другу и к любой другой системе. Его целью является предоставление полной информации лицам, принимающим решения, что в дальнейшем обеспечит основу для более осознанного выбора.

С точки зрения философии системный анализ – это учение о всеобщей связи и развитии.

Системный анализ выступает как каркас, который включает все необходимые технологии, методы и процедуры, а также действия для решения проблем различной природы и характера.

В основе системного анализа лежат фундаментальные принципы:

- дедуктивной последовательности – просмотра системы последовательно, то есть по этапам: от окружения и связей с целым до связей частей целого;
- интегрированного рассмотрения: каждая система является неразделимым целым, даже при рассмотрении отдельных подсистем системы;

- бесконфликтности – отсутствие конфликтов между частями целого;
- согласования ресурсов и целей рассмотрения, актуализации системы.

В системном анализе применяется огромное количество методов, и у каждого есть свои недостатки и достоинства. При выборе метода важно учесть область применения как по отношению к типу объекта, так и по отношению к этапу его исследования. Важно отметить, что в литературе отсутствует четкая классификация этих методов, которая была бы принята единогласно всеми специалистами.

Укрупненно методы можно разделить на следующие виды:

- измерения;
- исследования;
- принятия решения.

К методам измерения относятся шкалы, методы обработки информации. В системном анализе для измерения показателей возможно использование различных измерительных шкал: номинальной, порядковой, интервальной, абсолютной, шкалы отношений и шкалы разностей. Также в процессе системного анализа одну из ключевых ролей играет механизм проведения регистрации и обработки экспериментальных данных.

К методам исследования следует отнести структуризацию (декомпозицию) и агрегирование системы, а также МАИС\* [4].

Системный анализ обладает комплексом методов, которые изменяются в зависимости от полноты информации об условиях поведения систем. В связи с этим выделяется три вида методов: в условиях определенности, в условиях вероятностной определенности и в условиях вероятностной неопределенности [5].

При анализе системы в условиях определенности критерии, оказывающие влияние на поведение системы, известны.

Если у нас нет полной информации или она недостоверна, то производится анализ поведения системы в условиях неопределенности.

Анализ поведения системы в условиях вероятностной определенности проводится при отсутствии достоверной информации об анализируемой системе. Показатели, используемые для ее описания, также имеют вероятностную природу. В этих условиях активно применяются методы, базирующиеся на теории статистических решений [4].

В зависимости от стадии и целей системного анализа используют аксиологическое или каузальное представление системы.

---

\* МАИС – методы активизации интуиции специалистов – это группа методов, предполагающая использование научного, интеллектуального, исследовательского и творческого опыта экспертов.

Аксиологическое представление системы – это отображение системы в терминах целей и функций, связывающих цели со средствами их достижения.

Каузальное представление системы – это описание системы, производимое в терминах влияния одних переменных на другие.

Каковы же особенности системного анализа? Выделим следующие черты:

- просмотр всех теоретически возможных альтернативных методов и средств достижения поставленных целей, использование комбинаций и сочетаний этих различных средств и методов;

- отсутствие стандартных решений;

- четкое изложение различных взглядов при решении одной и той же проблемы;

- часто применяется к проблемам, у которых не полностью определены требования (стоимости, времени);

- альтернативные решения оцениваются обязательно с позиции длительной перспективы;

- при выборе наиболее оптимальных альтернатив среди возможных вариантов особое внимание уделяется факторам риска и неопределенности.

## **2.4 Предпосылки возникновения системного анализа**

В мировой экономике во второй половине XX века под воздействием научно-технической революции произошли громадные сдвиги. Эти изменения обусловлены тем, что экономики развитых стран вступили в новую фазу развития, характеризуемую огромными масштабами производства, резко возросшим разнообразием производственных сфер, расширением межотраслевых связей, ускорением использования последних достижений науки и техники, качественными сдвигами в области технологических процессов, усилением конкуренции. Наука как производительная сила заняла особо важное место.

В научной, технической, производственной и других сферах деятельности выдвинулись новые проблемы, возникли явления, с которыми ранее не приходилось сталкиваться. Коренные изменения в области техники, сопровождаемые почти экспоненциальным ростом сложности и стоимости технических изделий, а также их многообразие, растущая потребность в исследованиях и разработках потребовали обращения особого внимания на науку и технику и привели к тому, что прошлый опыт в значительной мере потерял свое значение как руководство при управлении, которое отличается от управления в прошлом не только в глубоко логическом, но и практическом смысле [6].

Необходимость изучать и проектировать сложные системы, управлять ими в условиях неполноты информации или наоборот избытка информации, ограниченности ресурсов, дефицита времени была предпосылкой возникновения системного анализа [7].

Термин «системный анализ» впервые появился в 1948 году в связи с задачами военного управления в исследованиях RAND Corporation\*.

Ранние формы применения системного анализа (примерно до 1960 года) были эпизодическими, обычно вне рамок повседневной деятельности организаций, в интересах которых исследовалась проблема; часто анализ выполнялся специалистами, не принадлежавшими к организации. Позже, когда был накоплен опыт исследования проблем и появились специалисты в самих организациях, процедуры системного анализа стали выполняться также и в организациях, помогая решать отдельные проблемы или группы связанных проблем. Наиболее характерным явлением этого периода было распространение систем программного руководства [8].

Системный анализ – сравнительно молодая наука, которая, однако, имеет древние корни и применяется в любой предметной области, включая в себя как частные, так и общие методы и процедуры исследования. Примером может служить древняя индийская притча: «Трое слепых решили узнать, что такое слон. Первый ощупал хвост, другой – ногу, третий – бок слона. «Слон как веревка» – сказал первый. «Нет, слон как столб» – возразил второй. Третий сравнил слона с горой. Кто из них прав?». Из этого анализа следует, что необходимо изучать явление с различных сторон для создания правильного образа и построения системы, учитывающей все детали.

Слово «система» (организм, целое, составленное из частей) возникло в Древней Греции около 2000 лет назад.

В античной философии подчеркивалось, что мир не есть хаос, а обладает внутренним порядком, собственной организацией и целостностью. Постулат Аристотеля является примером того, что древние ученые разделяли сложные тела, процессы на различные системы: «Важность целого превышает важности его составляющих».

Развитие астрономии (Коперник, Галилей, Ньютон и др.) позволило перейти к гелиоцентрической системе мира, к категориям типа «вещь и свойства», «целое и часть», «субстанция и атрибуты», «сходство и различие» и др.

---

\* RAND (англ. Research and Development – «Исследования и разработка») – американский стратегический исследовательский центр, является некоммерческой организацией, которая помогает улучшить политику и принять решения на основе исследований и анализа.

Далее развитие системного анализа происходило под влиянием различных философских воззрений, теорий о структуре познания и возможности предсказания (Бэкон, Гегель, Ламберт, Кант, Фихте и др.). В результате такого развития системный анализ выходит на позиции методологической науки. Естествоиспытатели XIX–XX веков (Богданов, Бергаланфи, Винер, Эшби, Цвикки и др.) не только актуализировали роль модельного мышления и моделей в естествознании, но и сформировали основные системообразующие принципы, принципы системности научного знания, «соединили» теорию открытых систем, философские принципы и достижения естествознания. Современное развитие получили теория систем и системный анализ под влиянием достижений как классических областей науки (математика, физика, химия, биология, история и др.), так и неклассических (синергетика, информатика, теории нелинейной динамики и динамического хаоса, катастроф, нейроматематика, нейроинформатика, методики на базе ТРИЗ, метод «синектика» и др.) [9].

## **2.5 Системный подход в управлении экономикой**

Для многих развитых стран характерна проблема управления экономическими процессами. Именно она является основанием для появления многих научных дисциплин, цель которых – создание концепций, позволяющих объяснить сложные экономические явления, выработка конкретных методов и форм управления экономическими процессами. Для этих дисциплин характерно широкое использование метода моделирования, применение математического аппарата, заимствование понятий и методов точных и технических наук.

Системный анализ является примером научно-прикладных дисциплин, основанных на системном подходе к рассмотрению изучаемых экономических объектов и явлений.

В связи со стремительным развитием рыночных отношений и появлением новых методов хозяйствования возникает необходимость комплексного системного анализа экономики, позволяющего изучить процессы экономики всеобъемлюще со всевозможными взаимозависимостями и взаимосвязями.

Сложность экономики состоит в рассмотрении ее как системы, в которой элементами (подсистемами) являются банки, организации, правительства и т.д. Они взаимодействуют друг с другом, а также реагируют в сложных и непредсказуемых направлениях. Незначительные события могут произойти в системе, но при этом иметь значительное влияние на все элементы системы. Схематически экономическая система представлена на рисунке 2.7.

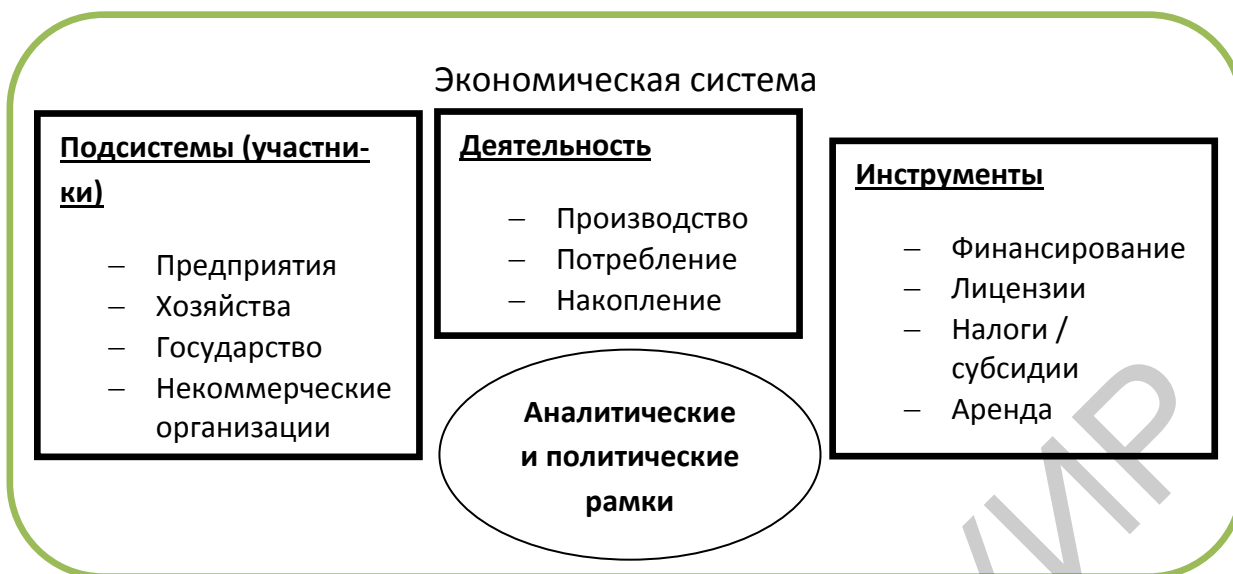


Рисунок 2.7 – Представление экономической системы

К примеру, экономический кризис показал, как различные экономические теории могут рисовать различные картинки единого экономического события – с различными ответами на экономические проблемы.

Из этого следует, что при оценке любого экономического решения необходимо определить все существенные взаимосвязи, установить их влияние на поведение всей системы, а не только ее части. Необходимо преобразовывать и систематизировать огромный объем информации, который нужен для принятия решений. То есть при рассмотрении того или иного частного вопроса требуется оценить, как то или иное его решение может сказаться на системе в целом, разумеется, не усложняя исследование рассмотрением второстепенных связей.

Всякое экономическое решение должно базироваться на принципах системного анализа, экономики и управления, а также учитывать поведение человека в социально-экономической среде. При этом необходимо использовать системный подход\* при изучении проблемной ситуации. Продуктивным является использование методологии системного подхода и системного анализа при решении сложных проблем (выбор стратегии компании, разработка новых рынков сбыта продукции и т. д.).

Экономические исследования показали, что одним из основных системных подходов для достижения экономической устойчивости страны является подход «вход – преобразование – выход». Суть его состоит в преобразовании затрат к прибыли в основных отраслях промышленности (рисунок 2.8).

\* Системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы – целостного комплекса взаимосвязанных элементов [10].

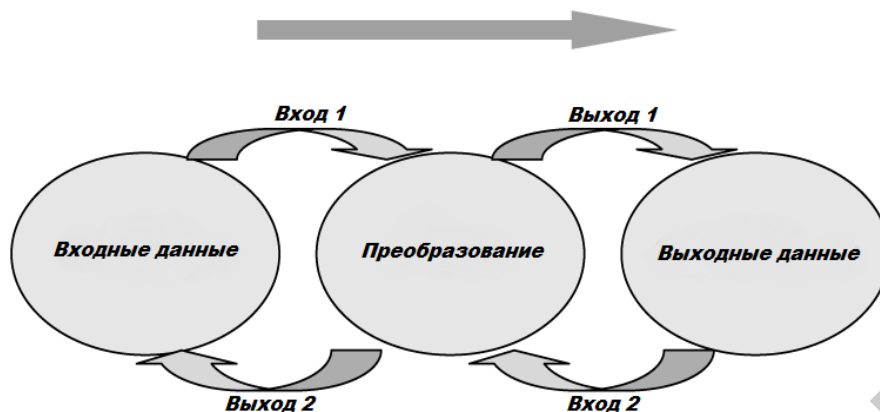


Рисунок 2.8 – Преобразование затрат к прибыли

Закономерность между ценой и стоимостью определяется формулой

$$\Pi = Q \cdot (P - C), \quad (2.2)$$

где  $\Pi$  – прибыль;

$Q$  – количество;

$P$  – цена за штуку;

$C$  – издержки на единицу продукции.

Эта формула описывает отношение (для получения прибыли) между стоимостью продукции в самом начале ее производства, то есть ценой на продукты для ее создания, и конечной стоимостью.

Основная стратегия прибыли в этой теории основывается на экономии от масштаба, в которой массовое производство означает, что снижение цен возможно благодаря производству большого количества товара.

Сегодня является актуальным развитие математических методов поиска оптимальных управлений в социально-экономических системах.

## 2.6 Системный анализ как методологическая основа принятия решений

Из предыдущих подразделов мы выяснили, что системный анализ является методом исследования сложных проблем, а также их решением. Его возможности достаточно широки, чтобы поддерживать весь процесс принятия решения, разработки и выбора. Кроме того, он может быть применен на всех трех уровнях принятия решений, хотя его процедуры, методы и конечный вклад чаще всего будут различны на этих уровнях. На рисунке 2.9 показана матрица управленческой деятельности, которая описывает три уровня принятия решений.

	Интеллект	Конструкция	Выбор
1. Стратегическое планирование			
2. Управленческий контроль			
3. Оперативный контроль			

Рисунок 2.9 – Уровни принятия решений

Согласованность подхода заключается в том, что независимо от уровня основные вопросы, которые решаются при помощи системного анализа, будут одни и те же, а именно:

1. Что за проблема?
2. Какие есть альтернативы?
3. Какая альтернатива лучшая?

В кратком определении системный анализ можно охарактеризовать как системный подход, при котором принимающий решение выбирает курс действий, исследуя полноту проблемы, выискивая цели и альтернативы, сравнивая их с учетом их последствий, используя соответствующие рамки. Все это дает полную проанализированную информацию через экспертные оценки и интуицию, чтобы воздействовать на проблемы.

Системный анализ осуществляется в реальном мире, где, как показали исследования, в поисках предпочтительной политики существуют такие нагрузки, как социальные ценности и цели, ограничения институциональных требований (как широкие, так и узкие) и т. п.

Таким образом, на практике системный анализ может быть описан как систематическое применение здравого смысла в поисках истины.

Системный аналитик использует подход или описание шагов в терминах для координации лиц, принимающих решения, в своих поисках лучшей альтернативы. Системный аналитик проходит следующие стадии:



- а) определяет проблемы;
- б) определяет соответствующие цели;
- в) разрабатывает критерии оценки;
- г) определяет альтернативные варианты действий;
- д) формулирует модели, с помощью которых можно предсказать последствия или выход каждой альтернативы;
- е) собирает необходимые данные, чтобы сделать модель рабочей;
- ж) используя ранее установленные критерии, оценивает альтернативы.

Взаимодействие между целями и средствами должно постоянно изучаться. Достаточно редко ситуации, когда системный анализ начинается с заданными целями и переходит непосредственно к оптимальной альтернативе.

На рисунке 2.10 представлена схема процесса принятия решения.

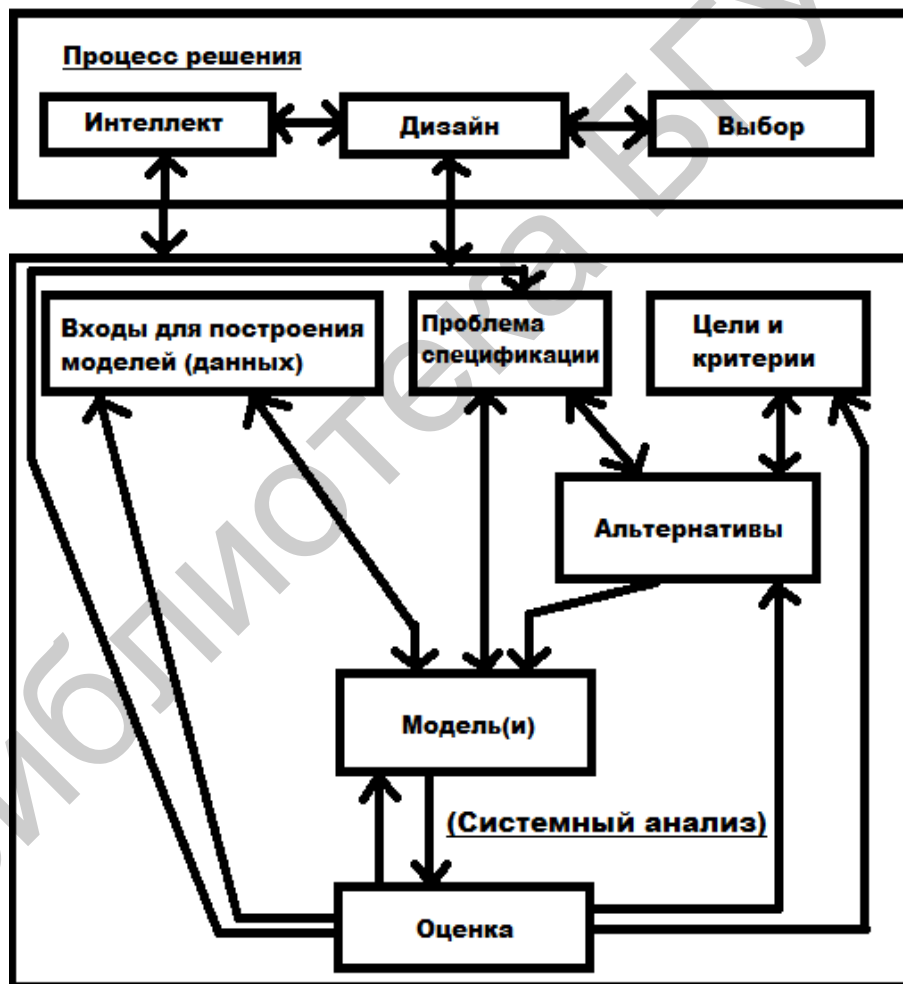


Рисунок 2.10 – Процесс принятия решения с применением системного анализа

### **2.6.1 Спецификация проблемы**

В системном анализе спецификация проблемы всегда нетривиальна и занимает достаточно много времени. Она также может быть самым важным фактором, определяющим конечный успех или неудачу анализа.

Как показали исследования, критической фазой в решении проблемы является процесс, при котором проблема должна быть определена. Этот процесс должен определить важные вопросы проблемы, а также вопросы, с помощью которых исправляется окружение, в котором эти вопросы были сформулированы.

Очевидно, что работа по указанию проблемы не может быть осуществлена аналитиком в изоляции. Она начинается с описания проблемы принимающим решения и заканчивается соглашением между аналитиком и принимающим решение аналитической формулировкой. Если нет существенного соглашения между аналитиком и лицом, принимающим решения, аналитик рискует совершить ошибку, называемую в статистике ошибкой третьего рода, то есть найти правильный ответ на неправильно сформулированную проблему.

Процесс спецификации проблемы обязательно должен быть субъективным и выражен в многочисленных компромиссах и решениях.

Чем больше описания формулировок проблемы, тем выше требования к данным и из этого вытекает множественность целей. С другой стороны, узко описанная проблема может пропустить важные соображения и привести к оценке неполного набора альтернатив.

Как показали исследования, люди, принимающие решения, находят проблемы путем выявления различий между восприятием того, что есть, и того, что должно быть. Очевидным примером является проблема нехватки врачей.

Трудности возникают при попытке преобразовать теоретически указанную задачу в четко определенную реальную проблему. Чтобы проанализировать все детали, например, в каком отделении дефицит врачей, сколько врачей необходимо, что произойдет, если врач не выйдет на работу, и подобное, необходимы навыки, знания, мастерство.

### **2.6.2 Цели и критерии**

С самого начала системный аналитик находится в поисках четкого изложения целей и задач, которые лежат в основе проблемы. Такое изложение возможно, когда формулировка будет отражать опыт, знания, ценности и отношения лица, принимающего решение, и системного аналитика.

В изложении целей стараются ответить на самый важный и затруднительный вопрос: Чего мы пытаемся достичь?

В комплексных, сложных ситуациях сразу дать окончательный ответ по принятию решения не удастся. Тем не менее вопроса нельзя избежать, если мы хотим определить основу для разработки критериев, по которым будут оцениваться альтернативные курсы действий.

*Критерии* – шкалы измерения, которые позволяют сравнивать альтернативы с учетом указанных целей.

При разработке этих мер системные аналитики рассматривают четыре основных вопроса:

1. Как можно измерить стоимость каждой альтернативы?
2. Какова эффективность каждой альтернативы в достижении целей, которые необходимо оценить?
3. Какой способ планирования с целью оценить стоимость и эффективность альтернатив является правильным?
4. Как можно измерить вероятности осуществления каждой альтернативы?

Наверное, самый сложный из этих вопросов: как измерить эффективность альтернативы.

Как показали исследования, существует четыре подхода для измерения эффективности альтернатив:

1. Недостаточный подход, который определяет (предполагает), что эффективность либо не измерима вообще, либо не нужна. При таком подходе стоимость альтернатив обычно используется для представления ее эффективности.

Так, например, для рассмотрения есть два варианта учебных программ по новой системе обучения, и первый вариант имеет более высокий расход на единицу, чем второй. Можно сделать вывод, что первая программа является более эффективной, чем вторая. Возможно, это будет верно, но явно существует предположение об эффективности процессов преобразования из двух альтернатив, и это предположение должно быть обосновано, прежде чем стоимость может быть использована в качестве заменителя эффективности.

2. Второй подход к измерению эффективности опирается на нагрузку меры и материальные измерения.

Например, такой показатель нагрузки меры, как среднее число пациентов, наблюдаемых в государственной больнице в месяц, полезен при оценке уровня активности этой больницы, но ничего не говорит о предполагаемом улучшении состояния здоровья людей, которые посещают больницу.

Аналогично материальные измерения, например подсчет больничных кроватей, могут быть полезной характеристикой для отображения при описании плана для клинического образования, но мало говорят о его эффективно-

сти. В случае с кроватями больницы это особенно верно, если большинство из них пусты.

3. Третий подход настаивает на переводе эффекта каждой альтернативы в общие единицы измерения, в то же время подавляя (сознательно или бессознательно) более актуальную альтернативу, но не измеряемую. Существует две формы этого подхода: анализ затрат и выгод и весовые методы, в результате которых получается один общий индекс стоимости.

В анализе затрат и выгод фокус переводится на все выгоды и издержки, связанные с каждой альтернативой в денежном выражении, то есть рассматриваются отношения между выгодами и издержками. Тем не менее некоторые преимущества (и затраты) не могут быть оценены количественным значением доллара. Кроме того, при оценке альтернатив может оказаться, что издержки и негативные последствия покрываются одним набором подгрупп населения, в то время как преимущества достаются другим. Так что в этих случаях, даже если все затраты и выгоды могут быть определены количественно, их отношения будет трудно, если не невозможно, интерпретировать.

В общем, весь вопрос о распределении эффектов от альтернатив на различные группы населения почти естественно упускается из виду как в экономической выгоде, так и в подходе стоимости единого индекса.

Теоретически измерить эффективность альтернатив просто и понятно, но, как и можно было ожидать, это сложно в применении. Критерии должны быть близки друг к другу, так они покажут основание проблемы и как результат дадут правильную цель. Эти критерии должны быть выражены в любых соответствующих единицах измерения.

4. Критерий оценки – подход, который концентрирует внимание на критерии оценки альтернатив.

Это означает, что критерии не должны быть использованы системным аналитиком. Критерии используются принимающим решения в фазе процесса выбора принятия решения, чтобы определить дальнейший курс действий. Очевидно, что два вида критериев взаимосвязаны, и системный аналитик вносит свой вклад в протекание выбора критерия лицом, принимающим решения, так как этот управленец будет влиять на критерии оценки, используемые в анализе.

Если системному аналитику и принимающему решения совместным усилием удалось сократить процесс выбора до вполне измеримых критериев, выбор остается за принимающим решения, и весь анализ системы можно реально рассматривать как вклад в малопонятный процесс, посредством которого принимаются решения.

### 2.6.3 Альтернативы

Учитывая начальную спецификацию проблемы, предварительный набор целей и связанные с ними критерии оценки, системный аналитик может перемещаться к так называемому «творческому ядру анализа», которое генерирует альтернативы.

Обычным делом в системном анализе является ситуация, когда цели являются сложными и многочисленными и альтернативы считаются неочевидными.

Системный анализ предназначен для поддержки всего процесса принятия решения, но часто основной вклад будет на этапе проектирования процессов, где альтернативы создаются и оцениваются. Здесь фундаментальная роль системного аналитика – обогащение пространства альтернатив по разработке возможных направлений деятельности, не очевидных для лица, принимающего решение. В разработке альтернатив системный аналитик руководствуется идеями принимающего решения, а также своими собственными, плюс идеи, которые были разработаны изначально, и те, которых он достиг в ходе анализа.

Процесс выбора альтернатив непосредственно сталкивается с вопросами: в чем проблема и что представляет собой решение.

Согласно исследованиям приемлемые решения должны иметь характеристики системы обучения и должны быть способны трансформировать себя в ситуациях, в которых они функционируют.

### 2.6.4 Задача принятия решения

Чтобы достичь цели, необходимо правильно выбрать средства при заданном множестве ограничений, понять и решить проблему, которая возникает при проектировании или управлении, задачу выбора (принятия решения). Поставить задачу – значит, понять ее условия, а понимание достигается путем выбора соответствующего представления, то есть модели. Один из вариантов решения данной модели может быть в математическом виде, что приводит к формализации описания, то есть уменьшению избыточности и неполноты. В наиболее общем виде показатели условия задачи принятия решения математически могут быть записаны следующим образом:

$\{ \chi \}$  – множество альтернатив;

$\Phi$  – принцип выбора.

Тогда задачу принятия решения можно записать в виде

$$\{ \{ \chi \}, \Phi \} \rightarrow \chi^*, \quad (2.3)$$

где  $\chi^*$  – выбранная альтернатива, возможно одна или несколько равноценных.

Учитывая внешние условия, мы можем сделать выбор, зависящий от информационной ситуации, характера и точности имеющейся информации. К примеру, в игровых задачах внешние условия могут быть описаны множеством возможных стратегий. Причем информационная ситуация может быть связана с характером «поведения» внешней среды.

Возможны различные классификации состояния внешней среды и информационных ситуаций. Различаются четыре информационных ситуации:

- известны априорные вероятности состояния внешней среды;
- известен вид распределения вероятностей состояний среды, но параметры распределения не известны, необходима их оценка;
- имеет место активное сопротивление внешней среды принимаемым решениям;
- состояние среды характеризуется нечетким множеством [13].

Далее будут сформулированы возможные варианты задачи принятия решения.

**Задача 1.** Оптимальный выбор: множество альтернатив  $\{\chi\}$  и принцип выбора  $\Phi$  определены.

Приложение  $\Phi$  к  $\{\chi\}$  не зависит от субъективных обстоятельств.

**Задача 2.** Выбор:  $\{\chi\}$  определено,  $\Phi$  не может быть формализован.

Результат выбора зависит от того, кто и на основе какой информации принимает решение.

**Задача 3.** Общая задача принятия решения: множество альтернатив  $\{\chi\}$  не имеет определенных границ, принцип выбора  $\Phi$  не определен и даже не может быть зафиксирован. Разные субъекты могут принимать различные решения при одинаковом наборе альтернатив или даже рассматривать различные альтернативы [14].

Данный вид задачи встречается нередко, часто в данной ситуации применяются естественные ограничения.

1. Уточним начальное множество альтернатив  $\{\chi^0\}$ :

$$\{\chi^0\} \rightarrow \{\chi^1\} \rightarrow \dots \rightarrow \{\chi^i\}. \quad (2.4)$$

2. Выберем альтернативы, более полезные из выдвинутых, в более узкое множество  $\{\chi^p\}$  для дальнейших оценок, то есть существует некоторый вспомогательный принцип  $\Phi_p$  такого отбора узкого множества.

3. Предполагается наличие какого-то множества неформализованных принципов выбора, используя которые можно приблизиться к желаемому результату.

Для решения задач 2 и 3 применяется ряд приемов, в том числе:

1. Строится задача 1 как некоторый упрощенный аналог задач 2 или 3 и организуется итеративный процесс решения последовательности задачи 1 таким образом, чтобы решение каждой последующей задачи давало лучшее приближение к решению исходной задачи, и так до получения результата с желаемой точностью.

2. Решение ослабленной задачи с помощью экспертов. Каждый  $k$ -й эксперт выбирает свой набор альтернатив  $\{\chi_k\}$  и свой принцип выбора  $\Phi_k$  и выявляет наилучшую альтернативу –  $\chi_k^*$ . После чего организуется процедура выбора решения из множества альтернатив, выбранных экспертами в качестве оптимальных –  $\{\chi_k^*\}$ .

Наиболее простой случай имеет место, когда решения большинства экспертов совпадают [14].

### 2.6.5 Модель, построение модели и оценка

Основная задача в рамках системного анализа – собрать и обобщить результаты спецификации проблемы, цели и критерии развития, сгенерировать альтернативы и поместить в модель для построения.

Иными словами, ядром системного анализа является построение и функционирование в рамках модели.

Термин «модель» определяется как целенаправленное представление о чем-то реальном или мнимом.

В системном анализе такие представления могут варьироваться, изменяться по своему характеру от чисто количественных математических моделей до качественного словесного описания. Кроме того, нет никаких ограничений на количество и тип моделей, которые могут быть сформулированы и использованы для представления различных аспектов проблемы.

В качестве примеров различных типов моделей рассмотрим следующие модели, связанные с аспектами работы больницы:

1. Модель подсчета пациентов больницы. Основные факторы, влияющие на рост и спад количества пациентов в больнице, были определены в качестве приемной скорости и продолжительности пребывания.

Несколько исследований показали, что количество госпитализаций в день можно охарактеризовать функцией масс Пуассона:

$$P_n = \frac{e^{-\theta} \theta^n}{n!}, n = 0, 1, 2, \dots, \quad (2.5)$$

где  $P_n$  – доля дней с момента 0, 1, 2, ... приема;

$\theta$  – средняя суточная норма приема.

2. Модель подсчета срока пребывания в больнице. Срок пребывания любого стационарного больного характеризуется гамма-функцией плотности:

$$f(t) = \frac{e^{-at} a^r t^{r-1}}{(r-1)!}, t \geq 0, \quad (2.6)$$

где  $a$  и  $r$  – переменные параметры гамма-функции плотности.

Таким образом, формула

$$F(b) = \int_0^b f(t) dt \quad (2.7)$$

описывает долю пребывания пациентов за последних  $b$  или менее дней. Следовательно, с учетом уравнений (2.5) и (2.6) и численных значений параметров  $\theta$ ,  $a$  и  $r$  можно, например, оценить процент времени пребывания в больнице, который превышает определенный уровень [11].

Требования к информации для построения модели принципиально отличаются на разных уровнях принятия решений. Например, на оперативном уровне управления модель, как правило, требует детальной информации, в то время как на стратегическом уровне планирования совокупного входа информации будет достаточно.

Связи различных характеристик информации на различных уровнях принятия решений представлены в таблице 2.1 [12].

Таблица 2.1 – Уровни принятия решений для модели больницы

Характеристика информации	Оперативный контроль	Управленческий контроль	Стратегическое планирование
1	2	3	4
Источник	В значительной степени внутренний	→	Внешний
Сфера	Четко определена, узкая	→	Очень широкая
Уровень агрегации	Подробный	→	Совокупный
Временной горизонт	Исторический	→	Будущее



1	2	3	4
Валюта базы данных	Текущая ставка	→	Прогнозная ставка
Единицы	Любые	→	Актуальные
Требуемая точность	Высокая	→	Приемлемая
Частота встречаемости	Высокая	→	Низкая
Изменение информации	Высокое	→	Редкое

## 2.7 Системный аналитик и его роли

При проведении системного анализа аналитик сталкивается с множеством проблем и задач, для решения которых ему необходимы специальные навыки (рисунок 2.11).

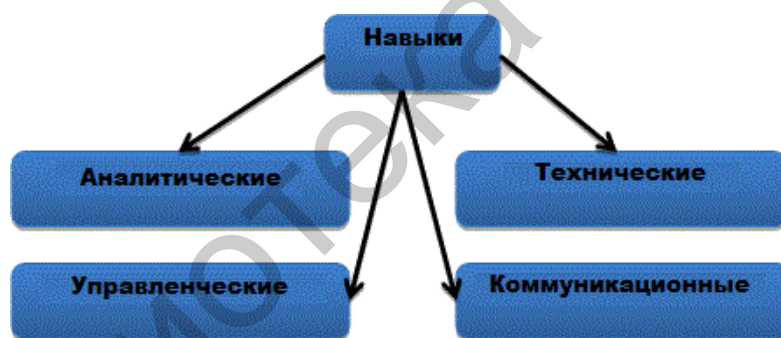


Рисунок 2.11 – Навыки аналитика

Во-первых, системный аналитик должен понимать, как построить модель системы. Во-вторых, он должен разбираться в процессах, протекающих в системе. И наконец, аналитику необходимо разбираться в психологии людей и их работе. Данные специалисты должны обладать определенным уровнем системного мышления, то есть «системным взглядом» – умением охватывать всю проблему в структурированном виде.

По определению Аллена Энтховена: «Системный анализ – это не что иное, как просвещенный здравый смысл, на службу которого поставлены аналитические методы. Мы применяем системный подход к проблеме, стремясь максимально широко исследовать стоящую перед нами задачу, определить ее рациональность и своевременность, а затем снабдить того, кто отвечает за при-

нятие решения той информацией, которая наилучшим образом поможет ему выбрать предпочтительный путь в решении задачи».

Каждый проект включает в себе сложные задачи и проблемы, успешное решение которых требует системного подхода.

Жизнь современного человека требует быстрого анализа явлений, ситуаций и процессов, которые все более усложняются.

Довольно часто системный аналитик выступает в качестве внешнего консультанта системы для людей и бизнеса и, таким образом, он может быть нанят специально для решения вопросов в бизнесе. Такие наймы иногда положительно влияют на работу компании, потому что внешние консультанты могут приносить с собой новые перспективы (идеи), чего другие люди в организации не смогли сделать. Также такие наймы могут иметь и отрицательную сторону: за пределами компании аналитики находятся в невыгодном положении, потому что истинная организационная культура никогда не может быть известна посторонним. В качестве внешнего консультанта системный аналитик будет полагаться на систематические методы, описанные в данном разделе, для анализа и разработки соответствующих информационных систем для пользователей, работающих в данном бизнесе.

Самую полную и ответственную роль системный аналитик берет на себя, когда становится агентом изменений, будь то внутренние или внешние изменения по отношению к бизнесу. Суть его роли заключается в выполнении какого-либо мероприятия в жизни цикла разработки систем или изменения какой-либо фазы в проекте. Аналитик служит в качестве катализатора для перемен, разрабатывает план изменений и работает с другими членами команды для облегчения процесса.

## **Список контрольных вопросов к разделу 2**

1. Из чего состоят системы?
2. Назовите разновидности систем.
3. Перечислите основные концепции, используемые при изучении системы.
4. Какие функции возложены на обратную связь в контроле системы?
5. Какие вопросы в самом общем случае следует поставить при проведении анализа систем?
6. Что такое анализ?
7. Какие фундаментальные принципы лежат в основе системного анализа?
8. Что важно учесть при выборе метода системного анализа?
9. Выделите основные группы методов системного анализа.

10. Как связан системный подход и системный анализ?
11. Назовите методы системного анализа, которые изменяются в зависимости от полноты информации об условиях поведения систем.
12. Расскажите про основные моменты проведения анализа в условиях вероятностной определенности.
13. Какие элементы входят в экономическую систему?
14. Опишите подход «вход – преобразование – выход». На чем он основан?
15. Что включается в процесс спецификации проблемы?
16. Назовите три уровня принятия решений.
17. Каких три основных вопроса должны решаться усилиями системного анализа на каждом уровне принятия решений?
18. Какие нагрузки можно ожидать при проведении системного анализа?
19. Какими навыками должен обладать системный аналитик?
20. Назовите роли системного аналитика.

Библиотека БГУИР

## Раздел 3

### ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

#### 3.1 Логические элементы системного анализа

Системный анализ – способ рассмотрения проблемы. Математический аппарат и использование вычислительных машин при этом могут быть необходимыми или даже полезными, но могут и не использоваться. Иногда может быть достаточно серьезного размышления над проблемой. Но в любом анализе, связанном с подготовкой решения, при наличии неопределенностей, независимо от его сложности, присутствуют определенные элементы. Эти элементы – *цель*, или *цели*, *альтернативы*, или средства для достижения этих целей, *расходы*, или все то, что необходимо затратить для достижения каждой из альтернатив, *модель*, или описание зависимостей между альтернативами и тем, что они выполняют и стоят, и *критерии*, в соответствии с которыми выбирается предпочтительная альтернатива, – присутствуют в любом анализе, целью которого является оказание влияния на выбор образа действий. Часто эти элементы трудно выбрать или четко определить [16].

##### 3.1.1 Цель

*Цель* – это субъективный образ желаемого состояния объекта.

Цели имеют либо конкретную, либо расплывчатую формулировку. Поэтому различают два типа целей:

- цель-результат – конкретная, измеримая цель;
- цель-направление – идеальная качественная цель.

Например, увеличение продаж путевок в туристской фирме за календарный год в два раза – цель-результат, а повышение образовательного уровня менеджеров – цель-направление.

Правильно сформулированные цели должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. *Конкретность* – при определении цели необходима точность отражения ее содержания, объема и времени. Удовлетворение цели может принести только конкретный результат, полученный с помощью конкретных средств в конкретных условиях.

2. *Измеримость* – цель должна быть представлена количественно или каким-либо другим способом для оценки степени ее достижения.

3. *Достижимость* – цели должны быть реальными, не выходящими за рамки возможностей исполнителей.

4. *Согласованность* – цели следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи.

5. *Приемлемость* – необходимо учитывать потребности, желания, традиции, сложившиеся в обществе ценности.

6. *Гибкость* – возможность внесения корректировки по мере происходящих в среде изменений [17].

### 3.1.2 Средства достижения целей

Генерирование альтернатив является очень трудным и творческим этапом системного анализа. Его сущность заключается в поиске идей, подходов, предложений и рекомендаций, на множестве которых будет формироваться *базовый перечень допустимых вариантов решения исходной проблемы*, или *перечень допустимых альтернатив*. И если в этот перечень не попала наилучшая альтернатива, то никакие методы выбора, процедуры сравнения альтернатив не смогут ее «вычислить». В этой связи очень важно сгенерировать как можно больше альтернатив: большее число альтернатив обеспечит большую вероятность попадания наилучшей альтернативы в исходный перечень.

Этому требованию способствуют:

- поиск идей в сети Интернет, патентных фондах, научной литературе и других информационных ресурсах;
- интервьюирование и анкетные опросы заинтересованных лиц;
- привлечение квалифицированных экспертов, имеющих различную подготовку, обладающих различным опытом и работающих в различных предметных областях;
- комбинирование имеющихся альтернатив и образование промежуточных вариантов (то есть не «либо-либо», а «кроме того, еще»);
- модификация альтернатив, то есть формирование альтернатив, лишь частично отличающихся от первоначальных;
- включение альтернатив, противоположных предложенным, в том числе и «нулевой» альтернативы, предлагающей естественное развитие событий без участия человека (не делать ничего);
- включение в рассмотрение альтернатив, которые, на первый взгляд, кажутся глупыми и надуманными;
- генерирование альтернатив, рассчитанных на различные интервалы времени (долгосрочные, краткосрочные, экстерные).

Альтернативы бывают зависимые и независимые. *Независимые* – любые действия (удаления из рассмотрения, выявления в качестве единственно луч-

шей) не влияют на качество других альтернатив. При *зависимых* оценки одних альтернатив оказывают влияние на качество других.

Наиболее простой и очевидной является непосредственная групповая зависимость. Если решено рассматривать хотя бы одну альтернативу из группы, то надо рассматривать и всю группу. Первый вариант, когда альтернативы уже заданы, то есть замкнутое нерасширяющееся множество альтернатив. Другой вариант, когда все альтернативы или их значительная часть появляются после принятия основных решений. Хорошо зарекомендовали себя такие способы организационной поддержки процесса генерации альтернатив, как «мозговой штурм», морфологический метод и др. [17].

### 3.1.3 Ресурсы

Для реализации выбранного пути достижения поставленной цели необходимы определенные ресурсы:

- рабочая сила;
- машины и оборудование;
- материалы, энергия и т. д.;
- деньги;
- информация.

Иногда к этим ресурсам добавляют время. Но время связано с другими ресурсами и часто бывает производным от них.

Одним из основных условий распределения ресурсов является факт их ограниченности, что вызывает необходимость определения приоритетности выделения и использования ресурсов. Кроме того, необходимо учитывать дополнительные ограничения на особо дефицитные виды ресурсов.

Вопросы, которые необходимо решить при определении необходимых ресурсов, можно сформулировать следующим образом:

- какой объем каждого вида ресурсов и в какой момент времени потребуются при заданных целях и выбранных стратегиях;
- кто будет потребителем этих ресурсов;
- каков оптимальный способ их создания или приобретения.

Если в дальнейшем станет известно, что потребности в ресурсах удовлетворить не получается возможным или обнаруживается недоиспользование ресурсов, то приходится пересматривать цели и пути их достижения [20].

### 3.1.4 Модель

Оценка и выбор целей, наилучших способов их достижения, а также распределение ресурсов осуществляется с помощью моделей и критериев.

**Модель** – это аналог реального мира, который может быть построен и исследован с помощью различных средств, начиная от словесного описания и заканчивая использованием системы математических уравнений или имитации на ЭВМ.

Есть несколько причин, по которым необходимо использовать модель, а не объект реального мира:

1. *Сложность реальных объектов.* Число факторов, относящихся к решаемой проблеме, велико и анализ этой совокупности выходит за пределы возможностей специалиста, решающего эту проблему. Поэтому особенно на начальной стадии и возникает потребность в упрощении ситуации с помощью модели, которая уменьшает число факторов до уровня восприимчивости специалиста.

2. *Необходимость проведения экспериментов.* Существует много ситуаций, когда экспериментальное исследование объектов невозможно в силу ряда причин: опасно, вредно, ограниченность науки и техники.

3. *Необходимость прогнозирования.* Модели, в отличие от оригиналов, позволяют с меньшими затратами дать прогноз развития ситуации в будущем и определить последствия принимаемых решений, когда есть возможность скорректировать действия.

4. *Исследуемый объект* либо очень велик (модель Солнечной системы), либо очень мал (модель атома).

5. *Процесс* протекает очень быстро (модель двигателя внутреннего сгорания) или очень медленно (геологические модели).

6. *Исследование объекта* может привести к его разрушению (исследование поведения самолета в грозном облаке, состояние человека в момент аварии автомобиля) [17].

Модель может быть представлена как черный ящик, в виде ряда уравнений, программ, как логических, так и написанных на языке программирования. Существуют и другие возможности моделирования, но процесс создания каждой модели состоит из следующих этапов:

1. Выявление релевантных факторов, которые могут сказаться на результатах решения данной проблемы или на исходах рассматриваемого процесса. При рассмотрении следует начать с составления списка всех элементов конкретной ситуации, влияющих на результаты решения проблемы. Впоследствии некоторые из них окажутся несущественными, но сначала список должен быть

как можно полнее. Одна из важнейших задач анализа состоит в том, чтобы выявить, какие факторы существенны, а какие нет.

2. Выбор тех факторов, которые могут быть описаны количественно, остальные отбрасываются по одной из двух причин:

- а) по самой своей природе они не могут быть выражены количественно;
- б) знания и умения специалиста по анализу систем ограничены.

Элементы, исключенные из модели, не отбрасываются совсем: их откладывают для позднейшего рассмотрения. На следующем этапе исследования, при изучении результатов, полученных при помощи модели, необходимо их связать с элементами, опущенными при количественном анализе. Здесь важно выявить те стороны проблемы, которые были исключены из рассмотрения в модели из-за сложности их количественного определения.

1. Объединение факторов по общим признакам и сокращение их перечня. На данном этапе также происходит выявление основных релевантных факторов.

2. Установление количественных соотношений между элементами процесса [20].

**Классификация видов моделирования.** Применительно к социально-экономическим системам можно предложить такую классификацию видов моделирования:

– концептуальное моделирование, при котором с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или с помощью естественного или искусственного языков истолковывается основная мысль (концепция) относительно исследуемого объекта;

– интуитивное моделирование, которое сводится к мысленному эксперименту на основе практического опыта работников (широко применяется в экономике);

– физическое моделирование, при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений;

– структурно-функциональное моделирование, при котором моделями являются схемы (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;

– математическое (логико-математическое) моделирование, при котором моделирование, включая построение модели, осуществляется средствами математики и логики;



– имитационное (программное) моделирование, при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализуемый в виде программного комплекса для компьютера. Компьютер может быть полезен при всех видах моделирования (за исключением физического, где компьютер тоже может использоваться, но скорее в целях управления процессом моделирования). Предметом компьютерного моделирования могут быть: экономическая деятельность фирмы или банка, промышленное предприятие, информационно-вычислительная сеть, технологический процесс, любой реальный объект или процесс, например, процесс инфляции. Цели компьютерного моделирования могут быть различными, однако наиболее часто моделирование является центральной процедурой системного анализа [18].

### 3.1.5 Критерии

Для того чтобы правильно сделать выбор в пользу того или иного способа разрешения проблемы, необходимо иметь средства для сравнения допустимых альтернатив. В качестве такого средства выступают *критерии*. В данном случае под критерием понимают любой способ сравнения альтернатив. Это значит, что критерием качества альтернативы может служить любой ее признак, значение которого можно зафиксировать как минимум в порядковой шкале. После того как такая характеристика будет найдена (критерий определен), появляется возможность ставить задачи выбора и оптимизации.

Проблема критерия заключается в установлении *признака, по которому определяется предпочтительность*.

Критерии бывают *зависимые* и *независимые*.

Зависимые: предпочтения ЛПР при сравнении альтернатив меняются в зависимости от значений одинаковых оценок по второй группе критериев. При покупке автомобиля могут быть три критерия: цена, размер и коробка передач. Определение значения критерия для данной альтернативы, по существу, является косвенным измерением степени ее пригодности как средства достижения цели.

На сложность задач при принятии решений влияет количество критериев. Многокритериальность реальных задач связана не только с множественностью целей, но и с тем, что одну цель редко удастся выразить одним критерием. Поскольку, с одной стороны, многокритериальность является способом повышения адекватности описания цели, а с другой, – повышает сложность решения задачи, то необходимо заботиться о *минимизации* числа используемых критериев при достаточно полном «покрытии» цели. Это означает, что *критерии*

должны описывать все важные аспекты цели, но при этом критериев должно быть немного. Это условие выполняется в том случае, если критерии являются независимыми и не связанными друг с другом. Их объединяют в группы, имеющие смысловые значения и названия (стоимость и эффективность), и выделяют их «+» и «-». Группы, как правило, независимы.

Для обеспечения полноты цели полезным является представление формальной модели проблемной ситуации, включающей три взаимодействующих компонента:

- проблемосодержащую систему, в которой существующая ситуация воспринимается как проблема;
- проблеморазрешающую систему, которая может так повлиять на ход событий, что проблема исчезнет полностью или ослабеет;
- окружающую среду, в которой существуют и с которой взаимодействуют обе системы.

Характер целей для трех составных компонентов проблемной ситуации различен: для проблемосодержащей системы – это *цели достижения* (главное – разрешить проблему); цели проблеморазрешающей системы связаны с *рациональным расходом ресурсов* на решение проблемы (главное – экономично решить проблему); а цели внешней среды носят пассивный, но *обязательный* характер (главное – не предпринимать ничего, что противоречило бы законам природы). Так возникает *структуризация критериев*:

- критерии эффективности (целевые критерии), подлежащие оптимизации;
- критерии ограничения;
- критерии сохранения, требующие соблюдения постоянства.

Целевые критерии предоставляют возможности для выдвижения все новых и новых альтернатив в поисках наилучшей, а критерии-ограничения и критерии-сохранения, запрещая некоторые из альтернатив, заведомо уменьшают их число.

Одними целевыми критериями можно жертвовать ради других, а критерии-ограничения и критерии-сохранения исключить нельзя – они должны строго соблюдаться. Расширение спектра целевых критериев усложняет работу специалиста, а расширение спектра критериев-ограничений и критериев-сохранений упрощает его работу.

Для упорядочения критериев в системном анализе используют *измерение*, которое формируется в виде *измерительных шкал*.

Измерительные шкалы в зависимости от допустимых на них операций различаются по силе. Самые слабые – номинальные шкалы, а самые сильные –

абсолютные. Три основных атрибута измерительных шкал, определяющих принадлежность шкалы к той или иной категории:

– *упорядоченность* данных означает, что один пункт шкалы, соответствующий измеряемому свойству, больше, меньше или равен другому пункту;

– *интервальность* данных означает, что интервал между любой парой чисел, соответствующих измеряемым свойствам, больше, меньше или равен интервалу между другой парой чисел;

– *нулевая точка* (или точка отсчета) означает, что набор чисел, соответствующих измеряемым свойствам, имеет точку отсчета, обозначенную за нуль, что соответствует полному отсутствию измеряемого свойства.

Типы шкал:

1. Шкала *наименований* (*номинальная* или *классификационная*) представляет собой конечный набор обозначений для никак не связанных между собой состояний (свойств) объекта. Это самая простая шкала, используемая с целью отличить один объект от другого (географические названия, собственные имена людей и т. д.). При обработке данных, зафиксированных в номинальной шкале, непосредственно с самими данными можно выполнять только *операцию проверки их совпадения или несовпадения*.

2. Шкала *порядка* (*ординальная, ранговая*) применяется в тех случаях, когда наблюдаемый (измеряемый) признак состояния имеет природу не только позволяющую отождествить состояния с одним из классов эквивалентности, но и дающую возможность в каком-то отношении сравнить разные классы. В ней присутствует упорядоченность, но отсутствуют атрибуты интервальности и нулевой точки. Оценки упорядочены по возрастанию или убыванию предпочтений ЛПР (призовые места в конкурсе, социальный статус: низший класс, средний класс).

3. Шкала *интервалов* (*интервальная шкала*) имеет равные расстояния по измерению качества между оценками. Шкалы могут иметь произвольные начала отсчета и произвольный шаг отсчета (температура воздуха, время и т. д.).

4. Шкала *разностей*. Частным случаем интервальных шкал являются *циклические* (*периодические*) шкалы, шкалы, *инвариантные к сдвигу*. В такой шкале значение не изменяется при любом числе сдвигов (перевод часов на летнее время и обратно на зимнее). В таких шкалах измеряется время суток (циферблат часов и т. д.).

5. Шкала *отношений* (*подобий*) позволяет выполнять с числами любые арифметические действия, здесь присутствуют все атрибуты измерительных шкал: упорядоченность, интервальность, нулевая точка. Величины, измеряемые в шкале отношений, имеют естественный, абсолютный нуль, хотя остается свобода в выборе единиц. Из шкалы видно, во сколько раз свойство одного объек-

та превосходит такое же свойство другого объекта (вес, длина, деньги, производственные показатели и т. д.).

6. *Абсолютная* шкала имеет и абсолютный нуль, и абсолютную единицу, благодаря этой особенности она в виде числовой оси используется как измерительная шкала в явной форме при счете предметов, а как вспомогательное средство присутствует во всех остальных шкалах. Абсолютные шкалы применяются для измерения количества объектов, предметов, событий, решений и т. п.

Чаще используются шкалы интервалов и отношений [17].

### **3.2 Процедура проведения системного анализа**

Среди основных этапов проведения системного анализа можно выделить следующие:

1. Построить модель исследуемой системы, то есть дать формализованное описание изучаемого объекта.
2. Сформулировать критерий решения задачи системного анализа, то есть поставить задачу исследования.
3. Решить поставленную задачу.

Данные этапы являются укрупненной схемой решения задачи. Необходимо рассмотреть методику выполнения каждого из них.

К основным процедурам системного анализа относятся:

- изучение структуры системы, анализ ее компонентов, выявление взаимосвязей между отдельными элементами;
- сбор данных о функционировании системы, исследование информационных потоков, наблюдения и эксперименты над анализируемой системой;
- построение моделей;
- проверка адекватности моделей, анализ неопределенности и чувствительности;
- исследование ресурсных возможностей;
- определение целей системного анализа;
- формирование критериев;
- генерирование альтернатив;
- реализация выбора и принятие решений;
- внедрение результатов анализа [21].

### **3.3 Анализ структуры системы**

Решение задачи системного анализа начинается с построения модели исследуемой системы. Для этого необходимо произвести изучение структуры системы, выполнить анализ ее компонентов, выявить связи между отдельными элементами системы.

Элемент – это простейшая, неделимая часть системы. Это понятие условное, так как зависит от степени декомпозиции рассмотрения объектов в структуре системы.

Подсистемы – это совокупность взаимосвязанных элементов, обладающая свойствами системы, способная выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы.

Если же части системы не обладают свойством целостности и способностью выполнять независимые функции, а представляют собой совокупности однородных элементов, то такие части принято называть компонентами.

Структура отражает определенные взаимосвязи, взаиморасположение составных частей системы, ее устройство, строение. При описании системы недостаточно перечислить элементы, из которых она состоит. Требуется отобразить систему путем расчленения ее на подсистемы, компоненты и элементы и показать, каким путем обеспечивается в объекте выполнение поставленной цели. Для решения задачи на данном этапе необходимо произвести изучение структуры системы, анализ ее компонентов, выявление взаимосвязей между отдельными элементами, то есть осуществить структурную декомпозицию системы. Основная задача данного этапа – подготовить информацию к проведению работ по построению модели системы [21].

### **3.4 Сбор данных о функционировании системы. Исследование информационных потоков**

Свойства системы реализуются в процессе ее функционирования, то есть в процессе динамического поведения системы. Чтобы построить модель системы, необходимо также знать ее параметры, изучением которых и занимается аналитик на данном этапе.

Основное содержание данного этапа состоит в идентификации параметров системы с целью последующего включения их в модель. Параметры системы подразделяются на внутренние и внешние.

Внешние параметры системы – характеристики функционирования системы, служащие показателями качества ее работы как единого целого. В каче-

стве примера внешних параметров можно привести параметр автоматизированной системы: общая производительность системы по обработке данных.

Внутренние параметры системы – характеристики, показывающие особенности технических решений, принятых при организации системы в целом и отдельных технических средств, входящих в состав системы, а также в совокупности влияющие на значения внешних параметров системы. Примером внутренних параметров автоматизированных систем является способ кодирования информации.

В случае когда анализируют социотехнические системы (организационные, человеко-машинные, автоматизированные), помимо определения параметров системы для построения модели важное значение приобретают вопросы исследования информационных потоков, циркулирующих в системе. Анализ информационных потоков позволяет выявить схему работы объектов управления, обеспечивает информационное отображение объекта управления, взаимосвязь между его элементами, структуру и динамику информационных потоков. Изучаются формы документов и недокументированных сообщений. В процессе изучения информационных потоков анализируются следующие группы документов:

- официальные положения и инструкции, регламентирующие функции подразделений и определяющие сроки, и процедуры обработки информации и принятия решений;
- входные документы, источники которых находятся вне системы;
- систематически обновляемые записи в виде картотек или книг, используемые в процессе работы;
- промежуточные документы, получаемые и используемые в процессе обработки данных;
- выходные документы.

Анализ информационных потоков осуществляется с помощью специально разработанных методов: графического, метода с использованием сетевой модели, графоаналитического и метода с использованием графов [21].

### **3.5 Построение моделей систем**

Модели бывают материальные и абстрактные. Разновидностью абстрактных моделей являются математические.

Построение математической модели в широком смысле – это процесс формализации определенных сторон существования, жизнедеятельности системы, ее поведения с точки зрения конкретной решаемой задачи. В более уз-

ком смысле – это вывод математических формул, по которым будут изменяться параметры системы.

Различают статические и динамические модели. Статическая модель отражает конкретное состояние объекта. Динамическая модель описывает процесс изменения состояний системы.

Очень важным вопросом, на который следует обратить внимание, является целевое предназначение модели. Перед тем как приступить к созданию математической модели, необходимо уяснить существо решаемой задачи, для которой создается данная модель. Из этого следует, что не стоит разрабатывать универсальные модели. Такие модели являются громоздкими и скорее всего не пригодны для проведения серьезных исследований. Модель всегда должна быть нацелена на решение поставленной задачи. Если перед системным аналитиком стоит задача исследовать ряд проблем, то есть смысл разработать несколько моделей для решения конкретной задачи. Но в этом случае необходимо, чтобы эти модели были взаимосвязаны по входным и выходным параметрам и характеристикам системы [21].

### **3.6 Проверка адекватности моделей, анализ неопределенности и чувствительности**

После того как модель построена, необходимо удостовериться в ее качестве. С этой целью выполняют ряд операций: проверку адекватности, непротиворечивости, неопределенности, чувствительности, реалистичности и работоспособности модели.

Проверить адекватность модели – это значит установить, насколько хорошо модель описывает реальные процессы, происходящие в системе, насколько качественно она будет прогнозировать развитие данных процессов. Проверка адекватности модели проводится на основании некоторой экспериментальной информации, полученной на этапе функционирования системы, или при проведении специального эксперимента, в ходе которого наблюдаются интересующие системного аналитика процессы. Проверка адекватности модели заключается в доказательстве факта, что точность результатов, полученных по модели, будет не хуже точности расчетов, произведенных на основании экспериментальных данных. Например, в регрессионных моделях осуществляется проверка с помощью доверительного интервала.

Далее следует проверить, дает ли модель не противоречащие логике результаты при вариации величин важнейших параметров, особенно в тех случаях, когда их значения близки к экстремальным. Чтобы ответить на этот вопрос,

необходимо проанализировать характер реакции модели на изменения соответствующих входных параметров. Для проверки непротиворечивости модели в первую очередь анализируют, какие результаты дает модель при нулевых значениях входных параметров, в том числе в нулевой момент времени, далее исследуется состояние модели на границе области определения входных параметров, например, в точке бесконечность, если она входит в область определения.

Выделяют следующие источники неопределенностей в соответствующих моделях: обусловленные неполнотой моделей (трудно проанализировать и определить количественно), неадекватностью моделей (проводятся исследования чувствительности результатов моделирования) и неопределенностью исходных параметров (в настоящее время может быть легко охарактеризована численно с помощью статистических методов).

Анализом чувствительности модели называют процедуру оценки влияния допусков входных параметров на ее выходные характеристики. Проводят анализ чувствительности следующим образом: задают отклонение входного параметра в правую и левую стороны от его среднего значения и фиксируют, как при этом изменяются выходные значения характеристик модели. В качестве величины отклонения обычно принимают среднее квадратическое отклонение. Практическая сторона анализа чувствительности модели к изменению входных параметров состоит в том, что устанавливается степень зависимости выходных параметров от входных характеристик. Эту степень влияния затем можно проанжировать и выявить наиболее значимые входные параметры. Если в ходе проверки модели на чувствительность к изменению входных параметров установлено, что ряд параметров приводит к незначительным изменениям выходных характеристик, сравнимых с точностью проведения расчетов на модели, то данные входные параметры можно вывести из модели. Таким образом, анализ чувствительности модели может привести к упрощению модели и исключению из нее незначимых факторов.

Одним из способов проверки реалистичности модели может служить метод прогнозирования назад, то есть в модели задаются требуемые входные параметры и производится расчет некоторого события, которое уже имело место, или же рассчитываются характеристики системы на время, которое система отработала, и оценки этих характеристик можно получить по реальным данным. Если результаты расчета на модели дают хорошее совпадение с практикой, то можно считать, что модель реалистична.

Цель анализа работоспособности – выяснить, насколько модель практична и удобна в эксплуатации. Во-первых, модель должна обеспечивать результат



за необходимое время. Во-вторых, затраты на эксплуатацию модели должны укладываться в ранее разработанные лимиты [21].

### **3.7 Исследование ресурсных возможностей**

Для того чтобы модель начала давать результаты, чтобы она заработала, необходимы затраты ресурсов. Модель нужно не только воплотить в надлежащем виде, но и обеспечить возможность получения решения нужного качества и к нужному моменту времени. Не требует пояснений то обстоятельство, что даже самое обоснованное решение становится ненужным, если оно появляется после того, как истекли сроки, выделенные для принятия решения, то есть когда необходимость в нем уже отсутствует. Поэтому при реализации моделей необходимы ресурсы, которые позволяют обеспечить выполнение условий качества и своевременности. Принципиальное значение имеет вопрос, в какой степени обеспечено ресурсами управление ходом выполнения задач системного анализа.

Таким образом, при построении и реализации моделей следует уделять внимание обеспечению процесса использования моделей всеми видами ресурсов. Даже самая качественная модель в смысле адекватности описания происходящих в системе процессов может на практике оказаться бесполезной, если она не обеспечена в надлежащем объеме всеми видами ресурсов, необходимых для ее успешного применения [21].

### **3.8 Определение целей системного анализа**

Для традиционных наук начальный этап работы заключается в постановке формальной задачи, которую надо решать. В исследовании сложной системы это промежуточный результат, которому предшествует длительная работа по структурированию исходной проблемы. Начальный пункт определения целей в системном анализе связан с формулированием проблемы. Здесь следует отметить следующую особенность задач системного анализа. Необходимость системного анализа возникает тогда, когда заказчик уже сформулировал свою проблему, то есть проблема не только существует, но и требует решения. Однако системный аналитик должен отдавать себе отчет в том, что сформулированная заказчиком проблема представляет собой приблизительный рабочий вариант. Причины, по которым исходную формулировку проблемы необходимо считать в качестве первого приближения, состоят в следующем: система, для которой формулируется цель проведения системного анализа, не является изо-

лированной, она связана с другими системами, входит как часть в состав некоторой надсистемы. Формулируя проблему для рассматриваемой системы, необходимо учитывать, как решение данной проблемы отразится на системах, с которыми связана данная система. Неизбежно планируемые изменения затронут и подсистемы, входящие в состав данной системы, и надсистему, содержащую данную систему. Таким образом, к любой реальной проблеме следует относиться не как к отдельно взятой, а как к объекту из числа взаимосвязанных проблем.

Другая причина того, что к сформулированной заказчиком проблеме следует относиться как к первоначальному рабочему варианту, состоит в том, что она (проблема) является его рабочей моделью, его взглядом на проблемную ситуацию. В реальной жизни необходимо учитывать позиции всех заинтересованных сторон. Учет мнений всех заинтересованных сторон приводит к дополнению либо утверждению первоначального варианта описанной проблемы. Следовательно, системное исследование проблемы должно начинаться с ее расширения до системы проблем, связанных с исследуемой, без учета которых она не может быть решена. Это расширение должно происходить как с учетом связей данной системы с над- и подсистемами, так и с точки зрения углубления данной проблемы, ее детализации.

После того как сформулирована проблема, переходят к определению цели. Определить цель системного анализа означает ответить на вопрос, что надо сделать для снятия проблемы. Сформулировать цель – значит указать направление, в котором следует двигаться, чтобы разрешить существующую проблему, показать пути, которые уводят от существующей проблемной ситуации.

При формулировании цели нужно учитывать, что на цель оказывают влияние как внешние по отношению к системе факторы, так и внутренние. При этом внутренние факторы являются такими же объективно влияющими на процесс формирования цели факторами, как и внешние.

Далее следует отметить, что даже на самом верхнем уровне иерархии системы имеет место множественность целей. Анализируя проблему, необходимо учитывать цели всех заинтересованных сторон. Среди множества целей желательно попытаться найти или сформировать глобальную цель. Если этого сделать не удастся, следует проранжировать цели в порядке их предпочтения для снятия проблемы в анализируемой системе [21].

### **3.9 Формирование критериев**

Критерий – это способ сравнения альтернатив. Критерием качества альтернативы может служить любой ее признак, значение которого можно зафикс-

сировать в порядковой или более сильной шкале. После того как критерий сформирован, то есть найдена характеристика, которая будет положена в основу сравнения альтернатив, появляется возможность ставить задачи выбора и оптимизации.

Задача формирования критериев решается непосредственно после того, как сформулированы цели системного анализа. Ситуация становится понятной, если к критериям относиться как к количественным моделям качественных целей. Задача системного анализа состоит в том, чтобы формализовать проблемную ситуацию, возникающую в ходе системного анализа. Этой цели как раз и служит этап формирования критериев. Сформированные критерии в некотором смысле должны заменять цели. От критериев требуется как можно большее сходство с целями, чтобы оптимизация по критериям соответствовала максимальному приближению к целям.

Формирование критериев отражает цель, которую ставит заказчик. Но при постановке и решении задач системного анализа необходимо учитывать не только цели, на решение которых он направлен, но и возможности, которыми обладают стороны для решения поставленных задач и которые позволяют снять выявленные проблемы. В первую очередь необходимо учитывать ресурсы, имеющиеся у сторон. Чтобы удовлетворить условиям не превышения количества имеющихся ресурсов, в постановку задачи системного анализа вводят ограничения.

Между целевыми критериями и ограничениями имеются сходства и различия. Общее заключается в том, что и критерии, и ограничения являются математической формулировкой некоторых условий. В некоторых задачах оптимизации они могут выступать равноправно. Однако на этапе формирования целевой критерий открывает возможности для генерирования новых альтернатив в поисках лучшей из них, а ограничение заведомо уменьшает их число, запрещая некоторые из них. Одними целевыми критериями можно жертвовать ради других, ограничения же исключить нельзя, они должны четко соблюдаться.

Основные критерии, наиболее часто встречающиеся в анализе сложных технических систем, – это экономические критерии: прибыль, рентабельность, себестоимость; технико-экономические: производительность, надежность, долговечность; технологические: выход продукта, характеристики качества [21].

### **3.10 Генерирование альтернатив**

Следующим этапом системного анализа является создание множества возможных способов достижения сформулированной цели. Иными словами, на

данном этапе необходимо сгенерировать множество альтернатив, из которых затем будет осуществляться выбор наилучшего пути развития системы. Данный этап системного анализа является очень важным и трудным. Важность его заключается в том, что конечная цель системного анализа состоит в выборе наилучшей альтернативы на заданном множестве и в обосновании этого выбора. Если в сформированное множество альтернатив не попала лучшая, то никакие самые совершенные методы анализа не помогут ее вычислить. Трудность этапа обусловлена необходимостью генерации достаточно полного множества альтернатив, включающего в себя, на первый взгляд, даже самые нереализуемые.

Генерирование альтернатив, то есть идей о возможных способах достижения цели, является настоящим творческим процессом. Существует ряд рекомендаций о возможных подходах к выполнению рассматриваемой процедуры. Необходимо сгенерировать как можно большее число альтернатив.

Рассмотрим методы, используемые в системном анализе для проведения работы по формированию множества альтернатив.

**Методы коллективной генерации идей.** Методы коллективной генерации идей известны как методы мозгового штурма, или мозговой атаки. Данный метод является методом систематической тренировки творческого мышления, нацеленным на открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления. Техника мозгового штурма состоит в следующем: собирается группа лиц, отобранных для генерации альтернатив. Главный принцип отбора заключается в подборе специалистов разных профессий, опыта работы и квалификации. Данная группа обсуждает проблему, причем заранее оговаривается, что приветствуются любые идеи, возникшие как индивидуально, так и по ассоциации при выслушивании предложений других участников. Приветствуются даже идеи, лишь незначительно улучшающие высказывания предыдущих выступающих.

**Разработка сценариев.** В некоторых проблемах искомое решение должно описывать реальное поведение объекта в будущем, определять реальный ход событий. В таких случаях альтернативами являются различные последовательности действий и вытекающих из них событий, которые могут произойти с системой в будущем. Эти последовательности имеют общее начальное состояние и различные траектории движения развития системы. Это различие и приводит к проблеме выбора. Такие гипотетические альтернативные описания поведения системы в будущем называются сценариями. Сценарии-альтернативы – это логически обоснованные модели поведения проблемосодержащей системы в будущем, которые после принятия решения можно рассматривать как прогноз изменения состояний системы. Разработка сценариев относится к типичным не-

формализуемым процедурам. Для составления сценариев привлекаются специалисты, которые должны знать общие закономерности развития систем. При составлении сценариев проводят анализ внутренних и внешних факторов, влияющих на развитие системы, определяют источники этих факторов, целенаправленно анализируют высказывания ведущих специалистов в научных публикациях по рассматриваемой тематике. Сценарий является предварительной информацией, на основе которой проводится дальнейшая работа по прогнозированию развития системы. Сценарий помогает составить представление о проблеме; затем приступают к более тщательным, как правило, количественным процедурам анализа.

**Морфологические методы.** Основная идея морфологических методов состоит в систематическом переборе всех мыслимых вариантов решения проблемы или развития системы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков. Системный аналитик определяет все мыслимые параметры, от которых может зависеть решение проблемы, и представляет их в виде матриц-строк. Затем в этой матрице определяются все возможные сочетания параметров по одному из каждой строки. Полученные таким образом варианты подвергаются оценке и анализу с целью выбора наилучшего варианта решения проблемной ситуации.

**Деловыми играми** называется имитационное моделирование реальных ситуаций. В процессе моделирования участники игры ведут себя таким образом, будто они в реальности выполняют порученную им роль. Реальная ситуация в данном случае заменяется некоторой моделью. Чаще всего деловые игры используются для обучения, однако их с успехом применяют и для экспериментального генерирования альтернатив, особенно в слабоформализованных ситуациях. Важная роль в деловых играх отводится руководителю игры, тому, кто управляет моделью, регистрирует ход игры и обобщает ее результаты.

**Методы экспертного анализа** разрабатывались для решения задачи структурирования и системной организации процесса получения и кодирования данных и знаний, источником которых является человек-эксперт. Методы экспертного анализа применяются для решения слабоформализованных задач. Суть методов состоит в подборе группы экспертов, являющихся специалистами в рассматриваемой области знаний. Перед ними формулируется задача, например, изложить свое мнение по проблеме, требующей решения, предложить пути развития системы, обосновать траекторию изменения состояний системы в будущем и т. п. После получения ответов появляется как бы коллективное мнение, коллективный взгляд на решаемую проблему. В результате обработки экспертных ответов получают наиболее вероятный прогноз по развитию системы.

**Метод Дельфи** – итеративная процедура при проведении мозговой атаки, которая должна снизить влияние психологических факторов при проведении обсуждений проблемы и повысить объективность результатов. В отличие от традиционного подхода к достижению согласованности мнений экспертов путем открытой дискуссии метод Дельфи предполагает полный отказ от коллективных обсуждений. Это делается для того, чтобы уменьшить влияние таких психологических факторов, как присоединение к мнению наиболее авторитетного специалиста, нежелание отказаться от публично выраженного мнения, следование за мнением большинства. В методе Дельфи прямые дебаты заменены тщательно разработанной программой последовательных индивидуальных опросов, проводимых в форме анкетирования. Ответы экспертов обобщаются и вместе с новой дополнительной информацией поступают в распоряжение экспертов, после чего они уточняют свои первоначальные ответы. Такая процедура повторяется несколько раз до получения приемлемой сходимости совокупности высказанных мнений.

Метод типа **дерева целей**, или дерева направлений прогнозирования, подразумевает использование иерархической структуры, полученной путем деления общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие – новые подцели, функции и т. д. Древовидные иерархические структуры используются при исследовании вопросов совершенствования организационных систем [21].

### **3.11 Реализация выбора и принятия решений**

Выбор, или принятие решения, есть конечный итог всей работы. Заказчик формулирует перед системным аналитиком проблему. Его интересуют прагматичные вопросы, например, сформулировать мероприятия, которые гарантировали бы быстрое развитие предприятия с обеспечением максимальной прибыли, или же предложить наилучшее решение по обеспечению стабильного электроснабжения некоторого региона. Системный аналитик должен ответить на вопросы: «Что лучше – строить новую электростанцию или провести модернизацию действующей, но выработавшей свой ресурс? Какова будет надежность электростанции после проведения работ по модернизации? Будет ли на допустимом уровне риск от ее эксплуатации?». Заказчика, наоборот, не интересует, каким способом будет выработано то или иное решение. Для него важно, чтобы оно было обосновано и отвечало на поставленный вопрос.

Все описанные ранее этапы работ являлись предварительными, направленными на изучение проблемной ситуации. Для того чтобы обоснованно

подойти к решению задачи выбора, анализируется система и строится ее модель, изучаются цели, которые ставит перед собой (и, естественно, системными аналитиками) заказчик, исследуются возможные пути развития системы, то есть генерируются альтернативы. После столь тщательной проработки проблемной ситуации наступает завершающий этап – этап принятия решения. Процедура принятия решения представляет собой действие над множеством альтернатив, в результате которого получается подмножество выбранных альтернатив. Желательно, чтобы это была одна альтернатива. Сужение множества альтернатив возможно, если есть способ сравнения альтернатив между собой и определения наиболее предпочтительных. Для того чтобы имелась возможность сравнивать альтернативы, необходимо выработать критерий предпочтения. Отметим основные сложности, возникающие при решении задач выбора и принятия решений:

- множество альтернатив может быть конечным, счетным или бесконечным;
- оценка альтернативы может осуществляться по одному или по нескольким критериям;
- критерии могут иметь количественное выражение или допускать только качественную оценку;
- режим выбора может быть однократным или повторяющимся, допускающим обучение на опыте;
- последствия выбора могут быть точно известны, иметь вероятностный характер или иметь неоднозначный исход, не допускающий введение вероятностей.

Различные сочетания перечисленных вариантов приводят к многообразным задачам выбора. Для решения задач выбора предлагаются различные подходы, наиболее распространенный из которых – критериальный. Основным предположением критериального подхода является следующее: каждую отдельно взятую альтернативу можно оценить конкретным числом – значением критерия. Критерии, на основе которых осуществляется выбор, имеют различные названия: критерий качества, целевая функция, функция предпочтений, функция полезности и т.д. Объединяет их то, что все они служат решению одной задачи – задачи выбора.

Оптимизационный подход, основанный на многокритериальном выборе, нашел широкое применение в задачах системного анализа. Однако у оптимизационного подхода есть свои ограничения, требующие внимательного и осторожного обращения с ним:

1. Оптимальное решение часто оказывается чувствительным к изменению условий задачи. Следует учитывать, что иногда такие изменения могут привести к выбору существенно отличающихся альтернатив.

2. Обычно система, для которой принимается решение, входит в структуру более общей системы, то есть является ее подсистемой, и решения, оптимальные для этой подсистемы, могут входить в противоречие с целями надсистемы; то есть возникает необходимость увязывать критерии подсистем с критериями надсистем.

3. Необходимо очень тщательно и скрупулезно подходить к выбору и обоснованию критерия. Критерий должен выбираться из анализа цели исследования; при этом надо помнить, что он характеризует цель лишь косвенно, иногда хуже, иногда лучше, но всегда приближенно.

4. Помимо критериев, в оптимизационной задаче немаловажную роль играют ограничения. Анализ существа проблемной ситуации и качественное обоснование ограничений задачи имеют значительное влияние на принимаемое решение. Нередко даже небольшие изменения в ограничениях отражаются на принимаемом решении. Еще больший эффект получается, когда одни ограничения заменяются другими. Не задав всех необходимых ограничений, можно одновременно с оптимизацией основного критерия получить непредвиденные и нежелательные эффекты.

Оптимизационный подход является не единственным при решении задач выбора и принятия решений. Существуют другие методы, которые дополняют оптимизационный выбор. Одним из таких методов является экспертный. Он применяется в тех случаях, когда при исследовании сложных систем возникают проблемы, которые не удастся представить в виде формальных математических задач. В таких случаях прибегают к услугам экспертов – лиц, чья интуиция и опыт могут уменьшить сложность проблемы.

Проблема выбора и принятия решений – центральная проблема СА. Но имеется развитый математический и эвристический аппарат, который является мощным оружием, помогающим обоснованно подходить к проблеме выбора [21].

### **3.12. Внедрение результатов анализа**

Окончательное суждение о правильности и полезности системного анализа можно сделать лишь на основании результатов его практического применения. Конечный результат будет зависеть не только от того, насколько совершенны и теоретически обоснованы методы, применяемые при проведении ана-



лиза, но и от того, насколько грамотно и качественно реализованы полученные рекомендации.

В результате внедрения системных исследований необходимо обеспечить улучшение работы организации заказчика с точки зрения хотя бы одной из заинтересованных сторон; при этом не допускаются ухудшения этой работы с точки зрения всех остальных участников проблемной ситуации.

Говоря о внедрении результатов системного анализа, важно отметить, что в реальной жизни ситуация, когда сначала проводят исследования, а затем их результаты внедряют в практику, встречается крайне редко, лишь в тех случаях, когда речь идет о простых системах. При исследовании социотехнических систем они изменяются с течением времени как сами по себе, так и под влиянием исследований. В процессе проведения системного анализа изменяются состояние проблемной ситуации, цели системы, персональный и количественный состав участников, соотношения между заинтересованными сторонами. Следует заметить, что реализация принятых решений влияет на все факторы функционирования системы. Этапы исследования и внедрения в такого типа системах фактически сливаются, то есть идет итеративный процесс. Проводимые исследования оказывают влияние на жизнедеятельность системы, и это видоизменяет проблемную ситуацию, ставит новую задачу исследований. Новая проблемная ситуация стимулирует дальнейшее проведение системного анализа и т. д. Таким образом, проблема постепенно решается в ходе активного исследования [21].

### **Список контрольных вопросов к разделу 3**

1. Какие существуют требования для правильного формирования цели?
2. Какие существуют методы генерации альтернатив?
3. Дайте определение понятию «модель».
4. Какие существуют причины использования модели?
5. Какие существуют этапы создания модели?
6. Какие существуют типы и атрибуты измерительных шкал?
7. Какие существуют основные этапы проведения системного анализа?
8. Какие существуют основные процедуры системного анализа?
9. Дайте определение понятию «элемент».
10. Дайте определение понятию «подсистема».
11. Дайте определение понятию «внешние и внутренние параметры системы».
12. Какие группы документов анализируются в процессе изучения информационных потоков?

13. Дайте определение понятию построения математической модели.
14. Дайте определение понятию проверки адекватности модели.
15. Дайте определение понятию анализа чувствительности модели.
16. Какова цель анализа работоспособности?
17. Дайте определение понятию «критерий».
18. Дайте определение метода Дельфи.
19. Какие существуют основные сложности, возникающие при решении задач выбора и принятия решений?
20. Какие существуют ограничения оптимизационного подхода?

Библиотека БГУИР

## Часть II

# ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

## Раздел 4

### ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

#### 4.1 Основные понятия измерения

В процессе принятия управленческого решения на различных его стадиях (формирование проблемной ситуации, определение целей, поиск вариантов решения) производятся измерения различных характеристик.

Измерение можно понимать по-разному, и прежде всего его воспринимают как численное выражение некоторого свойства, а также его рассматривают в качестве необходимого и важнейшего компонента любого научного исследования. Существует несколько определений термина «измерение». Вот некоторые из них:

1. Измерение – познавательная операция, включающая сравнение опытным путем измеряемых и известных величин, выполнение логических и вычислительных действий и представление информации в числовой форме [28].

2. Измерение – процедура, с помощью которой объекты измерения рассматриваются как носители определенного соотношения, отображаются в некоторую математическую систему с соответствующими отношениями между элементами этой системы [22].

3. Измерение – это процедура сравнения объектов по определенным показателям или характеристикам (признакам), результаты этого сравнения отражаются на определенной шкале [23].

Таким образом, можно сделать вывод, что признаками измерения являются получение, сравнение и упорядочение информации. Этот вывод получается из того, что измерение предполагает выделение некоторого свойства, по которому производится сравнение объектов в определенном отношении.

Различают три уровня измерений.

Первый уровень предполагает сравнение объектов по наличию или отсутствию исследуемого свойства. На этом уровне используются термины «номинация», «классификация», «нумерация».

Классификация означает осмысленный порядок вещей, явлений, объектов, разделение их на разновидности согласно каким-либо важным признакам или свойствам.

Нумерация – это цифровое обозначение предметов или объектов, а также их составных частей, расположенных в последовательном порядке.

Номинация обозначает процесс создания, закрепления и распределения наименований за разными объектами, их составными частями или их свойствами.

Второй уровень предполагает сравнение объектов по интенсивности проявляемых свойств. На этом уровне используются термины «шкалирование», «топология», «упорядочение».

Шкалированием называют моделирование реальных экономических процессов с помощью шкал, числовых систем.

Топология – это семейство подмножеств множества  $X$ , содержащее произвольное объединение и конечное пересечение входящих в него элементов, а также пустое множество и само  $X$ .

Упорядочение – это приведение в должное состояние проявляемых свойств сравниваемых объектов или самих объектов.

Третий уровень предполагает сравнение объектов с эталоном. На этом уровне используются термины «измерение», «квантификация».

Тут термин «измерение» – это представление переменной в виде чисел и оценивание ее значения.

Квантификация – это представление переменной в количественной шкале.

Различают объективные и субъективные измерения. Объективные измерения производятся измерительными приборами, действие которых основано на использовании физических законов. Субъективные измерения производятся человеком, и на результаты такого измерения влияют особенности мышления данного человека, мотивы его оценок. Это в конечном итоге приводит к неоднозначности выбора оптимального решения.

Специфика измерений в экономике состоит в наличии большого числа разнородных данных – разнородных ресурсов, разнородных результатов (например, товаров и услуг). Измерение определяется как операция, в результате которой получается численное значение величины. Поэтому большое значение имеют стоимостные метрики и натуральные (количественные) метрики. При измерении используются единицы измерения (эталон) или измерители.

Различают три вида измерителей: натуральные, трудовые и денежные [33].

Натуральные измерители используются для выражения количества однородных средств в натурально-естественном виде, например, в единицах (штуках), весовых единицах (граммах, килограммах, тоннах и т. д.). Применяются и условно-натуральные показатели, такие, как тонно-километры (например, при перевозке груза автотранспортом).

Трудовые измерители – это показатели затраченного труда на выполнение тех или иных работ (например, рабочие дни, часы, минуты).

Денежный измеритель позволяет измерить величину стоимости хозяйственных средств, их источников, размер прибыли и т. д.

Измерение, как элемент процесса разработки управленческих решений, предполагает получение данных. Данными могут быть какие-то количественные результаты, свойства, присущие определенным членам популяции, место в той или иной последовательности, – любая информация, которая может быть классифицирована или разбита на категории с целью дальнейшей обработки.

Тут важное значение имеет построение *распределения ряда данных*. Оно означает разделение первичных данных, полученных на выборке, на классы или категории с целью получить обобщенную упорядоченную картину, позволяющую их анализировать. Существуют три типа данных:

**1. Количественные данные**, получаемые при измерениях (например, данные о весе, размерах, времени, результатах тестирования и т. п.). Их можно распределить по шкале с равными интервалами.

**2. Порядковые данные**, соответствующие местам этих элементов в последовательности, полученной при их расположении в возрастающем порядке.

**3. Качественные данные**, представляющие собой какие-то свойства элементов выборки или популяции. Их нельзя измерить, и единственной их количественной оценкой служит частота встречаемости.

Существуют три способа получения данных:

- обследование;
- наблюдение;
- документация (или систематический сбор информации).

Все существующие конкретные методы получения данных (перепись, хронометраж, интервью, выборочная проверка) относятся к одному из перечисленных способов.

Измерение всегда включает в себя либо принятие какой-либо шкалы, либо создание новой. Для измерения используются в основном четыре типа основных шкал: номинальная, порядковая, интервальная, относительная. О них речь пойдет в подразделе 4.3.

Как правило, применение той или иной системы измерения осуществляется с помощью критериев оценки [22]. Такими критериями измерения управленческих решений и их результатов являются:

1. Пригодность. Действительно ли измеритель или их совокупность измеряют или определяют то, для чего они предназначены? Иными словами, измеряем ли мы то, что хотели измерить?

2. Правильность и точность. Правильно и точно ли измеряет система «истинное» состояние данного объекта измерения? Иными словами, способна ли измерительная система правильно и точно определить систематические характеристики поведения объекта?

3. Полнота, или исчерпывающий характер. В том случае, когда измерительная система призвана полностью определить поведение объекта, совокупность измерителей должна исчерпывающим образом отразить все поддающиеся измерению переменные.

4. Уникальность, или взаимоисключающий характер. Конкретные измерители в системе должны быть уникальны. Другими словами, если не было задумано иначе, не должно существовать избыточных и пересекающихся измерителей. Как правило, следует стремиться к одному «хорошему» измерителю для каждого свойства данного явления.

5. Надежность. Измерители или процесс измерений должны по состоянию обеспечивать обоснованные результаты. Ошибки измерения должны удовлетворять принятым статистическим предпосылкам или быть минимизированы.

6. Понятность. Измерители и система измерения должны быть как можно проще, понятнее и при этом содержать нужный смысл. На этот критерий в значительной степени влияет характер пользователя системы, так как способность к восприятию можно развить. Некоторые пользователи более сведущи и квалифицированы по сравнению с другими.

7. Квантифицируемость. Для того чтобы измерители содержали максимум качественной информации, они подлежат квантификации. Для лучшего понимания характера явления получают его количественное выражение. Это не означает, что качественная информация не имеет значения. Напротив, качественная информация часто необходима и полезна как дополнение к количественным показателям, она придает им больше ясности и смысла.

8. Контролируемость. Измерители должны характеризовать переменные, факторы, взаимосвязи или любые явления, которые поддаются контролю с нашей стороны. Очевидно, что менеджеры выше ценят систему, которая измеряет вещи, поддающиеся их контролю, чем ту, которая измеряет лишь вещи, их контролю не поддающиеся.

9. Экономическая эффективность. Измерители и системы измерения следует конструировать так, чтобы они были экономически эффективны. Отношение «выгода – затраты» должно удовлетворять определенным требованиям. Некоторые измерители настолько трудно использовать в практических расчетах, что это не оправдывает их разработку.

Любое измерение включает: объекты, свойства, выражаемые с помощью определенных показателей, и процедуру сравнения.

Процедура сравнения подразумевает определение отношений между объектами измерения относительно изучаемого свойства и способ их сравнения. Например, целям приписываются рамки важности, определенной социальной группе как объекту измерения – уровень сплоченности: разрознена; сплочена; сплочена сильнее, чем какая-то другая группа».

Введение конкретных показателей сравнения позволяет установить отношения между объектами, например, «больше», «меньше», «равны», «хуже», «предпочтительнее» и т. д. Существуют различные способы сравнения объектов между собой, например, последовательно с одним объектом, принимаемым за эталон, или друг с другом в произвольной или упорядоченной последовательности.

Как только определена некоторая характеристика для выбранного объекта, говорят, что объект измерен по данной характеристике. Например, проведение ранжирования целей, «взвешивание» критериев.

## **4.2 Номинальное и реальное экономическое измерение**

При принятии решений в экономических исследованиях различают номинальное и реальное экономическое измерение.

**Номинальное экономическое измерение** – это один из функциональных видов экономического измерения. В современной научной экономической литературе нет однозначного определения номинального экономического измерения. Существуют так называемая элементарная интерпретация и высшая (современная) интерпретация номинального экономического измерения.

Согласно элементарной (или традиционной) интерпретации, номинальное экономическое измерение – это количественная идентификация элементов (или процессов) экономических систем, имеющая целью определение их объемов (величины, емкости и т. д.). В процессе номинального экономического измерения не определяется влияние определенного элемента (процесса) экономической системы на результативность ее функционирования, а только количественно определяется его собственный объем. Номинальное экономическое измерение в элементарной интерпретации предстает как линейно-масштабный замер с четко выраженной арифметической или геометрической природой. Для номинального определения значимости определенного элемента экономической системы достаточно указать, какие экономические затраты следует осуществить, чтобы его создать (или какую он дает экономию затрат в процессе его потребления).

Номинальное экономическое измерение осуществляется с помощью номинальной экономической оценки, которая фактически совпадает с понятием «номинальная стоимость» (номинальная ценность, номинальная рыночная цена). По своей сути, номинальная оценка, или номинальная стоимость – это сугубо расходная экономическая категория (понятие). Сторонники номинальной концепции экономического измерения в ее элементарной (традиционной) интерпретации считают, что большее значение имеют те элементы экономической системы, на производство которых потрачено больше ресурсов (особенно живого труда), то есть они равновелики при условии равновеликих величин затрат ресурсов. Если в качестве элемента определенной экономической системы рассматривать, например, результаты производства, то равновеликими будут те из них, на изготовление которых потрачена равновеликая живая работа, или которые имеют равновеликую номинальную стоимость:

$$Q_1+Q_2+\dots+Q_n=I_1+I_2+\dots+I_n=V_{1n}+V_{2n}+\dots+V_{mn}, \quad (4.1)$$

где  $Q_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) – результаты производства определенного вида;

$I_i$  – работа, потраченная на их производство;

$V_{in}$  – соответствующие результатам номинальные стоимости.

Согласно современной (высшей) интерпретации, номинальное экономическое измерение любых элементов экономической системы означает определение их объема в фактически действующих рыночных ценах. Так, стоимостный объем результатов (номинальная стоимость, или оценка, производства) равен сумме произведений физических объемов определенной продукции на их фактически действующие рыночные цены:

$$V_n=Q_1 \cdot P_1+Q_2 \cdot P_2+\dots+Q_n \cdot P_n, \quad (4.2)$$

где  $Q_i$  – физический объем результатов определенного вида;

$P_i$  – соответствующие результатам фактические цены [24].

Инструментом номинального экономического измерения в современной интерпретации являются номинальные оценки, или номинальные стоимости, в форме фактически действующих рыночных цен. Они не дают возможности точно определить изменение физических объемов определенных элементов экономической системы (например, результатов производства) из-за наличия в результатах измерения так называемой «инфляционной компоненты». В условиях, когда рыночные цены имеют тенденцию к колебанию (редко – неуклонному росту), использование в качестве инструмента измерения фактически дей-



ствующих рыночных цен не даст точных данных об изменении физических (то есть реальных) объемов производства.

Для устранения недостатков номинального экономического измерения часто прибегают к инфлированию (расширению стоимостных объемов производства, предшествовавших базовому периоду) путем корректировки этих объемов на уровень инфляции (рост рыночных цен) и дефлированию (сужению стоимостных объемов производства, следующих после базового периода) делением этих стоимостных объемов на показатель уровня инфляции [23].

**Реальное экономическое измерение** – это один из функциональных видов экономического измерения. От номинального экономического измерения отличается тем, что дает возможность выявить, во-первых, степень влияния определенных элементов экономической системы на результативность ее функционирования и, во-вторых, изменения физической динамики этих элементов, а не только их номинального ценового объема.

Не существует однозначной трактовки реального экономического измерения. Одни экономисты считают, что реально выявить значение определенного элемента экономической системы, значит, выявить степень его влияния на результативность ее функционирования. Другие отстаивают мнение, что реальное экономическое измерение заключается в том, чтобы выявить изменение физического (реального) объема определенного элемента системы. Обе трактовки не противоречат друг другу и имеют право на существование.

Согласно первой трактовке, реально выявить влияние определенного элемента экономической системы на результативность ее функционирования можно только с помощью таких экономических параметров, как экономический эффект, полезность, доходность. Считается, что определенные элементы экономической системы равновелики (равнозначны) при условии, что они в равновеликой (одинаковой) степени влияют на результативность ее функционирования, имеют равновеликие экономические эффекты.

Реальное экономическое измерение осуществляется на практике с помощью такого измерительного инструмента, как реальная экономическая оценка, или реальная стоимость в форме обычных рыночных цен или цен, формирующихся в конкретных экономических условиях, а именно, когда экономическая система развивается интенсивными методами и когда она достаточно интеллектуализована, то есть когда удельный вес умственного, интеллектуального труда достаточно высок. Вне этих условий практической потребности в реальном экономическом измерении нет, в экстенсивных и слабоинтеллектуализированных экономических системах достаточно номинального экономического измерения. Теоретически этот факт нашел свое отражение в различных концепциях

экономического измерения: номинальной (в марксистской политической экономике) и реальной (в западной экономической теории). Каждая из этих концепций соответствует действительности в строго определенных экономических условиях, поэтому не может считаться универсальной, а является лишь частичной, специальной.

Согласно второй трактовке, результаты реального экономического измерения дают возможность выявить изменение физических (реальных) объемов определенных элементов производства. Для осуществления реального экономического измерения используют такой измерительный инструмент, как рыночные цены начального (базового) периода. Так, изменения физических объемов результатов производства равны сумме произведений физических объемов на их первоначальные рыночные цены. Реальное экономическое измерение во второй интерпретации позволяет в отличие от номинального экономического измерения выявить меру изменения физических объемов определенных элементов экономической системы. В его результатах нет «инфляционной компоненты», что делает это измерение значительно точнее, чем номинальное экономическое измерение. Однако разница между ними все-таки условна и относительна. Результаты реального экономического измерения для данного периода (интервала времени) являются результатами номинального измерения для другого временного интервала. Это объясняется тем, что результаты реального экономического измерения отражают лишь изменение физических объемов определенных элементов экономической системы.

Результаты и номинального, и реального экономического измерения имеют стоимостно-денежную (ценовую) форму и могут быть квалифицированы как определенные типы экономического (а не технического, технологического) измерения [23].

На практике используют еще один метод реального экономического измерения, с помощью которого от результатов номинального экономического измерения переходят к реальному экономическому измерению, применяя индекс инфляции (индекс изменения совокупных рыночных цен). Для этого результаты номинального экономического измерения делят или умножают на индекс инфляции. Так, для перехода от номинальной к реальной ставке процента номинальную ставку делят на индекс роста совокупных рыночных цен. Аналогично осуществляется переход от номинальных к реальным денежным доходам субъектов экономики, от номинальной к реальной заработной плате и т. д. При переходе от реальной к номинальной ставке процента первую умножают на индекс инфляции [24].

### 4.3 Теория измерений и шкалы измерений

При принятии управленческих решений на стадии проведения измерения часто применяется теория измерений, которая является одной из составных частей эконометрики. Она входит в состав *статистики объектов нечисловой природы*. Иными словами, **теория измерений** – это теория о классификации переменных величин по природе информации, которая содержится в числах – значениях этих переменных величин. Происхождение переменной величины накладывает ограничения на множество действий, которые можно производить с этой величиной. То есть для каждой переменной величины существует **класс допустимых преобразований**, которые корректно применимы ко всем значениям этой величины.

При этом понимание измерения формулируется так: *измерение* – это кодирование и соотнесение степени выраженности признаков эмпирических объектов или событий с помощью чисел в соответствии с определенными правилами (*измерительными шкалами*) [23]. Иными словами, каждая группа величин, имеющих общие допустимые преобразования, называется шкалой измерений.

Очень важно понимать, что вышеуказанные правила измерения определяют как результат измерения, так и исследовательский вывод.

Измерительная шкала определяет тип получаемых данных и множество операций, которые можно с этими данными осуществлять. *Измерительная шкала* – это математическая характеристика переменной, определяемая процессом измерения и типом измеряемой переменной, являющаяся основным критерием для выбора соответствующего математико-статистического метода. *Используемая измерительная шкала является основным элементом при обосновании возможных методов обработки данных и интерпретации результатов* [26].

Прежде чем использовать ту или иную математическую операцию, очень важно понимать, позволяет ли выбранная шкала осуществлять такую операцию, проведено ли измерение таким способом, для которого возможно *корректное* использование данной операции.

Выделяют следующие виды шкал измерения: номинальная, порядковая, абсолютная, а также шкалы интервалов, отношений, разностей.

#### **Номинальная шкала**

В номинальной шкале (еще ее называют шкалой наименований) допустимыми являются все взаимно однозначные преобразования. В этой шкале числа используются как метки, только для различения объектов. В шкале наименований измерены, например, номера телефонов, автомашин, паспортов, студенческих билетов. Пол людей тоже измерен в шкале наименований, результат изме-

рения принимает два значения – мужской, женский. Очевидно, что не имеет смысла складывать номера телефонов или умножать серии паспортов.

**Класс допустимых преобразований для номинальной шкалы:** объективные преобразования.

### **Порядковая шкала**

В порядковой шкале числа используются не только для различения объектов, но и для установления порядка между объектами. Простейшим примером являются оценки знаний учащихся. Заметим, что в средней школе (при пятибалльной системе оценки знаний) применяются оценки 2, 3, 4, 5, а в высшей школе ровно тот же смысл выражается словесно – неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. Этим подчеркивается нечисловой характер оценок знаний учащихся.

При оценке качества продукции и услуг единица продукции оценивается как годная или не годная. При более тщательном анализе используется порядковая шкала с тремя градациями: есть значительные дефекты – присутствуют только незначительные дефекты – нет дефектов. Аналогичный смысл имеет сортность продукции – высший, первый, второй сорт и т. д.

**Класс допустимых преобразований для порядковой шкалы:** все строго монотонные преобразования.

### **Шкала интервалов**

По шкале интервалов измеряют величину потенциальной энергии, или координату точки на прямой. В этих случаях на шкале нельзя отметить ни естественное начало отсчета, ни естественную единицу измерения. Исследователь должен сам задать точку отсчета и сам выбрать единицу измерения. Допустимыми преобразованиями в шкале интервалов являются линейные возрастающие преобразования, то есть линейные функции. Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта связаны именно такой зависимостью:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32), \quad (4.3)$$

где  $^{\circ}\text{C}$  – температура (в градусах) по шкале Цельсия,

$^{\circ}\text{F}$  – температура (в градусах) по шкале Фаренгейта.

**Класс допустимых преобразований для шкалы интервалов:** все преобразования вида  $x' = kx + b$ .

### **Шкала отношений**

В шкалах отношений есть естественное начало отсчета – нуль, но нет естественной единицы измерения. По шкале отношений измерены большинство физических единиц: масса тела, длина, заряд, а также цены в экономике. Допу-

стимыми преобразованиями в шкале отношений являются подобные (изменяющие только масштаб). Другими словами, линейные возрастающие преобразования без свободного члена. Примеры использования таких преобразований: пересчет цен из одной валюты в другую по фиксированному курсу, перевод массы из килограммов в фунты.

**Класс допустимых преобразований для шкалы отношений:** все преобразования вида  $x' = kx$ .

### **Шкала разностей**

В шкале разностей есть естественная единица измерения, но нет естественного начала отсчета. Время измеряется по шкале разностей, если год (или сутки – от полудня до полудня) принимаем естественной единицей измерения, и по шкале интервалов в общем случае. На современном уровне знаний естественное начало отсчета времени указать нельзя. Допустимыми преобразованиями шкалы разностей являются сдвиги.

**Класс допустимых преобразований для шкалы разностей:** все преобразования вида  $x' = x + b$ .

### **Абсолютная шкала**

Только для абсолютной шкалы результаты измерений – числа в обычном смысле слова. Примером является число людей в комнате. Для абсолютной шкалы допустимым является только тождественное преобразование.

**Класс допустимых преобразований для абсолютной шкалы:**  $x' = x$ .

Все шкалы делят также на две большие группы: **качественные** и **количественные**.

К качественным шкалам относят номинальную и порядковую, к количественным – все остальные.

Это деление показывает разницу в природе шкал: например, невозможно утверждать, что школьная оценка 2 настолько же хуже оценки 4, насколько 3 хуже оценки 5, поэтому порядковые шкалы относят к качественным. В то же время для тел с разной массой аналогичное утверждение корректно: тело массой 5 кг настолько же тяжелее тела массой 3 кг, насколько тело массой 4 кг тяжелее тела массой 2 кг. Таким образом, шкалы отношений – это количественные шкалы.

Очевидно, что **класс допустимых преобразований** одной шкалы может полностью включать в себя **класс допустимых преобразований** другой. Тогда говорят, что вторая шкала сильнее первой. На рисунке 4.1 изображена иерархия шкал.



Рисунок 4.1 – Иерархия шкал

При анализе данных с целью принятия решения следует помнить о том, к какой шкале измерений относятся исследуемые величины:

- 1) алгоритм анализа данных должен быть инвариантен относительно **класса допустимых преобразований** исследуемой величины;
- 2) алгоритм, применимый к более слабой шкале, применим и к более сильной.

Выделяют четыре характеристики шкал: описание, порядок, расстояние и наличие начальной точки.

**Описание** предполагает использование единственного дескриптора, или обозначения, для каждой градации в шкале. Например, «да» или «нет», «согласен» или «не согласен» и т. д. Все шкалы включают обозначения характеристик описания, которые определяют, что было измерено.

**Порядок** характеризует относительный размер дескрипторов. Например, «больше чем», «меньше чем», «равен». Так, рабочих различают по уровню квалификации, присваивая им определенные числа – разряды, ее характеризующие. Чем выше квалификация, тем больше разряд. Не все шкалы обладают характеристиками порядка.

**Расстояние** используется, когда известна абсолютная разница между дескрипторами, которая может быть выражена в количественных единицах. Человек, который купил три пачки сигарет, купил на две пачки больше по сравнению с человеком, купившим только одну пачку. Следует отметить, что когда существует «расстояние», то существует и «порядок». Человек, купивший три пачки сигарет, купил их больше, чем человек, приобретший только одну пачку. Расстояние в данном случае равно двум.

Предполагается, что шкала имеет *начальную точку*, если она имеет единственное начало или нулевую точку. Например, возрастная шкала имеет истинную нулевую точку. Однако не все шкалы обладают нулевой точкой для измеряемых свойств. Часто они имеют только произвольную нейтральную точку.

Каждая последующая характеристика шкалы строится на предыдущей характеристике. Таким образом, «описание» является наиболее базовой характеристикой, которая присуща любой шкале. Если шкала имеет «расстояние», она также обладает «порядком» и «описанием».

Представляется целесообразным рассмотреть наличие описанных характеристик у основных типов шкал, используемых для измерения: номинальной, порядковой, интервальной и относительной (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Наличие основных характеристик у разных типов шкал

Тип шкалы	Характеристика шкалы			
	Описание	Порядок	Расстояние	Наличие начальной точки
Номинальная	Нет	Нет	Нет	Нет
Порядковая	Да	Да	Нет	Нет
Интервальная	Да	Да	Да	Нет
Относительная	Да	Да	Да	Да

Следует отметить, что выбранная шкала измерений определяет характер информации, которой будет располагать исследователь при изучении какого-то объекта. Но следует говорить скорее о том, что выбор шкалы для измерений определяется характером отношений между объектами, наличием информации и целями исследования.

Кроме того, выбранная шкала предопределяет вид статистического анализа, который можно или нельзя будет использовать. Со шкалами можно производить ряд операций и осуществлять различные вычисления.

Так, с числами, принадлежащими некоторым шкалам, можно производить разнообразные действия. Шкалу можно сжать или растянуть любое число раз. Например, если шкала имеет деления от 0 до 100, то, разделив все числа на 100, получим шкалу со значениями в интервале от 0 до 1. Можно сдвинуть всю шкалу так, чтобы она охватывала интервал от  $-50$  до  $+50$ .

Возможны также вычисления среднего арифметического, дисперсии и т. д. Вместо ранговых коэффициентов корреляции вычисляется коэффициент пар-

ной корреляции Пирсона. Может также быть рассчитан множественный коэффициент корреляции.

Кроме алгебраических операций шкалы допускают все статистические операции, присущие порядковому уровню. При этом широко используются статистические показатели, среди которых на порядковом уровне измерения используются показателями центральной тенденции – медианой, квантилями и т. д. Для выявления взаимозависимости двух признаков используются коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла.

Также следует помнить, что полученные результаты всегда можно перевести в более простую шкалу, но никогда наоборот. Например, градации «совершенно не согласен» и «в какой-то мере не согласен» интервальной шкалы легко перевести в категорию «не согласен» шкалы наименований.

#### 4.4 Методы измерений

Выделяют прямые и косвенные способы измерения. При прямом измерении проводится непосредственное прямое оценивание измеряемого объекта либо свойства. При косвенном способе измерение проводится по измеряемому признаку на основе совокупности косвенных ответов.

При формировании ситуаций, целей, ограничений и вариантов решений лица, принимающие решения, и эксперты производят объективные и субъективные измерения характеристик достоверности, важности и предпочтительности того или иного решения. Для осуществления субъективных измерений применяются различные методы измерений, наиболее употребительными из которых являются: *ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка и последовательное сравнение.*

При описании перечисленных методов будет предполагаться, что имеется конечное число измеряемых объектов  $X=(x_1, \dots, x_m)$  и сформулирован один или несколько признаков сравнения, по которым осуществляется сравнение свойств объектов. Следовательно, методы измерения будут различаться лишь процедурой сравнения объектов. Эта процедура включает построение отношений между объектами эмпирической системы, выбор отображающей функции  $f$  и определение типа шкалы измерений. Рассмотрим все эти вопросы для каждого метода измерения.

**Ранжирование** представляет собой процедуру упорядочения объектов, выполняемую как лицом, принимающим решение, так и экспертом. На основе знаний и опыта лицо, принимающее решения, или эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими выбранными



показателями сравнения, и приписывает им соответствующие числовые представления. Эти числовые представления могут быть любыми, но должны удовлетворять единственному условию – их последовательность должна быть монотонна. Следовательно, функция отображения совокупности упорядоченных объектов в числовое представление должна обладать свойством монотонности. Но таким свойством функции отображения обладает шкала порядков, поэтому ранжирование объектов есть измерение в порядковой шкале.

В практике ранжирования чаще всего в качестве числового представления последовательности упорядоченных объектов используется натуральный ряд чисел, называемых **рангами** и обозначаемых буквой  $r$ . При этом наиболее предпочтительному объекту присваивается ранг 1, а по мере убывания предпочтения значение ранга возрастает. Эквивалентным объектам присваиваются одинаковые ранги.

Например, пусть имеется упорядоченная последовательность объектов:

$$x_1 \varphi x_2 \varphi x_3 \sim x_4 \sim x_5 \varphi x_6 \varphi \dots \varphi x_{m-1} \sim x_m. \quad (4.4)$$

Так как в этой последовательности есть эквивалентные объекты, она образует нестрогий порядок.

Ранжирование объектов этой последовательности может быть произведено следующим образом:

$$r_1 = f(x_1) = 1; \quad (4.5)$$

$$r_2 = f(x_2) = 2; \quad (4.6)$$

$$r_3 = r_4 = r_5 = 3; \quad (4.7)$$

$$r_6 = 4. \quad (4.8)$$

С точки зрения удобства последующей обработки применяется и другой способ присвоения рангов эквивалентным объектам, при котором им назначаются одинаковые ранги, равные среднему арифметическому значению порядковых номеров этих объектов. Такие ранги называют **связанными рангами**.

Удобство использования связанных рангов заключается в том, что сумма рангов  $m$  объектов равна сумме натуральных чисел от 1 до  $m$ . При этом любые комбинации связанных рангов не изменяют эту сумму. Это обстоятельство существенно упрощает обработку результатов ранжирования при групповой экспертной оценке.

Напомним, что ранги объектов определяют только порядок расположения объектов по показателям сравнения. Ранги как числа не дают возможности сде-

лать вывод о том, на сколько или во сколько раз предпочтительнее один объект по сравнению с другими. Если, например, ранг объекта равен трем, то отсюда не следует, что объект с рангом 1 в три раза предпочтительнее, чем объект с рангом 3.

Достоинством ранжирования как метода субъективного измерения является простота осуществления процедур, не требующая какого-либо трудоемкого обучения экспертов. Недостатком ранжирования является практическая невозможность упорядочения большого числа объектов [22].

**Парное сравнение** представляет собой процедуру установления предпочтения объектов при сравнении всех возможных пар. В отличие от ранжирования, в котором осуществляется упорядочение всех объектов, парное сравнение объектов представляет собой более простую задачу. При сравнении пары объектов возможно либо отношение строгого порядка, либо отношение эквивалентности. Отсюда следует, что парное сравнение так же, как и ранжирование, есть измерение в порядковой шкале.

В результате сравнения пары объектов  $x_i, x_j$  эксперт упорядочивает ее, высказывая либо  $x_i \varphi x_j$ , либо  $x_i \pi x_j$ , либо  $x_i \sim x_j$ . Выбор числового представления  $f(x_i)$  можно произвести так: если  $x_i \varphi x_j$ , то  $f(x_i) > f(x_j)$ ; если предпочтение в паре обратное, то знак неравенства заменяется на обратный, то есть  $f(x_i) < f(x_j)$ . Наконец, если объекты эквивалентны, то естественно считать, что  $f(x_i) = f(x_j)$ .

Результаты сравнения всех пар объектов представляются в виде матрицы.

**Непосредственная оценка** представляет собой процедуру приписывания объектам числовых значений в шкале интервалов. Лицу, принимающему решение, или эксперту необходимо поставить в соответствие каждому объекту точку на определенном отрезке числовой оси. При этом эквивалентным объектам приписываются одинаковые числа. Удобно результат приписывания объектам чисел представить графически.

Измерения в шкале интервалов могут быть осуществлены с достаточной точностью при полной информированности лиц, принимающих решения, или экспертов о свойствах объектов. Эти условия на практике встречаются редко, поэтому часто для измерения применяют *балльную оценку*. При этом вместо непрерывного отрезка числовой оси рассматривают участки, каждому из которых приписывается свой балл. Лицо, принимающее решение, или эксперт, приписывая объекту балл, тем самым измеряет его с точностью до определенного участка числовой оси.

Тут применяются 5-, 10- и 100-балльные шкалы.

**Последовательное сравнение** представляет собой комплексную процедуру измерения, включающую как ранжирование, так и непосредственную

оценку. При последовательном сравнении лицо, принимающее решение, или эксперт выполняет следующие операции:

а) осуществляет ранжирование объектов;

б) производит непосредственную оценку объектов на отрезке  $[0,1]$ , полагая, что числовая оценка первого в ранжировке объекта равна единице, то есть  $f(x_1) = 1$ ;

в) решает, будет ли первый объект превосходить по предпочтительности все остальные объекты вместе взятые: если да, то эксперт увеличивает значение числовой оценки первого объекта так, чтобы она стала больше суммы числовых оценок остальных объектов; в противном случае он изменяет величину  $f(x_1)$  так, чтобы она стала меньше, чем сумма оценок остальных объектов;

г) решает, будет ли второй объект предпочтительнее, чем все последующие вместе взятые объекты, и изменяет  $f(x_2)$  так же, как это описано для  $f(x_1)$ ;

д) продолжает операцию сравнения предпочтительности последующих объектов и изменяет числовые оценки этих объектов в зависимости от своего решения о предпочтении;

е) повторяет операции, описанные в подпунктах «в», «г» и «д» до тех пор, пока не будут выполнены указанные условия.

Кроме описанной процедуры последовательного сравнения существует несколько ее модификаций, которые незначительно отличаются от рассмотренной.

*Рассмотренные четыре метода измерения: ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка и последовательное сравнение, – обладают различными качествами, но приводят к близким результатам.*

Экспериментальная сравнительная оценка этих методов показала, что наиболее эффективным является комплексное применение всех методов для решения одной и той же задачи. При этом следует учитывать, что методом, требующим минимальных трудозатрат, является ранжирование, а наиболее трудоемким – метод последовательного сравнения. Метод парного сравнения без дополнительной обработки не дает полного упорядочения [32].

#### **4.5 Теория полезности и методы измерения полезности (предпочтительности)**

При решении многих задач, когда использование количественных показателей, имеющих конкретный смысл, затруднено, или они отсутствуют, пользуются субъективным понятием «полезность», которое отражает ценность принимаемых решений. Полезность применяется как некоторая эвристическая оценка степени предпочтения, эффективности, значимости, желательности раз-

личных вариантов решения. При определенных условиях каждому из предлагаемых действий может быть поставлена в соответствие определенная полезность этого действия, оцениваемая некоторыми числами. В подобных случаях следует принимать те решения, для которых ожидаемая полезность действия будет наибольшей.

Полезность, как количественная или порядковая мера, позволяет при обосновании и принятии решений оценивать и сопоставлять различные варианты решений, отдельных их составных элементов, поведения людей.

Поскольку полезность является показателем сравнительной ценности, она часто выражается соотношениями «меньше – больше». В ряде случаев этого вполне достаточно для выбора лучшего решения. Числа, которые ставятся в соответствие каждому результату или варианту решения, показывают, какой вариант предпочтительнее.

На понятии полезности основаны многие критерии принятия управленческих решений. Во многих случаях применение этого понятия – единственно возможный подход для введения количественных показателей в процесс принятия решения.

Представляется целесообразным кратко остановиться на **теории полезности** и применении ее результатов в процессе выработки решений. Дело в том, что при достижении тех или иных экономических результатов «психологические результаты» могут быть разными. Так, например, в обычной денежной игре проигрыш незначительной суммы хотя и описывается некоторым экономическим результатом, но «психологический результат» в этом случае практически равен нулю. Наоборот, проигрыш значительной суммы может вызвать значительно больший «психологический результат», чем экономический. Победа в бою после длительного отступления имеет «психологический результат» значительно больший, чем материальный результат (потери противника). Увеличение заработной платы на мизерную сумму всем слоям населения может вызвать мизерный «психологический результат», тогда как использование той же суммы на существенное повышение зарплаты сравнительно небольшой группы населения может вызвать значительно больший «психологический результат» у всего населения [28].

Таким образом, экономический результат (в более общем случае материальный результат – Э) и «психологический результат» (в более общем случае полезность – П) не всегда будут пропорциональны. Соотношение между ними называют **функцией полезности**  $\Pi=f(\text{Э})$ , которая определяется путем социологических исследований, опросов экспертов и другими эвристическими методами.

Функция полезности должна учитываться при принятии решений. В ней находит отражение часть тех факторов, которые не включены в модель исследования.

Тут применяются следующие положения:

1. Любые две альтернативы сравнимы, то есть если имеются две альтернативы, то индивидуум будет предпочитать одну другой или они будут для него равноценны.

2. Если результат  $O_1$  предпочтительнее  $O_2$  и  $O_2$  предпочтительнее  $O_3$ , то  $O_1$  должен быть предпочтительнее  $O_3$  (допущение транзитивности). Нетранзитивности, или круговые упорядочения, часто встречаются в жизни. Например, команда  $A$  выигрывает у команды  $B$ , команда  $B$  выигрывает у команды  $C$ , но команда  $C$  выигрывает у команды  $A$ .

3. Каждому результату  $O_1$  соответствует действительное неотрицательное число  $U_1$ , рассматриваемое как мера относительной предпочтительности (полезности, эффективности)  $O_1$ .

4. Если результат  $O_1$  более важен, чем  $O_2$ , то  $U_1 > U_2$ , и если результаты  $O_1$  и  $O_2$  эквивалентны по значимости, то  $U_1 = U_2$ . Иными словами,  $U_1 > U_2$  тогда и только тогда, когда принимающий решение предпочитает результат  $O_1$ , а не результат  $O_2$ .

Следует иметь в виду, что одна альтернатива (вариант решения, событие) имеет большее значение  $U$ , чем другая, потому что она предпочтительнее, но не наоборот.

5. Если  $O$  есть один из возможных вариантов решения, причем такой, что с вероятностью  $P$  это решение приведет к результату  $O_1$ , а с вероятностью  $(1 - P)$  к результату  $O_2$ , то тогда предпочтительность этого варианта решения (математическое ожидание величины степени предпочтения) равна

$$U(O) = PU_1 + (1 - P)U_2. \quad (4.9)$$

Обобщая изложенное на случай нескольких возможных результатов, критерий выбора лучшего варианта решения можно вписать в следующем виде:

$$\max U(S_i) = P_{i1}U_1 + P_{i2}U_2 + \dots + P_{ir}; \quad (4.10)$$

$$U_R = \sum P(O_j/S_i) U(O_j) = \sum P_{ij}U_j, \quad (4.11)$$

где  $U(S_i)$  – ожидаемая величина степени полезности (предпочтения) варианта решения (стратегии)  $S_i$ ;

$U_j$  – степень предпочтения  $j$ -го результата,  $j = 1, 2, 3, \dots, r$ ;

$r$  – число возможных результатов, получаемых при принятии того или иного варианта решения;

$P_{ij}$  – вероятность получения результата  $O_j$  при выборе стратегии  $S_i$ .

В ряде случаев, например, когда разные варианты решения приводят к одинаковым результатам, но с разными вероятностями, в качестве указателя предпочтения используется вероятность реализации того или иного варианта решения.

В общем случае мера полезности (предпочтительности) не имеет конкретного экономического смысла и является безразмерной величиной. Однако в отдельных случаях, когда можно провести содержательный анализ вариантов решения, она выражается в конкретных единицах измерения, например в рублях.

Существует ряд методов определения предпочтительности решений, основанных на рассмотренных предположениях. Вот два наиболее распространенных метода.

**Первый метод**, использующий вероятности, основан на следующем допущении: если «чистая» предпочтительность результата (цели, события, состояния, свойства) равна  $U$ , а вероятность его получения равна  $P$ , то общая предпочтительность результата в такой ситуации имеет величину  $PU$ . Иначе говоря, безразлично, какой получается результат: с предпочтительностью  $PU$  при вероятности его получения, равной единице, или с предпочтительностью  $U$  при вероятности  $P$ . Это принципиальное допущение о поведении субъекта, принимающего решение, справедливо не во всех случаях, так как человеческое поведение не всегда согласуется с теорией вероятностей, да и выбор решений нередко зависит от случайных событий, которым нельзя приписывать объективные вероятности.

Рассмотрим все на примерах.

*Пример 1*

Предположим, что заданы два результата:  $O_1$  и  $O_2$ . Оценим степень их предпочтения:

1. Определяем, какой результат предпочтительнее: например,  $O_1$  предпочтительнее  $O_2$ .

2. Эвристически определяем такую вероятность  $\alpha$ , при которой лицо, принимающее решение, не имеет предпочтений, то есть ему безразлично, реализуется  $\alpha U_1$  или  $U_2$ . Иначе говоря, предпочтительный результат с вероятностью  $\alpha$  эквивалентен результату  $O_2$ , получаемому достоверно.

Если найдено такое значение  $\alpha$ , что  $\alpha U_1 = U_2$ , то можно принять степень предпочтения результата  $O_2$  равной единице и выразить степень предпочтения результата  $O_1$  в виде  $1/\alpha$ .

Таким образом, в общем случае, если задано множество из  $n$  результатов, то необходимо их расположить в порядке предпочтения, а затем попарно рассмотреть все эти результаты.

### *Пример 2*

Предположим, что имеются три результата ( $O_1$ ,  $O_2$  и  $O_3$ ), среди которых  $O_1$  наиболее предпочтителен, а  $O_3$  наименее предпочтителен.

Найдем сначала такое значение  $\alpha$ , при котором  $\alpha_1 U_1 = U_3$ . Примем  $U_3$  равным 1. Тогда  $U_1$  равно  $1/\alpha_1$ .

Далее найдем значение  $\alpha_2$  такое, что  $\alpha_2 U_2 = U_3$ , и разрешим это уравнение относительно  $U_2$ , равного  $1/\alpha_2$ .

Желательно также проверить надежность полученных результатов, определив  $\alpha_3$  из уравнения  $\alpha_3 U_1 = U_2$ , используя полученное ранее значение  $U_2$ .

Так, например, если  $0,25 U_1 = U_3$ , то  $U_1 = 1/0,25 = 4,0$ , а если  $0,50 U_2 = U_3$ , то  $U_2 = 1/0,5 = 2,0$ .

Тогда  $\alpha_3$  должно быть равно  $2,0/4,0 = 0,5$ . В противном случае получается противоречивый результат, который необходимо корректировать.

Число возможных проверок надежности результатов возрастает с увеличением числа результатов  $n$ . Например, при  $n = 3$  проводится только одна проверка, при  $n = 4$  возможны три проверки.

**Второй метод** не предполагает использование вероятностей и применим только к результатам, предпочтительности которых обладают свойством аддитивности. Данный метод предполагает проведение последовательных сравнений и основан на следующих допущениях: если предпочтительности результатов  $O_1$  и  $O_2$  равны соответственно  $U_1$  и  $U_2$ , то предпочтительность совместного результата  $O_1$  и  $O_2$  равна сумме  $U_1 + U_2$ .

Последнее допущение не выполняется, если результаты  $O_1$  и  $O_2$  несовместимы, а следовательно, не могут наблюдаться одновременно. Оно также не выполняется, если получение результата  $O_1$  влечет за собой  $O_2$ , но получение результата  $O_2$  не влечет  $O_1$ . Примером служит случай, когда  $O_1$  означает стоимость не менее 10 усл. ед., а  $O_2$  – стоимость не менее 5 усл. ед. Из этого допущения вытекают три важных следствия:

а) если результат  $O_1$  предпочтительнее  $O_2$ , а  $O_2$  предпочтительнее  $O_3$ , то совместный результат  $O_1$  и  $O_2$  предпочтительнее  $O_3$ ;

б)  $U(O_1 \text{ и } O_2) = U(O_2 \text{ и } O_1)$ , то есть порядок получения результатов не меняет предпочтительности совместного результата;

в) если  $U(O_1 \text{ и } O_2) = U(O_2)$ , то  $U_1 = 0$ .

Рассмотрим один из методов оценки степени предпочтения результатов, основанный на указанных выше допущениях, на примере.

### Пример 3

Предположим, что в задаче, решаемой одним экспертом, требуется определить степень предпочтения получения четырех различных результатов. Решаем задачу в такой последовательности:

1. Упорядочим четыре результата по степени их предпочтения. Пусть  $O_1$  есть результат, считающийся наиболее желательным,  $O_2$  – следующий по желательности результат, далее идет  $O_3$ , и наконец,  $O_4$ .

2. Присвоим значение 1,00 наиболее предпочтительному результату, а некоторые другие значения, отражающие степень предпочтения, – остальным результатам. Например, эксперт может приписать значения 1,00; 0,80; 0,5 и 0,30 результатам  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  и  $O_4$  соответственно. Обозначим эти величины через  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$ . Их следует рассматривать как первые оценки «истинных» значений величин предпочтительности.

3. Далее проведем сравнение  $O_1$  с  $O_2$ ,  $O_3$  и  $O_4$ , то есть выясним, что выберет эксперт, если ему предоставить возможность «получить» результат  $O_1$  или сумму результатов  $O_2$ ,  $O_3$  и  $O_4$ . Предположим, он утверждает, что  $O_1$  является предпочтительным. Тогда значение оценки  $U_1$  следует изменить так, чтобы выполнялось неравенство  $U_1 > U_2 + U_3 + U_4$ .

Например, можно принять  $U_1 = 2,00$ ,  $U_2 = 0,80$ ,  $U_3 = 0,50$  и  $U_4 = 0,30$ . Отметим, что первоначальные значения оценок  $O_2$ ,  $O_3$ , и  $O_4$  остались без изменения.

4. Сравним теперь  $O_2$  с  $O_3$  и  $O_4$ . Предположим, что суммарный результат  $O_3$  и  $O_4$  более предпочтителен. Тогда требуется дальнейшее изменение первоначальных оценок. Например, можно принять  $U_1 = 2,00$ ;  $U_2 = 0,70$ ;  $U_3 = 0,5$  и  $U_4 = 0,30$ . В итоге все эти значения не противоречат мнениям эксперта.

5. В таком случае определение оценок закончено. Однако может оказаться целесообразным нормировать полученные оценки, разделив каждую из них

на величину  $\sum_{i=1}^m U_i$ , которая в данном случае равна 3,50.

Рассмотренные алгоритмы определения степени предпочтения применимы и при решении других управленческих задач (формирование плана научно-исследовательских работ, плана по технике и др.)

При большом числе признаков метод парных сравнений оказывается громоздким, поскольку эксперты должны рассмотреть каждую возможную пару признаков, а число таких пар быстро растет с ростом числа признаков. Так, при  $k = 5$  число пар равно 10, при  $k = 30$ –435. В таких случаях используются некоторые другие методы, из которых наибольшее применение получил метод равных интервалов [35].



## 4.6 Надежность и достоверность измерений

Надежность означает, насколько точно было измерено то, что необходимо измерить. Проверка надежности может быть осуществлена повторным измерением или на другой выборке. В первом случае искажение может быть нейтрализовано динамикой явления, а во втором – обусловлено ошибкой выборочного измерения. Но всегда его границы весьма условны и подвижны. Вне зависимости от трудности или даже невозможности решения этих проблем они должны быть учтены при построении шкал.

При установлении надежности следует иметь в виду, что в процессе измерения участвуют три составляющие: объект измерения, измеряющие средства, с помощью которых производится отображение свойств объекта на числовую систему, и субъект, производящий измерение. Предпосылки надежного измерения кроются в каждой отдельной составляющей.

Проблема надежности решается путем выявления правильности измерения, устойчивости и обоснованности.

При изучении *правильности* устанавливается общая приемлемость данного способа измерения (шкалы или системы шкал). Непосредственно понятие правильности связано с возможностью учета в результате измерения различного рода систематических ошибок. Систематические ошибки имеют некоторую стабильную природу возникновения: либо они являются постоянными, либо меняются по определенному закону.

**Определение грубых ошибок.** В процессе измерения иногда возникают грубые ошибки, причиной которых могут быть неправильные записи исходных данных, плохие расчеты, неквалифицированное использование измерительных средств и т. п. Это проявляется в том, что в рядах измерений попадают данные, резко отличающиеся от совокупности всех остальных значений. Чтобы выяснить, нужно ли эти значения признать грубыми ошибками, устанавливают критическую границу так, чтобы вероятность того, что крайние значения превысят ее, была бы достаточно малой и соответствовала бы некоторому уровню значимости  $\alpha$ . Это правило основано на том, что появление в ответах чрезмерно больших значений хотя и возможно, как следствие естественной вариабельности значений, но маловероятно.

Если окажется, что какие-то крайние значения совокупности принадлежат ей с очень малой вероятностью, то такие значения признаются грубыми ошибками и исключаются из дальнейшего рассмотрения. Выявление грубых ошибок особенно важно проводить при малом числе опрашиваемых: не будучи исключенными из анализа, они существенно искажают полученные результаты.

Для этого используются специальные статистические критерии определения грубых ошибок [31].

*Устойчивость* характеризует степень совпадения результатов измерения при повторных применениях измерительной процедуры и описывается величиной случайной ошибки. Она определяется постоянством подхода респондента к ответам на одинаковые или подобные вопросы.

Существует несколько приемов проверки устойчивости измерений: повторное измерение (тестирование), включение в анкету эквивалентных вопросов и разделение выборки (числа опрашиваемых) на две части.

Наиболее распространенным приемом контроля за устойчивостью является **повторное измерение**. Оно состоит во вторичном проведении проверяемого измерения в одной и той же выборке через определенный промежуток времени.

Зачастую достаточно сложно установить длительность промежутка между двумя измерениями. С одной стороны, он должен быть возможно меньше, чтобы избежать вероятных изменений измеряемого признака. С другой стороны, он должен быть достаточно большим, чтобы исключить эффект запоминаемости первичного исследования. Последнее не противоречило бы требованию независимости опытов друг от друга. Данную общую установку в отношении длительности промежутка времени между опытами определить практически невозможно. Последняя определяется целью исследования, в котором применяется данная процедура, а также она определяется сложностью для запоминания даваемых ответов, изменчивостью условий проведения измерений, стабильностью параметров измерения, мотивационными изменениями и т. д. Обычно один и тот же объект измеряется дважды с двух-, трехнедельным временным интервалом и с помощью одинаковой процедуры. Шкала считается устойчивой, если совпадения между первой и второй сериями измерений будут достаточно высокими.

Включение в анкету **эквивалентных вопросов** предполагает использование в анкете вопросов по одной той же проблеме, но по-разному сформулированных. Респондент должен воспринимать их как разные вопросы. Главная опасность данного метода заключается в степени эквивалентности вопросов: если это не достигается, то респондент отвечает на разные вопросы.

**Разделение выборки на две части** основано на сравнении ответов на вопросы двух групп респондентов. Предполагается, что эти две группы являются идентичными по своей композиции и две средние оценки ответов для этих двух групп являются очень близкими. Все сравнения делаются только на групповой основе, поэтому сравнение внутри группы проводить невозможно. Например,

среди студентов колледжа с помощью шкалы Лайкерта с пятью градациями был проведен опрос относительно их будущей карьеры. В анкете приводилось утверждение: «Я считаю, что меня не ожидает блестящая карьера». Ответы были обобщены, начиная с «совершенно не согласен» (1 балл) и заканчивая «совершенно согласен» (5 баллов). Затем общая выборка опрошенных разделена на две группы. Потом были вычислены средние оценки этих групп. Средняя оценка была одинаковой для каждой из групп и равнялась 3 баллам. Данные результаты дали основание считать измерение надежным. Когда же проанализировали ответы более внимательно, то оказалось, что в одной группе студенты ответили «согласен» и «не согласен», а в другой – 50 % опрошиваемых ответили «совершенно не согласен», а 50 % – «совершенно согласен». Как видим, более глубокий анализ показал, что ответы не являются идентичными.

Вследствие данного недостатка этот метод оценки устойчивости измерений является наименее популярным.

Наиболее сложный вопрос надежности измерения – его *обоснованность*. Обоснованность данных измерения – это доказательство соответствия между тем, что измерено, и тем, что должно было быть измерено. Иными словами, она связана с доказательством того, что измерено вполне определенное заданное свойство объекта, а не некоторое другое, более или менее на него похожее.

То есть **проверка обоснованности** шкалы предпринимается лишь после того, как установлены достаточные правильность и устойчивость измерения исходных данных. Как уже отмечалось, проверка обоснованности – это сложный процесс и, как правило, не до конца разрешимый. И поэтому нецелесообразно сначала применять трудоемкую технику для выявления обоснованности, а после этого убеждаться в неприемлемости данных вследствие их низкой устойчивости.

**Достоверность измерений** характеризует совершенно иные аспекты, чем надежность измерений. Измерение может быть надежным, но не достоверным. Последнее характеризует точность измерений по отношению к тому, что существует в реальности. Например, респонденту задали вопрос о его годовом доходе, который составляет менее 35 000 дол. США. Не желая интервьюеру называть истинную цифру, респондент указал доход «более 100 000 дол. США». При повторном тестировании он снова назвал данную цифру, демонстрируя высокий уровень надежности измерений. Ложь не является единственной причиной низкого уровня достоверности измерений. Можно также назвать плохую память, плохое знание респондентом действительности и т. п. [25].

Рассмотрим другой пример, характеризующий различие между надежностью и достоверностью измерений. Даже часы с неточным ходом будут пока-

зывать время в один час два раза в сутки, демонстрируя высокую надежность. Однако идти они могут очень неточно, то есть показ времени будет недостоверным.

Главное направление проверки достоверности измерений заключается в получении информации из различных источников. Здесь прежде всего необходимо отметить следующее. Надо стремиться составлять вопросы таким образом, чтобы их формулировки способствовали получению достоверных ответов. Далее в анкету могут включаться вопросы, чем-то связанные друг с другом. Например, в анкету помещается вопрос о том, в какой степени респонденту нравится его непосредственный начальник, далее спрашивается, возникает ли желание общаться с этим начальником. Данный вопрос направлен на проверку достоверности ответа на первый вопрос.

Часто для оценки достоверности измерений используются два различных метода или источника получения информации. Например, после письменного заполнения анкет ряду респондентов из первоначальной выборки дополнительно задаются те же вопросы по телефону. По схожести ответов также судят о степени достоверности.

Иногда на основе одних и тех же требований образуют выборки для разных респондентов и для оценки степени достоверности полученных данных сравнивают полученные ответы [29].

#### **4.7 Погрешности экономических измерений и их виды**

Все знают, что любое инженерное измерение проводится с некоторой погрешностью. Эту погрешность обычно приводят в документации (техническом паспорте средства измерения) и учитывают при принятии решений. Ясно, что и любое экономическое измерение также проводится с погрешностью. Чтобы узнать, какова она, необходимо уметь ее оценивать, поскольку ошибки при принятии экономических решений обходятся дорого.

Например, чистая текущая стоимость, срок окупаемости и сам вывод о прибыльности инвестиционного проекта зависят от неизвестного дисконт-фактора  $C$  или даже от неизвестной дисконт-функции. Как известно, часто предлагают использовать норму дисконта, равную *приемлемой для инвестора норме дохода на капитал*. Это значит, что экономисты явным образом обращаются к инвестору как к эксперту, который должен назвать им некоторое число исходя из своего опыта и интуиции (то есть экономисты перекалдывают свою работу на инвестора). Кроме того, при этом игнорируется изменение указанной нормы во времени.

Количественная оценка компонентов инвестиций, в частности денежных поступлений и платежей, представляет собой сложную задачу, поскольку на каждый из них оказывает влияние множество разнообразных факторов, а сами оценки охватывают достаточно длительный промежуток времени. В частности, для рассматриваемого примера важно учитывать следующие характеристики инвестиционного проекта:

- возможные колебания рыночного спроса на продукцию;
- ожидаемые колебания цен на потребляемые ресурсы и производимую продукцию;
- возможное появление на рынке товаров-конкурентов;
- планируемое снижение производственно-сбытовых издержек по мере освоения новой продукции и наращивания объемов производства;
- влияние инфляции на покупательную способность потребителей и, соответственно, на объемы продаж [34].

Поэтому такие оценки базируются на прогнозах внутренней и внешней среды предприятия. Использование прогнозных оценок всегда связано с риском, возрастающим при увеличении масштаба проекта и длительности инвестиционного периода.

Оценка компонентов инвестиций связана также с анализом источников финансирования. Причем для целей проводимого анализа особое внимание уделяется внешним источникам, в частности, акционерному капиталу и планируемым затратам по обслуживанию привлеченного капитала: размерам дивидендов, периодичности их выплат и т. п.

При проведении измерений целесообразно выделить ряд видов погрешностей статистических данных. Погрешности, вызванные неточностью измерения исходных данных, называют *метрологическими*. Их максимальное значение можно оценить с помощью нотны. Как правило, метрологические погрешности не убывают с ростом объема выборки.

*Методические* погрешности вызваны неадекватностью вероятностно-статистической модели, отклонением реальности от ее предпосылок. Неадекватность обычно не исчезает при росте объема выборки. Методические погрешности целесообразно изучать с помощью «общей схемы устойчивости» [27], обобщающей популярную в теории робастных статистических процедур модель засорения большими выбросами.

*Статистическая* погрешность – это та погрешность, которая традиционно рассматривается в математической статистике. Ее характеристики – дисперсия оценки, дополнение до единицы мощности критерия при фиксирован-

ной альтернативе и т. д. Как правило, статистическая погрешность стремится к нулю при росте объема выборки.

**Вычислительная** погрешность определяется алгоритмами расчета, в частности правилами округления. На уровне чистой математики справедливо тождество правых частей формул, задающих выборочную дисперсию  $S^2$ :

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{1 \leq i \leq n} (x_i - \bar{x})^2; \quad (4.12)$$

и

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{1 \leq i \leq n} x_i^2 - \frac{1}{n-1} (\bar{x})^2. \quad (4.13)$$

А на уровне вычислительной математики формула (4.12) дает при определенных условиях существенно больше верных значащих цифр, чем (4.13) [30].

Следует отметить, что при проведении исследования для принятия наиболее оптимального решения погрешность должна быть минимальна и стремиться к нулю.

#### **Список контрольных вопросов к разделу 4**

1. Дайте определение термину «измерение».
2. Перечислите уровни измерения.
3. Чем отличается объективное измерение от субъективного?
4. Назовите три основных вида измерителей.
5. Что такое данные, назовите их типы.
6. Назовите критерии измерения управленческих решений, раскройте суть некоторых из них.
7. Дайте определение реальному экономическому измерению.
8. Дайте определение номинальному экономическому измерению.
9. В чем отличие номинального экономического измерения от реального?
10. Что представляет собой теория измерений?
11. Всегда ли имеет смысл складывать числа, используемые в той или иной области человеческой деятельности?
12. Дайте определение термину «шкала измерения».
13. Назовите типы основных шкал измерения.
14. Приведите примеры величин, измеренных в шкале наименований.
15. Приведите примеры величин, измеренных в порядковой шкале.
16. Приведите примеры величин, измеренных в шкале интервалов.

17. Приведите примеры величин, измеренных в шкале отношений.
18. Может ли класс допустимых преобразований одной шкалы полностью включать в себя класс допустимых преобразований другой шкалы?
19. Какими четырьмя характеристиками обладают шкалы измерений? Раскройте их смысл.
20. Назовите основные методы измерений, наиболее употребительные при проведении субъективных измерений.
21. Раскройте смысл следующих понятий: ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка и последовательное сравнение.
22. Что такое ранг (дайте определение)?
23. Дайте определение термину «полезность».
24. Раскройте суть теории полезности.
25. Какие методы измерения полезности вы знаете? Раскройте их суть.
26. Что такое надежность измерения? Раскройте суть.
27. Что такое достоверность измерения? Раскройте суть.
28. Что такое погрешность экономических измерений?
29. Назовите виды погрешностей экономических измерений и раскройте их суть.
30. Для чего необходимо минимизировать погрешность при проведении измерений?

## Раздел 5

# КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Задача принятия решений (ЗПР) – одна из самых распространенных в любой предметной области. Ее решение сводится к выбору одной или нескольких лучших альтернатив из некоторого набора. Для того чтобы сделать такой выбор, необходимо четко определить цель и критерии (показатели качества), по которым будет проводиться оценка некоторого набора альтернативных вариантов.

Выбор метода решения такой задачи зависит от количества и качества доступной информации. Данные, необходимые для осуществления обоснованного выбора, можно разделить на четыре категории: информация об альтернативных вариантах, информация о критериях выбора, информация о предпочтениях, информация об окружении задач.

### 5.1 Краткая характеристика задач принятия решений

В своем развитии теория принятия решений прошла через три стадии.

На первой стадии развивался дескриптивный подход к принятию решений. Здесь усилия ученых были направлены на описание процесса выбора решений человеком в целях определения рационального зерна, характерного для всякого разумного выбора. В результате проведенных исследований оказалось, что большинство людей действуют интуитивно, проявляя при этом непоследовательность и противоречивость в своих суждениях. Положительным аспектом исследований в области дескриптивного подхода явилось то, что удалось дать достаточно четкий ответ на вопрос, что может и чего не может человек, решая задачу выбора.

На второй стадии исследователи разрабатывали нормативный подход к принятию решений. Однако и здесь их постигла неудача, поскольку идеализированные теории, рассчитанные на сверхрационального человека с мощным интеллектом, не нашли практического применения.

На третьей стадии был развит перспективный подход к принятию решений. Он оказался наиболее плодотворным, поскольку предписывал, как должен поступать человек с нормальным интеллектом, желающий напряженно и систематизированно обдумывать все аспекты своей задачи. Прескриптивный подход не гарантирует нахождения оптимального решения в любой ситуации, но обеспечивает выбор такого решения, которое не обременено



противоречиями и непоследовательностями. Данный подход предъявляет к человеку серьезные требования по освоению методов и приемов теории принятия решений, а также предписывает проведение многочисленных вычислений, связанных с реализацией этих методов.

Первоначальным импульсом для применения ЭВМ в процессе принятия решений явилась необходимость проведения большого объема вычислений для получения обобщенной оценки путем синтеза всех плюсов и минусов по каждой альтернативе. На этом шаге решением ЗПР занимались специалисты, имеющие широкие знания как в области методов принятия решений, так и в программировании на ЭВМ.

Поскольку на практике указанное сочетание знаний является редким, возникла новая категория специалистов – аналитиков в области принятия решений. Аналитики владели методами принятия решений и навыками программирования и выступали в роли посредников между лицом, принимающим решение (ЛПР), и ЭВМ. Аналитик выполнял следующие функции: уточнял совместно с ЛПР постановку задачи, выбирал метод принятия решений, адекватный задаче, собирал необходимую статистическую и экспертную информацию, строил модель задачи, организовывал обработку накопленной информации на ЭВМ, представлял полученные результаты ЛПР и их интерпретировал.

Следующий шаг в применении ЭВМ для принятия решений был связан с созданием диалоговых систем, позволявших менять интересующие исследователя параметры заложенной в память ЭВМ модели задачи принятия решений, выбирать алгоритм поиска решения или его параметров, исследовать чувствительность полученного решения. Такие системы позволяли получать исчерпывающую информацию для всестороннего обоснования выбираемых решений.

В настоящее время в связи с возросшими возможностями современных ЭВМ разработаны программные информационные системы, обеспечивающие поддержку процесса принятия решений на всех его фазах. Большинство систем принятия решений реализовано на персональных ЭВМ.

## **5.2 Схема процесса принятия решений**

Общая схема процесса принятия решений включает следующие основные этапы:

**Этап 1.** Предварительный анализ проблемы. На этом этапе определяются:  
– главные цели;

- уровни рассмотрения, элементы и структура системы (процесса), типы связей;

- подсистемы, используемые ими основные ресурсы и критерии качества функционирования подсистем;

- основные противоречия, узкие места и ограничения.

**Этап 2.** Постановка задачи. Постановка конкретной ЗПР включает:

- формулирование задачи;

- определение типа задачи;

- определение множества альтернативных вариантов и основных критериев для выбора из них наилучших;

- выбор метода решения ЗПР.

**Этап 3.** Получение исходных данных. На данном этапе устанавливаются способы измерения альтернатив. Это либо сбор количественных (статистических) данных, либо методы математического или имитационного моделирования, либо методы экспертной оценки. В последнем случае необходимо решить задачи формирования группы экспертов, проведения экспертных опросов, предварительного анализа экспертных оценок.

**Этап 4.** Решение ЗПР с привлечением математических методов и вычислительной техники, экспертов и лица, принимающего решение. На этом этапе производится математическая обработка исходной информации, ее уточнение и модификация в случае необходимости. Обработка информации может оказаться достаточно трудоемкой, при этом может возникнуть необходимость совершения нескольких итераций и желание применить различные методы для решения задачи. Поэтому именно на этом этапе возникает потребность в компьютерной поддержке процесса принятия решений, которая выполняется с помощью автоматизированных систем принятия решений.

**Этап 5.** Анализ и интерпретация полученных результатов. Полученные результаты могут оказаться неудовлетворительными и потребовать изменений в постановке ЗПР. В этом случае необходимо будет возвратиться на этап 2 или этап 1 и пройти заново весь путь. Решение ЗПР может занимать достаточно длительный промежуток времени, в течение которого окружение задачи может измениться и потребовать корректировок в постановке задачи, а также в исходных данных (например, могут появиться новые альтернативы, требующие введения новых критериев). Задачи принятия решений можно разделить на статические и динамические. К первым относятся задачи, которые не требуют многократного решения через короткие интервалы времени. К динамическим относятся ЗПР, которые возникают достаточно часто. Следовательно,

итерационный характер процесса принятия решений можно считать закономерным, что подтверждает необходимость создания и использования эффективных систем компьютерной поддержки. ЗПР, требующие одного цикла, можно скорее считать исключением, чем правилом [36].

### 5.3 Классификация задач принятия решений

Задачи принятия решений отличаются большим многообразием, классифицировать их можно по различным признакам, характеризующим количество и качество доступной информации. В общем случае задачи принятия решений можно представить следующим набором информации [37]:

$$\langle T, C, K, X, O, G, D \rangle, \quad (5.1)$$

где  $T$  – постановка задачи (например, выбрать лучшую альтернативу или упорядочить весь набор);

$C$  – множество допустимых альтернативных вариантов;

$K$  – множество критериев выбора;

$X$  – множество методов измерения предпочтений (например, использование различных шкал);

$O$  – отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок (исходы);

$G$  – система предпочтений эксперта;

$D$  – решающее правило, отражающее систему предпочтений.

Любой из элементов этого набора может служить классификационным признаком принятия решений. Рассмотрим традиционные классификации:

1. Вид отображения  $O$ . Отображения множеств  $C$  и  $K$  могут иметь детерминированный характер, вероятностный или неопределенный вид, в соответствии с которым задачи принятия решений можно разделить на:

а) задачи принятия решений в условиях определенности (детерминированные задачи);

б) задачи в условиях риска (вероятностные задачи);

в) задачи в условиях неопределенности.

2. Мощность множества  $K$ . Множество критериев выбора может содержать один элемент или несколько. В соответствии с этим задачи принятия решений можно разделить на:

а) задачи со скалярным критерием;

б) задачи с векторным критерием (многокритериальное принятие решений).

3. Тип системы  $G$ . Предпочтения могут формироваться одним лицом или коллективом, в зависимости от этого задачи принятия решений можно классифицировать на:

- а) задачи индивидуального принятия решений;
- б) задачи коллективного принятия решений.

**Задачи принятия решений в условиях определенности.** К этому классу относятся задачи, для решения которых имеется достаточная и достоверная количественная информация. В этом случае с успехом применяются методы математического программирования, суть которых состоит в нахождении оптимальных решений на базе математической модели реального объекта. Основные условия применимости методов математического программирования следующие:

- задача должна быть хорошо формализована, то есть имеется адекватная математическая модель реального объекта;
- существует некоторая единственная целевая функция (критерий оптимизации), позволяющая судить о качестве рассматриваемых альтернативных вариантов;
- имеется возможность количественной оценки значений целевой функции;
- задача имеет определенные степени свободы (ресурсы оптимизации), то есть некоторые параметры функционирования системы, которые можно произвольно изменять в некоторых пределах в целях улучшения значений целевой функции.

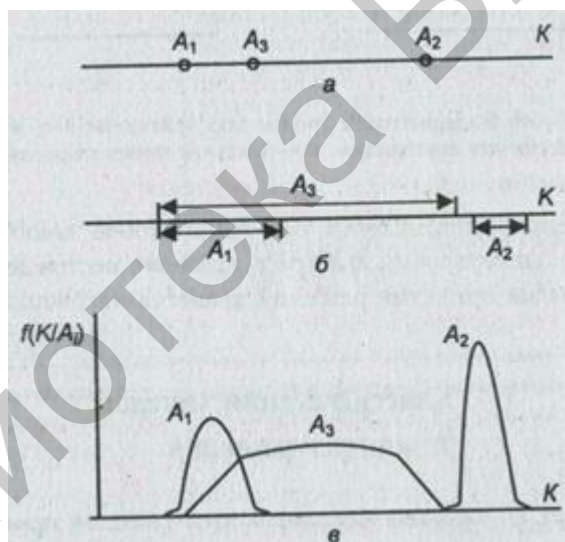
**Задачи в условиях риска.** В тех случаях, когда возможные исходы можно описать с помощью некоторого вероятностного распределения, получаем задачи принятия решений в условиях риска. Для построения распределения вероятностей необходимо либо иметь в распоряжении статистические данные, либо привлекать знания экспертов. Обычно для решения задач этого типа применяются методы теории одномерной или многомерной полезности. Эти задачи занимают место на границе между задачами принятия решений в условиях определенности и неопределенности. Для решения этих задач привлекается вся доступная информация (количественная и качественная).

**Задачи в условиях неопределенности.** Эти задачи имеют место тогда, когда информация, необходимая для принятия решений, является неточной, неполной, неколичественной, а формальные модели исследуемой системы либо

слишком сложны, либо отсутствуют. В таких случаях для решения задачи обычно привлекаются знания экспертов. В отличие от подхода, принятого в экспертных системах, для решения ЗПР знания экспертов обычно выражены в виде некоторых количественных данных, называемых предпочтениями.

**Нетривиальность задач принятия решений.** Следует отметить, что одним из условий существования задачи принятия решений является наличие нескольких допустимых альтернатив, из которых следует выбрать в некотором смысле лучшую. При наличии одной альтернативы, удовлетворяющей фиксированным условиям или ограничениям, задача принятия решений не имеет места.

Задача принятия решений называется тривиальной, если она характеризуется исключительно одним критерием  $K$  и всем альтернативам  $A_i$  приписаны конкретные числовые оценки в соответствии со значениями указанного критерия. Выбор альтернативы при одном критерии можно увидеть на рисунке 5.1, а:

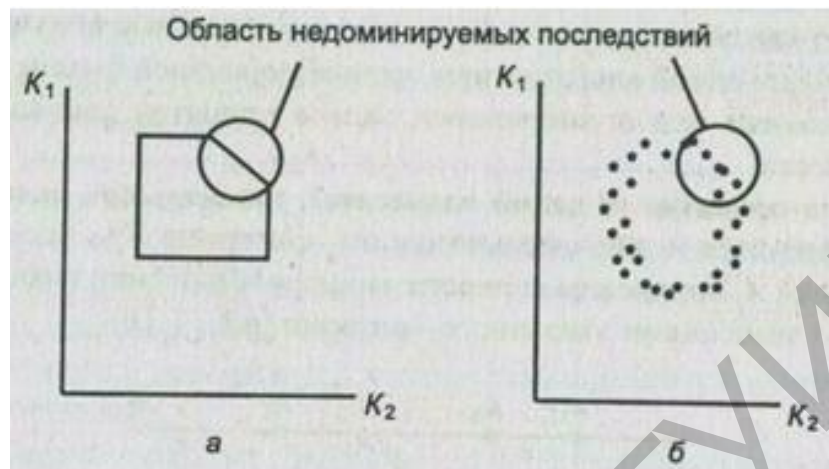


- а – в условиях определенности;
- б – в условиях неопределенности;
- в – в условиях риска

Рисунок 5.1 – Выбор альтернативы при одном критерии

Задача принятия решений перестает быть тривиальной даже при одном критерии  $K$ , если каждой альтернативе  $A_i$  соответствует не точная оценка, а интервал возможных оценок (рисунок 5.1, б) или распределение  $f(K/A_i)$  на значениях указанного критерия (рисунок 5.1, в).

Нетривиальной считается задача при наличии нескольких критериев принятия решений, независимо от вида отображения множества альтернатив в множество критериальных оценок их последствий (рисунок 5.2).



а – в случае непрерывной области альтернатив;  
б – в случае дискретных альтернатив

Рисунок 5.2 – Выбор альтернативы с учетом двух критериев

Следовательно, при наличии ситуации выбора, многокритериальности и осуществлении выбора в условиях неопределенности или риска задача принятия решений является нетривиальной.

## 5.4 Подходы к реализации задач принятия решений

### 5.4.1 Задачи принятия решений в условиях определенности

Сравнительно немногие управленческие решения принимаются в условиях определенности. Однако зачастую некоторые элементы крупных решений можно рассматривать как определенные.

Принятие решений в условиях вероятностной определенности осуществляется в тех случаях, когда отсутствует достоверная информация о проблемной ситуации, а каждое решение может привести к одному из множества возможных исходов, причем каждый исход имеет определенную вероятность появления, которая может быть рассчитана. Показатели, характеризующие проблемную ситуацию, также описываются с помощью вероятностных характеристик, то есть неполнота и недостоверность исходной информации находит отражение в вероятностных характеристиках. Сами

вероятностные характеристики являются уже неслучайными, поэтому с ними можно производить операции по нахождению оптимального решения так же, как с детерминированными характеристиками. Детерминированную задачу можно рассматривать как предельный случай вероятностной задачи, полагая, что вероятность получения каждого из возможных результатов равна либо единице, либо нулю. Решение таких задач базируется на теории статистических решений или же векторной оптимизации. Поэтому ниже рассмотрим основные методы решения подобного класса задач и приведем их краткие характеристики.

**Методы решения задач векторной оптимизации.** Существует несколько методов решения задач многокритериальной оптимизации [38]:

- выделения главного критерия;
- лексикографической оптимизации;
- свертывания векторного критерия в скалярный.

В методе выделения главного критерия ЛПР назначает один главный критерий, остальные выводятся в состав ограничений, то есть указываются границы, в которых эти критерии могут находиться. Недостаток метода очевиден: нет смысла проводить глубокое системное исследование, если все критерии, кроме одного, не учитываются.

В методе лексикографической оптимизации предполагается, что критерии, составляющие векторный критерий  $K$ , могут быть упорядочены на основе отношения абсолютной предпочтительности. Пусть критерии пронумерованы так, что наиболее важному из них соответствует номер 1. Тогда на первом шаге выбирается подмножество альтернатив  $A_1$ , имеющих наилучшие оценки по первому критерию. Если окажется, что  $A_1 = 1$ , то единственная альтернатива, входящая в  $A$ , и признается наилучшей. Если  $A_1 > 1$ , то на втором шаге выбирается подмножество альтернатив  $A$ , имеющих наилучшие оценки по второму критерию, и так далее, до тех пор, пока не будет выявлена лучшая альтернатива.

**Методы свертывания векторного критерия в скалярный.** Основной проблемой этого подхода является построение функции  $f$ , называемой сверткой. Данная проблема распадается на четыре задачи:

1. Обоснование допустимости свертки. Требуется подтверждения, что рассматриваемые показатели эффективности являются однородными. Известно, что показатели эффективности разделяются на три группы: показатели результативности, ресурсоемкости и оперативности. В общем случае разрешается свертка показателей, входящих в обобщенный показатель для

каждой группы отдельно. Свертка показателей из разных групп может привести к потере физического смысла такого критерия.

2. Нормализация критериев для их сопоставления. Проводится подобно нормировке показателей.

3. Учет приоритетов (важности) критериев. Осуществляется в большинстве методов свертывания путем задания вектора коэффициентов важности критериев. Определение коэффициентов важности критериев, как и в случае с показателями, сталкивается с серьезными трудностями и сводится либо к использованию формальных процедур, либо к применению экспертных оценок. В результате нормализации и учета приоритетов критериев образуется новая векторная оценка. Именно эта полученная векторная оценка подлежит преобразованию с использованием функции свертки. Способ свертки зависит от характера показателей и целей оценивания системы. Известны несколько видов свертки. Наиболее часто используются аддитивная и мультипликативная свертки компонентов векторного критерия.

4. Построение функции свертки, позволяющей решить задачу оптимизации:

а) аддитивная свертка компонентов векторного критерия состоит в представлении обобщенного скалярного критерия в виде суммы взвешенных нормированных частных критериев;

б) мультипликативная свертка компонентов векторного критерия состоит в представлении обобщенного скалярного критерия в виде произведения.

Выбор между свертками определяется степенью важности абсолютных или относительных изменений значений частных критериев соответственно.

#### **5.4.2 Задачи в условиях риска**

Напомним, что, говоря о принятии решений в условиях риска, обычно предполагают, что каждой альтернативе соответствует свое распределение вероятностей на множестве исходов. Если множества альтернатив и исходов конечны, то считаются известными вероятности всех исходов, возможных при выборе данной альтернативы. Принятие решения в данном случае основывается на статистических методах.

Типичную постановку задачи о принятии решений в условиях риска поясним с помощью конкретного примера, который можно увидеть в таблице 5.1.



Таблица 5.1 – Платежная матрица для выбора в условиях риска

$C_i$	$O_j$	
	$O_1$	$O_2$
$C_1$	2	6
$C_2$	3	4

Здесь  $O_j$  – это полезность результатов ( $U_{ji}$ ), полученных после использования стратегии  $C$ .

Предположим, что нам известно или мы можем оценить вероятность получения каждого результата при использовании каждой стратегии –  $P(O/C_i)$ , тогда мы можем применить следующий метод решения. Пусть  $P(O_1/C_1) = 0,8$ ;  $P(O_1/C_2) = 0,3$ ;  $P(O_2/C_1) = 0,2$ ;  $P(O_2/C_2) = 0,7$ .

Далее необходимо рассчитать математическое ожидание, относящееся к полезности  $MU(C_i)$  каждой стратегии:

$$MU(C_1) = 0,8 \cdot 2 + 0,2 \cdot 6 = 2,8; \quad (5.2)$$

$$MU(C_2) = 0,3 \cdot 3 + 0,7 \cdot 4 = 3,7. \quad (5.3)$$

Стратегия  $C_2$  максимизирует математическое ожидание полезности, поэтому логично в данном случае выбрать именно эту стратегию. Данный подход применяется во многих вероятностных задачах. Выразим его в общей форме:

$$\max_{C_i} \left[ MU(C_i) = \sum_{j=1}^n P\left(\frac{O_j}{C_i}\right) \cdot U_{ji} \right], \quad (5.4)$$

где  $n$  – количество результатов.

Как говорилось ранее, детерминированную задачу можно рассматривать как предельный случай вероятностной задачи. Поэтому, если подставить значения 1 и 0 в  $P(O/C_i)$ , данная формула трансформируется:

$$\max_{C_i} [U(C_i) = U_{ji}], \quad (5.5)$$

где  $P(O_j/C_i) = 1,0$ .

Изменим условия предыдущей задачи. Пусть теперь нам опять дано  $P(O_j/C_i)$  (вероятности). Примем вероятности такими же, как и в задаче выше:  $P(O_1/C_1) = 0,8$ ;

$P(O_1/C_2) = 0,3$ ;  $P(O_2/C_1) = 0,2$ ;  $P(O_2/C_2) = 0,7$ . Но платежная матрица не дана. Тогда мы будем понимать данные вероятности достижения результата как эффективность применения стратегии для достижения одного из ожидаемых результатов (целей).

При такой постановке задачи нельзя выбрать одну определенную стратегию, если не знать относительной полезности поставленных целей (результатов). Пусть полезность будет измеряться в пределах от нуля до единицы. Возьмем  $U_1 = 0,4$  для  $O_1$  и  $U_2 = 0,6$  для  $O_2$ . Теперь мы можем оценить эффективность стратегий с учетом полезности ожидаемых результатов, рассчитав взвешенные эффективности каждой стратегии:

$$\mathcal{E}_{c_1} = 0,4 \cdot 0,8 + 0,6 \cdot 0,2 = 0,44; \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{c_2} = 0,4 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,7 = 0,54. \quad (5.7)$$

Теперь, руководствуясь взвешенной эффективностью, мы можем сделать выбор одной из стратегий, а именно второй, представив ее в общем виде:

$$\max_{C_i} \left[ MU(C_i) = \sum_{j=1}^n P\left(\frac{O_j}{C_i}\right) \cdot U_j \right]. \quad (5.8)$$

### 5.4.3 Задачи в условиях неопределенности

Для ситуации, когда результаты принимаемых решений неизвестны, характерны условия неопределенности. Неопределенность подразделяется на стохастическую (имеется информация о распределении вероятности на множестве результатов), поведенческую (имеется информация о влиянии на результаты поведения участников), природную (имеется информация только о возможных результатах и отсутствует о связи между решениями и результатами) и априорную (нет информации о возможных результатах). Задача обоснования решений в условиях неопределенности всех типов, кроме априорной, сводится к сужению исходного множества альтернатив на основе информации, которой располагает лицо, принимающее решение. Качество рекомендаций для принятия решений в условиях стохастической неопределенности повышается при учете таких характеристик личности ЛПР, как отношение к своим выигрышам и проигрышам, склонность к риску. Обоснование решений в условиях априорной неопределенности возможно построением алгоритмов адаптивного управления [39].

Рассмотрим основные критерии, которыми принято пользоваться при принятии решений.

**Максиминный критерий Вальда.** Рассмотрим пример, которым мы пользовались раньше, изображенный в таблице 5.1.

Однако в нашем случае неизвестны никакие дополнительные условия. ЛПР, использующее максиминный критерий Вальда, выступает как пессимист, который считает, что какое бы решение не было принято, произойдет самая худшая для этого решения ситуация, и при этом нужно выбрать решение, для которого эта худшая ситуации самая хорошая. Поиск такого решения осуществляется по следующей схеме: в каждой строке матрицы находится минимальный элемент  $a$ . Из полученных в каждой отдельной строке минимумов ищется максимальный  $a = \max a_i$  и принимается решение, на котором достигается данный максимум (если данный максимум достигается одновременно на нескольких решениях, то принимается любое из них).

Применив данный метод к нашему примеру, получим, что стратегия  $C_2$  является предпочтительной, так как при ней достигается максимизация минимального выигрыша.

Записав вышесказанное в общем виде, имеем

$$\max_{O_j} \min_{C_i} U_{ji}, \quad (5.9)$$

где  $U_{ji}$  – полезность достижения цели  $O_j$  при выборе стратегии  $C_i$ .

**Минимаксный критерий Сэвиджа.** Этот подход к выбору решения математически был сформулирован американским статистиком Сэвиджем в 1954 году и получил название принципа Сэвиджа. Он особенно удобен для экономических задач и часто применяется для выбора решений в играх человека с природой. По принципу Сэвиджа каждое решение характеризуется величиной дополнительных потерь, которые возникают при реализации этого решения, по сравнению с реализацией решения, правильного при данном состоянии природы. Естественно, что правильное решение не влечет за собой никаких дополнительных потерь, и их величина равна нулю. При выборе решения, наилучшим образом соответствующего различным состояниям природы, следует принимать во внимание только эти дополнительные потери, которые по существу будут являться следствием ошибок выбора.

Для решения задачи строится так называемая «матрица рисков», элементы которой показывают, какой убыток понесет игрок (ЛПР) в результате выбора неоптимального варианта решения. Риском игрока  $r_{ij}$  при выборе стратегии  $i$  в условиях (состояниях) природы  $j$  называется разность между максимальным выигрышем, который можно получить в этих условиях, и выигрышем, который

получит игрок в тех же условиях, применяя стратегию  $i$ . Если бы игрок знал заранее будущее состояние природы  $j$ , он выбрал бы стратегию, которой соответствует максимальный элемент в данном столбце:  $\max_i a_{ij}$ , тогда риск  $r_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$ . Критерий Сэвиджа рекомендует в условиях неопределенности выбирать решение, обеспечивающее минимальное значение максимального риска:

$$\min_i \max_j (\max_i a_{ij} - a_{ij}). \quad (5.10)$$

Применив данный критерий к нашему примеру, предположив, что в матрице нам представлены потери, получаем, что при выборе  $O_1$  максимальные потери равны трем, а  $O_2$  – шести. Целесообразно выбрать  $O_1$ , так как в данном случае минимизируются максимальные потери.

**Критерий минимаксного сожаления.** Для большей очевидности рассмотрим новый пример.

Пусть заданы элементы матрицы решений (таблица 5.2), которые имеют смысл «потерь», заданных в некоторых условных единицах (усл. ед.). Эти «потери» следует минимизировать.

Таблица 5.2 – Платежная матрица  
для минимаксного критерия выбора

$C_i$	$O_j$	
	$O_1$	$O_2$
$C_1$	10	100
$C_2$	10 000	10 000

Применение минимаксного критерия приводит к выбору  $C_2$ , но интуитивно мы склонны выбрать  $C_1$ , поскольку совсем не исключено, что реализуется «состояние природы»  $O_2$  и наш проигрыш будет существенно уменьшен (равен 100 усл. ед.). В то же время при выборе  $C_2$  мы гарантированно получим потери в 10 000 усл. ед. при любом значении  $O$ .

Поясним на этом примере, как можно исправить положение с излишней «осторожностью» максиминного (или минимаксного) критерия. Введем новую матрицу сожалений следующим образом. В каждую ячейку матрицы сожаления вписывается разность между максимально возможным результатом и результатом, получаемым при реализации каждой определенной стратегии.

Таким образом, матрица сожалений для нашего примера будет иметь следующий вид, представленный в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Модифицированная платежная матрица

$C_i$	$O_j$	
	$O_1$	$O_2$
$C_1$	100	0
$C_2$	0	9900

В результате, применив к полученной матрице минимаксный критерий, выбираем первую альтернативу  $C_1$ , к чему мы и стремились интуитивно.

**Критерий Гурвица (критерий «оптимизма-пессимизма», или «альфа-критерий»).** Критерий Гурвица позволяет руководствоваться при выборе рискованного решения в условиях неопределенности некоторым средним результатом эффективности, находящимся в поле между значениями по критериям «максимакса» и «максимина» (поле между этими значениями связано посредством выпуклой линейной функции). Оптимальная альтернатива решения по критерию Гурвица определяется на основе следующей формулы:

$$\max_{C_i} \left[ \alpha \max_{O_j} U_{ji} + (1 - \alpha) \min_{O_j} U_{ji} \right], \quad (5.11)$$

где  $\alpha$  – альфа-коэффициент, принимаемый с учетом рискованного предпочтения в поле от нуля до единицы (значения, приближающиеся к нулю, характерны для субъекта, не склонного к риску; значение, равное 0,5, характерно для субъекта, нейтрального к риску; значения, приближающиеся к единице, характерны для субъекта, склонного к риску).

Критерий Гурвица используют при выборе рискованных решений в условиях неопределенности те субъекты, которые хотят максимально точно идентифицировать степень своих конкретных рискованных предпочтений путем задания значения альфа-коэффициента.

Рассмотренные критерии обладают целым рядом недостатков и логических противоречий. Это довольно тонкие вопросы, и невозможно достаточно полно изложить эти проблемы. Поэтому при решении задач принятия решений нужно принимать во внимание, что разные методы дадут разные результаты и ни один из них не гарантирует правильность принимаемого решения.

## Список контрольных вопросов к разделу 5

1. Какие стадии развития прошла теория принятия решений?
2. Как используются ЭВМ для принятия решений?
3. Опишите общую схему процесса принятия решений.
4. Какие виды классификаций ЗПР вы знаете?
5. Какие типы ЗПР выделяют в зависимости от вида отображения (исходов)?
6. Какие типы ЗПР выделяют в зависимости от мощности множества критериев выбора?
7. Какие типы ЗПР выделяют в зависимости от того, кем формируется система предпочтений при принятии решений?
8. Какие отличия и сходства вы видите между ЗПР в условиях определенности и ЗПР в условиях риска?
9. Для ЗПР какого типа характерно применение методов математического программирования? Назовите основные условия применимости таких методов.
10. Какая задача принятия решений называется тривиальной?
11. Какие задачи называют задачами в условиях неопределенности?
12. Опишите максиминный критерий Вальда.
13. Опишите минимаксный критерий Сэвиджа.
14. Опишите критерий минимаксного сожаления.
15. Опишите критерий Гурвица.
16. Применение какого метода решения задач в условиях неопределенности гарантирует правильность принимаемого решения?
17. Проанализируйте утверждение «максимум прибыли при минимуме затрат».
18. Какой образец мотоцикла запустить в серию? Исходные данные для принятия решения приведены в таблице 5.4. Разберите четыре критерия принятия решения: пессимистичный, оптимистичный, средней прибыли, минимальной упущенной выгоды.

Таблица 5.4 – Прибыль фирмы при различном выборе образца мотоцикла для запуска в серию

В млн руб.

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

19. Ответьте на вопрос 18, используя оптимистичный критерий принятия решения.

20. Ответьте на вопрос 18, используя критерий минимальной упущенной выгоды.

Библиотека БГУИР

## Раздел 6

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### 6.1 Линейное программирование

Многие задачи экономического анализа можно сформулировать как задачи минимизации или максимизации некоей цели в условиях ограниченности ресурсов и наличия конкурирующих ограничений. Если удастся задать цель в виде линейной функции нескольких переменных и сформулировать ограничения в виде равенств или неравенств, связывающих эти переменные, мы получим задачу линейного программирования (linear-programming problem). Задачи линейного программирования часто встречаются в разнообразных практических приложениях. Наиболее часто встречаются вариации задачи максимизации полезности в условиях ограниченности ресурсов. Например, к этому классу относятся производственная (поиск оптимальной структуры производственного плана с целью максимизации прибыли) и политическая (распределение бюджета избирательной кампании с целью получения большего количества голосов) задачи.

#### 6.1.1 Общий вид задач линейного программирования

В общем случае в задаче линейного программирования требуется оптимизировать некую линейную функцию при условии выполнения множества линейных неравенств. Для данных действительных чисел  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , и множества переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  линейная функция этих переменных  $f$  определяется как

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = \sum_{j=1}^n a_jx_j. \quad (6.1)$$

Если  $b$  – действительное число, а  $f$  – линейная функция, то выражение

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = b \quad (6.2)$$

называется линейным равенством, а выражения

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b; \quad (6.3)$$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b \quad (6.4)$$

линейными неравенствами.



К линейным равенствам и неравенствам применяется термин «линейные ограничения». В линейном программировании не допускается использование строгих неравенств. Формально задача линейного программирования – это задача минимизации или максимизации линейной функции при соблюдении конечного множества линейных ограничений. Если выполняется минимизация, то такая задача называется задачей минимизации, а если производится максимизация, то такая задача называется задачей максимизации.

### 6.1.2 Краткий обзор задач линейного программирования

Задачи линейного программирования записываются в двух формах: стандартной и канонической. Неформально стандартная форма задачи линейного программирования – это задача максимизации линейной функции при соблюдении линейных неравенств, а каноническая форма – это задача максимизации линейной функции при соблюдении линейных равенств.

#### 6.1.2.1 Стандартная форма

В стандартной форме заданы  $n$  действительных чисел  $c_1, c_2, \dots, c_n$ ;  $m$  действительных чисел  $b_1, b_2, \dots, b_m$ ; и  $mn$  действительных чисел  $a_{ij}$ , где  $i = 1, 2, \dots, m$  и  $j = 1, 2, \dots, n$ . Требуется найти  $n$  действительных чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые максимизируют

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (6.5)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i; \quad (6.6)$$

$$x_j \geq 0. \quad (6.7)$$

где  $i = 1, 2, \dots, m$  и  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Обобщая введенную для двумерной задачи линейного программирования терминологию, будем называть выражение (6.5) целевой функцией, а  $n+m$  неравенств (6.6) и (6.7) – ограничениями;  $n$  ограничений (6.7) называются ограничениями неотрицательности. Произвольная задача линейного программирования необязательно содержит ограничения неотрицательности, но в стандартной форме они необходимы. Иногда удобно записывать задачу линейного программирования в более компактной форме. Определим  $m \times n$  – матрицу  $A = (a_{ij})$ ,

$m$ -мерный вектор  $b = (b_i)$ ,  $n$ -мерный вектор  $c = (c_j)$  и  $n$ -мерный вектор  $x = (x_j)$ ; тогда задачу линейного программирования можно записать в следующем виде: максимизировать

$$c^T x \quad (6.8)$$

при условиях

$$Ax \leq b; \quad (6.9)$$

$$x \geq 0. \quad (6.10)$$

В выражении (6.8)  $c^T x$  – это скалярное произведение двух векторов. В выражении (6.9)  $Ax$  – произведение матрицы и вектора, а  $x \geq 0$  в (6.10) означает, что все компоненты вектора  $x$  должны быть неотрицательными. Таким образом, задачу линейного программирования в стандартной форме можно описать с помощью тройки  $(A, b, c)$ , и мы примем соглашение, что  $A, b$ , и  $c$  всегда имеют указанную выше размерность.

Теперь введем терминологию для описания различных ситуаций, возникающих в линейном программировании. Некоторые термины уже использовались в двухмерной задаче. Набор значений переменных  $\bar{x}$ , который удовлетворяет всем ограничениям, называется **допустимым решением**, в то время как набор значений переменных  $\bar{x}$ , не удовлетворяющий хотя бы одному ограничению, называется **недопустимым решением**. Решению  $\bar{x}$  соответствует целевое значение  $c^T \bar{x}$ . Допустимое решение  $\bar{x}$ , целевое значение которого является максимальным среди всех допустимых решений, является **оптимальным решением**, а его целевое значение  $c^T \bar{x}$  называется **оптимальным целевым значением**. Если задача линейного программирования не имеет допустимых решений, она называется **неразрешимой** (infeasible), в противном случае она является **разрешимой** (feasible). Если задача линейного программирования имеет допустимые решения, но не имеет конечного оптимального целевого значения, она называется **неограниченной** (unbounded).

### 6.1.2.2 Преобразование задач линейного программирования в стандартную форму

Любую задачу линейного программирования, в которой требуется минимизировать или максимизировать некую линейную функцию при наличии линейных ограничений, можно преобразовать в стандартную форму. Исходная задача может находиться не в стандартной форме по четырем причинам:

1. Целевая функция минимизируется, а не максимизируется.
2. На некоторые переменные не наложены условия неотрицательности.

3. Некоторые ограничения имеют форму равенств, то есть имеют знак равенства вместо знака «меньше или равно».

4. Некоторые ограничения-неравенства вместо знака «меньше или равно» имеют знак «больше или равно».

Теперь покажем, как поочередно избавиться от перечисленных выше проблем.

Чтобы превратить задачу минимизации  $L$  в эквивалентную ей задачу максимизации  $L'$ , достаточно просто изменить знаки коэффициентов целевой функции на противоположные.

Например, пусть исходная задача имеет вид:  
минимизировать

$$-2x_1 + 3x_2 \quad (6.11)$$

при условиях

$$x_1 + x_2 = 7; \quad (6.12)$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 4; \quad (6.13)$$

$$x_1 \geq 0. \quad (6.14)$$

Если мы поменяем знаки коэффициентов целевой функции, то получим следующую задачу:

максимизировать

$$2x_1 - 3x_2 \quad (6.15)$$

при условиях

$$x_1 + x_2 = 7; \quad (6.16)$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 4; \quad (6.17)$$

$$x_1 \geq 0. \quad (6.18)$$

Теперь покажем, как преобразовать задачу линейного программирования, в которой на некоторые переменные не наложены ограничения неотрицательности, в задачу, где все переменные подчиняются этому условию. Предположим, что для некоторой переменной  $x_j$  ограничение неотрицательности отсутствует. Заменяем все вхождения переменной  $x_j$  выражением  $x_j' - x_j''$  и добавим ограничения неотрицательности  $x_j' \geq 0$  и  $x_j'' \geq 0$ . Так, если целевая функция содержит слагаемое  $c_j x_j$ , то оно заменяется на  $c_j x_j' - c_j x_j''$ , а если ограничение  $i$  содержит слагаемое  $a_{ij} x_j$ , оно заменяется на  $a_{ij} x_j' - a_{ij} x_j''$ . Применяв эту схему преобразования ко всем переменным, для которых нет ограничений неотрицательности, получим эквивалентную задачу линейного программирования, в которой на все переменные наложены ограничения неотрицательности.

Продолжая рассмотрение нашего примера, проверяем, для всех ли переменных есть соответствующие ограничения неотрицательности. Для переменной  $x_1$  такое ограничение есть, а для переменной  $x_2$  – нет. Заменяя переменную  $x_2$  двумя переменными  $x'_2$  и  $x''_2$  и выполнив соответствующие преобразования, получим следующую задачу:

максимизировать

$$2x_1 - 3x'_2 + 3x''_2 \quad (6.19)$$

при условиях

$$x_1 + x'_2 - x''_2 = 7; \quad (6.20)$$

$$x_1 - 2x'_2 + 2x''_2 \leq 4; \quad (6.21)$$

$$x_1, x'_2, x''_2 \geq 0. \quad (6.22)$$

Теперь преобразуем ограничения-равенства в ограничения-неравенства. Предположим, что задача линейного программирования содержит ограничение-равенство  $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = b$ . Поскольку  $x = y$  тогда и только тогда, когда справедливы оба неравенства  $x \geq y$  и  $x \leq y$ , можно заменить данное ограничение-равенство парой ограничений-неравенств  $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b$  и  $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b$ . Выполнив такое преобразование для всех ограничений-равенств, получим задачу линейного программирования, в которой все ограничения являются неравенствами.

Наконец, можно преобразовать ограничения вида «больше или равно» в ограничения вида «меньше или равно» путем умножения этих ограничений на минус единицу.

Чтобы завершить преобразование нашего примера, заменим ограничения-равенства (6.20)–(6.22) на два неравенства и получим:

максимизировать

$$2x_1 - 3x'_2 + 3x''_2 \quad (6.23)$$

при условиях

$$x_1 + x'_2 - x''_2 \leq 7; \quad (6.24)$$

$$x_1 + x'_2 - x''_2 \geq 7; \quad (6.25)$$

$$x_1 - 2x'_2 + 2x''_2 \leq 4; \quad (6.26)$$

$$x_1, x'_2, x''_2 \geq 0. \quad (6.27)$$

Теперь изменим знак ограничений (6.24)–(6.27). Для единообразия имен переменных переименуем  $x'_2$  в  $x_2$ , и  $x''_2$  в  $x_3$ . Полученная стандартная форма имеет вид:

максимизировать

$$2x_1 - 3x_2 + 3x_3 \quad (6.28)$$

при условиях

$$x_1 + x_2 - x_3 \leq 7; \quad (6.29)$$

$$-x_1 - x_2 + x_3 \leq -7; \quad (6.30)$$

$$x_1 - 2x_2 + 2x_3 \leq 4; \quad (6.31)$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0. \quad (6.32)$$

### 6.1.2.3 Преобразование задач линейного программирования в каноническую форму

Чтобы решать задачу линейного программирования с помощью симплекс-метода, удобно записать ее в такой форме, когда некоторые ограничения заданы в виде равенств. Говоря более точно, мы будем приводить задачу к форме, в которой только ограничения неотрицательности заданы в виде неравенств, а остальные ограничения являются равенствами. Пусть ограничение-неравенство имеет вид

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j. \quad (6.33)$$

Введем новую переменную  $s$  и перепишем неравенство (6.15) в виде двух ограничений:

$$s = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j; \quad (6.34)$$

$$s \geq 0. \quad (6.35)$$

Переменная  $s$  называется вспомогательной переменной (slack variable), она определяет разность (slack) между левой и правой частями выражения (6.33). Поскольку неравенство (6.33) верно тогда и только тогда, когда одновременно выполнены равенство (6.34) и неравенство (6.35), можно применить данное преобразование ко всем ограничениям-неравенствам задачи линейного программирования и получить эквивалентную задачу, в которой в виде неравенств записаны только условия неотрицательности. При переходе от стандартной формы к канонической мы будем использовать для связанной с  $i$ -м ограничением вспомогательной переменной обозначение  $x_{n+i}$  (вместо  $s$ ). Тогда  $i$ -е ограничение будет записано в виде равенства

$$x_{n+1} = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \quad (6.36)$$

наряду с ограничением неотрицательности  $x_{n+i} \geq 0$ .

Применяя данное преобразование ко всем ограничениям задачи линейного программирования в стандартной форме, получаем задачу в канонической форме.

Например, для задачи, заданной формулами (6.5)–(6.7), введя вспомогательные переменные  $x_4, x_5, x_6$ , получим:

максимизировать

$$2x_1 - 3x_2 + 3x_3 \quad (6.37)$$

при условиях

$$x_4 = 7 - x_1 - x_2 + x_3; \quad (6.38)$$

$$x_5 = -7 + x_1 + x_2 - x_3; \quad (6.39)$$

$$x_6 = 4 - x_1 + 2x_2 - 2x_3; \quad (6.40)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0. \quad (6.41)$$

Задача находится в канонической форме.

В этой задаче линейного программирования все ограничения, за исключением условий неотрицательности, являются равенствами, и все переменные подчиняются ограничениям неотрицательности. В записи каждого ограничения-равенства в левой части стоит одна переменная, а остальные переменные находятся в правой части. Более того, каждое уравнение содержит в правой части одни и те же переменные, и это только те переменные, которые входят в целевую функцию. Переменные, находящиеся в левой части равенств, называются *базисными* переменными (basic variables), а переменные, находящиеся в правой части, – *небазисными* переменными (nonbasic variables).

### 6.1.3 Симплекс-алгоритм как классический метод решения задач линейного программирования

Время выполнения этого алгоритма в худшем случае не является полиномиальным. Однако он действительно выражает суть линейного программирования и на практике обычно бывает довольно быстрым. Симплекс-алгоритм имеет геометрическую интерпретацию, кроме того, можно провести определенные аналогии между ним и методом исключения Гаусса. Метод исключения Гаусса применяется при поиске решения системы линейных уравнений. На каждой итерации система переписывается в эквивалентной форме, имеющей

определенную структуру. После ряда итераций получается система, записанная в таком виде, что можно легко найти ее решение. Симплекс-алгоритм работает аналогичным образом, и его можно рассматривать как метод исключения Гаусса для неравенств.

Опишем основную идею, лежащую в основе итераций симплекс-алгоритма. С каждой итерацией связывается некое «базисное решение», которое легко получить из канонической формы задачи линейного программирования: каждой небазисной переменной присваивается значение 0, и из ограничений-равенств вычисляются значения базисных переменных. Базисное решение всегда соответствует некой вершине симплекса. С алгебраической точки зрения каждая итерация преобразует одну каноническую форму в эквивалентную. Целевое значение, соответствующее новому базисному допустимому решению, должно быть не меньше (как правило, больше) целевого значения предыдущей итерации. Чтобы добиться этого увеличения, выбирают некоторую небазисную переменную, причем такую, что при увеличении ее значения целевое значение также увеличится. То, насколько можно увеличить данную переменную, определяется другими ограничениями, а именно: ее значение увеличивается до тех пор, пока какая-либо базисная переменная не станет равной нулю.

После этого каноническая форма переписывается так, что эта базисная переменная и выбранная небазисная переменная меняются ролями. Хотя мы использовали определенные начальные значения переменных для описания алгоритма и будем использовать их в наших доказательствах, в алгоритме данное решение в явном виде не поддерживается. Он просто переписывает задачу линейного программирования до тех пор, пока оптимальное решение не станет «очевидным».

Чтобы можно было применить симплекс-алгоритм, необходимо преобразовать данную задачу в каноническую форму. Рассмотрим следующую задачу:

$$z = 3x_1 + x_2 + 2x_3; \quad (6.42)$$

$$x_4 = 30 - x_1 - x_2 - 3x_3; \quad (6.43)$$

$$x_5 = 24 - 2x_1 - 2x_2 - 5x_3; \quad (6.44)$$

$$x_6 = 36 - 4x_1 - x_2 - 2x_3. \quad (6.45)$$

Система ограничений (6.42)–(6.45) содержит три уравнения и шесть переменных. Любое задание значений переменных  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  определяет значения переменных  $x_4$ ,  $x_5$  и  $x_6$ , следовательно, существует бесконечное число решений данной системы уравнений. Решение является допустимым, если все  $x_1, x_2, \dots, x_6$  неотрицательны. Число допустимых решений также может быть бесконечным.

Свойство бесконечности числа возможных решений подобной системы понадобится нам в дальнейших доказательствах.

Рассмотрим базисное решение (basic solution): установим все (небазисные) переменные правой части равными нулю и вычислим значения (базисных) переменных левой части. В данном примере базисным решением является  $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_6) = (0, 0, 0, 30, 24, 36)$  и ему соответствует целевое значение  $z = (3 \times 0) + (1 \times 0) + (2 \times 0) = 0$ . Заметим, что в этом базисном решении  $\bar{x}_i = b_i$  для всех  $i$ . Итерация симплекс-алгоритма переписывает множество уравнений и целевую функцию так, что в правой части оказывается другое множество переменных. Таким образом, с переписанной задачей связано другое базисное решение. Мы подчеркиваем, что такая перезапись никоим образом не меняет лежащую в основе задачу линейного программирования; задача на каждой итерации имеет точно то же множество допустимых решений, что и задача на предыдущей итерации. Однако эта задача имеет базисное решение, отличное от базисного решения предыдущей итерации.

Если базисное решение является также допустимым, оно называется допустимым базисным решением. В процессе работы симплекс-алгоритма базисное решение практически всегда будет допустимым. Однако в нескольких первых итерациях симплекс-алгоритма базисное решение может не быть допустимым.

На каждой итерации нашей целью является переформулирование задачи линейного программирования таким образом, чтобы новое базисное решение имело большее целевое значение. Мы выбираем некоторую небазисную переменную  $x_e$ , коэффициент при которой в целевой функции положителен, и увеличиваем ее значение настолько, насколько это возможно без нарушения существующих ограничений. Переменная  $x_e$  становится базисной, а некоторая другая переменная  $x_l$  становится небазисной. Значения остальных базисных переменных и целевой функции также могут измениться.

Продолжая изучение примера, рассмотрим возможность увеличения значения  $x_1$ . При увеличении  $x_1$  значения переменных  $x_4$ ,  $x_5$  и  $x_6$  уменьшаются. Поскольку на каждую переменную наложено ограничение неотрицательности, ни одна из этих переменных не должна стать отрицательной. Если  $x_1$  увеличить более чем на 30, то  $x_4$  станет отрицательной, а  $x_5$  и  $x_6$  станут отрицательными при увеличении  $x_1$  в первом случае на 12, а во втором – на 9. Третье ограничение (6.45) является самым строгим, именно оно определяет, насколько можно увеличить  $x_1$ . Следовательно, поменяем ролями переменные  $x_1$  и  $x_6$ . Решим уравнение (6.45) относительно  $x_1$  и получим



$$x_1 = 9 - \frac{x_2}{4} - \frac{x_3}{2} - \frac{x_6}{4}. \quad (6.46)$$

Чтобы записать другие уравнения с  $x_6$  в правой части, подставим вместо  $x_1$  выражение из (6.46). Для уравнения (6.43) получаем

$$\begin{aligned} x_4 = 30 - x_1 - x_2 - 3x_3 &= 30 - \left(9 - \frac{x_2}{4} - \frac{x_3}{2} - \frac{x_6}{4}\right) - x_2 - 3x_3 = \\ &= 3 - \frac{3x_2}{4} - \frac{5x_3}{2} + \frac{x_6}{4}. \end{aligned} \quad (6.47)$$

Аналогично поступаем с ограничением (6.44) и целевой функцией (6.42) и записываем нашу задачу линейного программирования в следующем виде:

$$z = 27 + \frac{x_2}{4} + \frac{x_3}{2} - \frac{3x_6}{4}; \quad (6.48)$$

$$x_1 = 9 - \frac{x_2}{4} - \frac{x_3}{2} - \frac{x_6}{4}; \quad (6.49)$$

$$x_4 = 21 - \frac{3x_2}{4} - \frac{5x_3}{2} + \frac{x_6}{4}; \quad (6.50)$$

$$x_5 = 6 - \frac{3x_2}{4} + x_3 + \frac{x_6}{2}. \quad (6.51)$$

Эта операция называется *замещением*. Как было указано ранее, в процессе замещения выбираются небазисная переменная  $x_e$ , называемая *вводимой переменной* (entering variable), и базисная переменная  $x_l$ , называемая *выводимой переменной* (leaving variable), которые затем меняются ролями.

Задача, записанная уравнениями (6.48)–(6.51), эквивалентна задаче, записанной уравнениями (6.42)–(6.45). В процессе работы симплекс-алгоритма производятся только операции переноса переменных из левой части уравнения в правую и наоборот, а также подстановки одного уравнения в другое. Первая операция, очевидно, создает эквивалентную задачу, то же можно сказать и о второй операции.

Чтобы продемонстрировать эквивалентность указанных задач, убедимся, что исходное базисное решение  $(0,0,0,30,24,36)$  удовлетворяет новым уравнениям (6.48)–(6.51) и имеет целевое значение  $27 + (1/4) \cdot 0 + (1/2) \cdot 0 - (3/4) \cdot 36 = 0$ . В базисном решении, связанном с новой задачей, новые небазисные переменные равны нулю. Таким образом, оно имеет вид  $(9,0,0,21,6,0)$ , а соответствующее целевое значение  $z = 27$ . Простые арифметические действия позволяют убедиться, что данное решение удовлетворяет уравнениям (6.42)–(6.45) и при подстановке в целевую функцию имеет целевое значение 27.

Продолжая рассмотрение примера, необходимо найти новую базисную переменную, значение которой можно увеличить. Нет смысла увеличивать  $x_6$ , поскольку при ее увеличении целевое значение уменьшается. Можно попробовать увеличить  $x_2$  или  $x_3$ ; мы выберем  $x_3$ . Насколько можно увеличить  $x_3$ , чтобы не нарушить ни одно из ограничений? Ограничение (6.49) допускает увеличение, не превышающее 18, ограничение (6.50) –  $42/5$ , а ограничение (6.51) –  $3/2$ .

Третье ограничение снова оказывается самым строгим, следовательно, мы переписываем его так, чтобы  $x_3$  было в левой части, а  $x_5$  – в правой. Затем подставляем это новое уравнение в уравнения (6.48)–(6.51) и получаем новую эквивалентную задачу:

$$z = \frac{111}{4} + \frac{x_2}{16} - \frac{x_5}{8} - \frac{11x_6}{16}; \quad (6.52)$$

$$x_1 = \frac{33}{4} - \frac{x_2}{16} + \frac{x_5}{8} - \frac{5x_6}{16}; \quad (6.53)$$

$$x_3 = \frac{3}{2} - \frac{3x_2}{8} - \frac{x_5}{4} + \frac{x_6}{8}; \quad (6.54)$$

$$x_4 = \frac{69}{4} + \frac{3x_2}{16} + \frac{5x_5}{8} + \frac{x_6}{16}. \quad (6.55)$$

С этой системой связано базисное решение  $(33/4, 0, 3/2, 69/4, 0, 0)$  с целевым значением  $111/4$ . Теперь единственная возможность увеличить целевое значение – увеличить  $x_2$ . Имеющиеся ограничения задают верхние границы увеличения 132, 4 и  $\infty$  соответственно (верхняя граница в ограничении равна  $\infty$ , поскольку при увеличении  $x_2$  значение базисной переменной  $x_4$  также увеличивается. Следовательно, данное уравнение не налагает никаких ограничений на величину возможного увеличения  $x_2$ ). Увеличиваем  $x_2$  до 4 и делаем ее базисной. Затем решаем уравнение (6.47) относительно  $x_2$ , подставляем полученное выражение в другие уравнения и получаем новую задачу:

$$z = 28 - \frac{x_3}{6} - \frac{x_5}{6} - \frac{2x_6}{3}; \quad (6.56)$$

$$x_1 = 8 + \frac{x_3}{6} + \frac{x_5}{6} - \frac{x_6}{3}; \quad (6.57)$$

$$x_2 = 4 - \frac{8x_3}{3} - \frac{2x_5}{3} + \frac{x_6}{4}; \quad (6.58)$$

$$x_4 = 18 - \frac{3x_3}{4} + \frac{x_5}{2}. \quad (6.59)$$

В полученной задаче все коэффициенты целевой функции отрицательны. Такая ситуация возникает только тогда, когда базисное решение переписанной задачи линейного программирования является оптимальным ее решением. Таким образом, для данной задачи решение  $(8, 4, 0, 18, 0, 0)$  с целевым значением 28

является оптимальным. Теперь можно вернуться к исходной задаче линейного программирования, заданной уравнениями (6.42)–(6.45). Исходная задача содержит только переменные  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$ , поэтому оптимальное решение имеет вид  $x_1 = 8$ ,  $x_2 = 4$ ,  $x_3 = 0$ , с целевым значением  $(3 \cdot 8) + (1 \cdot 4) + (2 \cdot 0) = 28$ . Заметим, что значения вспомогательных переменных в окончательном решении показывают, насколько велик резерв в каждом неравенстве.

## 6.2 Динамическое программирование

Динамическое программирование позволяет решать задачи, комбинируя решения вспомогательных задач (термин «программирование» в данном контексте означает табличный метод, а не составление компьютерного кода). Динамическое программирование находит применение тогда, когда вспомогательные задачи не являются независимыми, то есть когда разные вспомогательные задачи используют решения одних и тех же подзадач. В алгоритме динамического программирования каждая вспомогательная задача решается только один раз, после чего ответ сохраняется в таблице. Это позволяет избежать одних и тех же повторных вычислений каждый раз, когда встречается данная подзадача.

Следует отметить, что область применения динамического программирования строго ограничена задачами, обладающими *оптимальной подструктурой*. Оптимальная подструктура проявляется в задаче в том случае, когда в ее оптимальном решении содержатся оптимальные решения вспомогательных подзадач. Если в задаче выявлено наличие оптимальной подструктуры, это служит веским аргументом в пользу того, что к ней может быть применен метод динамического программирования (однако наличие этого свойства может также свидетельствовать о применимости «жадных» алгоритмов). В динамическом программировании оптимальное решение задачи конструируется из оптимальных решений вспомогательных задач. Следовательно, необходимо убедиться в том, что в число рассматриваемых подзадач входят те, которые используются в оптимальном решении.

Динамическое программирование, как правило, применяется к задачам оптимизации (optimization problems). В таких задачах возможно наличие многих решений. Каждому варианту решения можно сопоставить какое-то значение, и нам нужно найти среди них решение с оптимальным (минимальным или максимальным) значением. Назовем такое решение одним из возможных оптимальных решений. В силу того, что таких решений с оптимальным значением может быть несколько, следует отличать их от единственного оптимального

решения. Процесс разработки алгоритмов динамического программирования можно разбить на четыре перечисленных ниже этапа.

1. Описание структуры оптимального решения, то есть разбиение задачи на подзадачи меньшего размера.

2. Рекурсивное определение значения, соответствующего оптимальному решению, с помощью решения более простых подзадач.

3. Вычисление значения, соответствующего оптимальному решению, с помощью метода восходящего анализа.

4. Составление оптимального решения на основе информации, полученной на предыдущих этапах.

Этапы 1–3 составляют основу метода динамического программирования. Этап 4 может быть опущен, если требуется узнать только значение, соответствующее оптимальному решению. На четвертом этапе иногда используется дополнительная информация, полученная на третьем этапе, что облегчает процесс конструирования оптимального решения.

**Перекрытие вспомогательных задач.** Вторая составляющая часть, наличие которой необходимо для применения динамического программирования, заключается в том, что пространство вспомогательных задач должно быть «небольшим» в том смысле, что в результате выполнения рекурсивного алгоритма одни и те же вспомогательные задачи решаются снова и снова, а новые вспомогательные задачи не возникают. Обычно полное количество различающихся вспомогательных задач выражается как полиномиальная функция от объема входных данных. Когда рекурсивный алгоритм снова и снова обращается к одной и той же задаче, говорят, что задача оптимизации содержит перекрывающиеся вспомогательные задачи (*overlapping subproblems*). В отличие от описанной выше ситуации в задачах, решаемых с помощью алгоритма разбиения, на каждом шаге рекурсии обычно возникают полностью новые задачи. В алгоритмах динамического программирования обычно используется преимущество, заключающееся в наличии перекрывающихся вспомогательных задач. Это достигается путем однократного решения каждой вспомогательной задачи с последующим сохранением результатов в таблице, где при необходимости их можно будет найти за фиксированное время.

К классическим задачам, решаемым методом динамического программирования, можно отнести:

– задачу о ранце: из неограниченного множества предметов со свойствами «стоимость» и «вес» требуется отобрать некое число предметов таким образом, чтобы получить максимальную суммарную стоимость при ограниченном суммарном весе;

- задачи последовательного принятия решений;
- алгоритм Флойда – Уоршелла: найти кратчайшие расстояния между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа;
- алгоритм Беллмана – Форда: найти кратчайший путь во взвешенном графе между двумя заданными вершинами.

### 6.3 Теория массового обслуживания

В процессе принятия управленческих решений довольно часто приходится иметь дело с разного рода очередями. Очереди возникают практически во всех системах массового обслуживания (СМО), и предметом теории массового обслуживания (ТМО) является построение математических моделей, связывающих заданные условия работы системы массового обслуживания (число каналов, их производительность, характер потока заявок) с показателями ее эффективности, описывающими способность справляться с потоком заявок.

В качестве основных элементов СМО следует выделить (рисунок 6.1):

- 1) входной поток заявок;
- 2) очередь на обслуживание;
- 3) систему (механизм) обслуживания;
- 4) выходящий поток заявок.

В роли заявок (требований, вызовов) могут выступать покупатели в магазине, телефонные вызовы, поезда при подходе к железнодорожному узлу, вагоны под разгрузкой, автомашины на станции техобслуживания, самолеты в ожидании разрешения на взлет, штабель бревен при погрузке на автотранспорт. Роль обслуживающих приборов (каналов, линий) играют продавцы или кассиры в магазине, таможенники, пожарные машины, взлетно-посадочные полосы, экзаменаторы, ремонтные бригады.



Рисунок 6.1 – Основные элементы СМО

#### 6.3.1 Классификация СМО

В зависимости от характеристик элементов СМО классифицируются следующим образом:

1. По характеру поступления заявок. Если интенсивность входного потока (количество заявок в единицу времени) постоянна или является заданной функцией от времени, поток называют *регулярным*. Если параметры потока независимы от конкретного момента времени, поток называют *стационарным*.

2. По количеству одновременно поступающих заявок. Поток с вероятностью одновременного появления двух и более заявок, равной нулю, называется *ординарным*.

3. По связи между заявками. Если вероятность появления очередной заявки не зависит от количества предшествующих заявок, имеем дело с потоком *без последствий*.

4. По однородности заявок выделяют *однородные* и *неоднородные* потоки.

5. По ограниченности потока заявок различают *замкнутые* и *разомкнутые* системы (система с ограниченной клиентурой называется замкнутой). Так, универсальный магазин является разомкнутой системой, тогда как оптовый магазин с постоянными клиентами – замкнутая система.

6. По поведению в очереди системы делятся на системы *с отказами* (заявка покидает систему, если нет мест в очереди), с ограниченным ожиданием и *с ожиданием* без ограничения времени.

7. По дисциплине выбора на обслуживание. Здесь можно выделить системы с обслуживанием *в порядке поступления*, *в случайном порядке*, *в порядке, обратном поступлению* (последний пришел – первым обслужен) или с учетом приоритетов.

8. По числу каналов обслуживания системы разделяют на *одно-* и *многоканальные*.

9. По времени обслуживания выделяют системы с *детерминированным* и *случайным* временем.

10. По количеству этапов обслуживания различают однофазные и многофазные системы.

В качестве показателей эффективности системы массового обслуживания рассматриваются:

1. Среднее время ожидания обслуживания ( $\overline{t_{об}}$ ).
2. Среднее время пребывания заявки в системе ( $\overline{t_{сист}}$ ).
3. Среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени, или абсолютная пропускная способность СМО ( $A$ ).
4. Средняя доля пришедших заявок, обслуживаемых системой ( $Q$ ).
5. Вероятность отказа ( $P_{отк}$ ).
6. Вероятность того, что канал занят (степень загрузки канала) ( $P_{зан}$ ).

### 6.3.2 Основы математического аппарата теории массового обслуживания

Наиболее частым видом входного потока является стационарный поток однородных заявок без последействия. Пусть  $P_k(\tau)$  – вероятность появления  $k$  заявок в интервале времени  $\tau$ . Эта вероятность зависит только от интервала времени  $\tau$  и не зависит от начала отсчета времени, от поступления заявок в предыдущих временных интервалах. Пусть к тому же поток является ординарным, то есть  $P_k(dt)$  при  $k > 1$  бесконечно мала в сравнении с малым интервалом  $dt$ . Если обозначить через число заявок в единицу времени интенсивность потока, то можно показать, что для такого простейшего потока

$$P_k(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}, \quad (6.60)$$

где  $\lambda\tau = a$  – математическое ожидание количества событий на участке  $\tau$ ;

$\tau$  – параметр, характеризующий плотность потока ( $\tau > 0$ );

$P_k(\tau)$  – вероятность того, что за время  $\tau$  произойдет  $k$  событий.

Формула (6.60) определяет распределение Пуассона. Для пуассоновского потока можно обнаружить, что промежутки времени  $T$  между поступлениями заявок распределены по экспоненциальному (показательному) закону

$$P(T < \tau) = 1 - e^{-\lambda\tau}. \quad (6.61)$$

Аналогичная ситуация имеет место и для выходного потока. Чаще всего используется показательный закон распределения времени обслуживания:

$$P(\tau) = 1 - e^{-\mu\tau}, \quad (6.62)$$

где  $\mu = 1/t_{\text{обс}}$  – интенсивность обслуживания (среднее число обслуживаний в единицу времени);

$t_{\text{обс}}$  – среднее время обслуживания одной заявки.

Пусть  $S$  – множество состояний системы и  $P(l, t + \tau / i, t)$  – вероятность того, что система, находившаяся в момент  $t$  в состоянии  $i$ , в момент  $t + \tau$  окажется в состоянии  $l$ . Для рассматриваемой марковской системы можно записать уравнения Чепмена – Колмогорова:

$$P\left(l, t + \frac{\tau}{i}, t\right) = \sum_{j \in S} P\left(j, t + \frac{\tau}{i}, t\right) \cdot P\left(j, i + \frac{\tau}{i}, t + \tau^*\right). \quad (6.63)$$

Проведя некоторые преобразования формулы (6.63), можно получить показатели многоканальной СМО с отказами:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{p^k}{k!}}; \quad (6.64)$$

$$P_k = P_0 \cdot \frac{p^k}{k!}, \quad (6.65)$$

где  $P_k$  – вероятность того, что в данный момент времени заняты  $k$  обслуживающих устройств;

$k$  – количество устройств в системе;

$\rho = \lambda/\mu$ .

Для многоканальной СМО с ограниченной очередью

$$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^N \frac{p^k}{N \cdot N!} \cdot \frac{\left(\frac{\rho}{N}\right)^m - 1}{\left(\frac{\rho}{N}\right) - 1} \right]; \quad (6.66)$$

$$P_k = P_0 \cdot \frac{p^k}{k!}, \quad (6.67)$$

для  $k = 1, 2, \dots, N-1$ ,

$$P_k = P_0 \cdot \frac{p^k}{(N^{k-N} \cdot N!)}, \quad (6.68)$$

для  $k = N, N+1, \dots, N+m$ .

### 6.3.3 Основные характеристики СМО

Значение  $P_0$  определяет вероятность того, что все каналы обслуживания свободны (находятся в состоянии простоя).

Значение  $P_k$  определяет вероятность того, что в системе (в очереди и на обслуживании) находятся  $k$  заявок. Если  $k$  не превышает числа каналов  $N$ , то



все заявки находятся на обслуживании и очередь отсутствует; в противном случае, все каналы заняты и  $k - N$  заявок находится в очереди.

Вероятность  $P_{\text{отк}}$  отказа в обслуживании определяется ситуацией занятости всех  $N$  каналов и всех  $m$  мест в очереди и равна  $P_{N+m}$ .

Среднее число занятых каналов  $N_{\text{зан}}$  определяется математическим ожиданием дискретной случайной величины:

$$N_{\text{зан}} = \sum_{k=1}^N k \cdot P_k + \sum_{K=N+1}^{N+m} k \cdot P_k = \rho \left[ \frac{\rho^{N+m}}{N! \cdot N^m} P_0 \right]. \quad (6.69)$$

Среднее число свободных каналов

$$N_{\text{своб}} = N - N_{\text{зан}}. \quad (6.70)$$

Коэффициент простоя каналов

$$K_{\text{прост}} = N_{\text{своб}}/N. \quad (6.71)$$

Коэффициент занятости каналов

$$K_{\text{зан}} = N_{\text{зан}}/N. \quad (6.72)$$

Относительная пропускная способность (доля обслуженных заявок в общем числе поступавших в систему) определяется величиной

$$q = lP_{\text{отк}}. \quad (6.73)$$

Абсолютная пропускная способность (среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени) определяется величиной

$$A = \lambda q. \quad (6.74)$$

Средняя длина очереди

$$L_{\text{очер}} = \sum_{k=N+1}^{N+m} (k - N) \cdot P_k = \frac{\rho^{N+1}}{N! \cdot N} \cdot \frac{1 - \left(\frac{\rho}{M}\right)^m \cdot \left(m + 1 - \frac{m\rho}{N}\right)}{\left(1 - \frac{\rho}{N}\right)^2} \cdot P_0. \quad (6.75)$$

Среднее число заявок, находящихся в системе, складывается из средних значений занятости каналов и длины очереди:

$$L = N_{\text{зан}} + L_{\text{очер}}. \quad (6.76)$$

Среднее время пребывания заявки в очереди равно

$$T_{\text{очер}} = L_{\text{очер}}/\gamma. \quad (6.77)$$

Общее время пребывания заявки в очереди будет складываться из  $T_{\text{очер}}$  и среднего времени обслуживания

$$T_{\text{сист}} = T_{\text{очер}} + \frac{q}{\mu}. \quad (6.78)$$

*Пример 1.* Пусть на аэродром самолеты прибывают с интенсивностью 27 самолетов в час, время приземления составляет 2 мин, допускается нахождение над аэродромом не более  $m = 10$  самолетов. Нужно определить число  $N$  посадочных полос, гарантирующее вероятность отказа, не превышающую 0,05, и среднее время ожидания, не превышающее 5 мин.

Здесь  $\lambda = 27$ ,  $\mu = 30$ ,  $\rho = \lambda/\mu = 0,9$ .

Отыскиваем вероятность простоя диспетчеров службы посадки:

$$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^N \frac{0,9^k}{k!} + \frac{0,9^{N+1}}{N \cdot N!} \cdot \frac{(0,9/N)^{10} - 1}{(0,9/N) - 1} \right]^{-1}. \quad (6.79)$$

Вероятность отказа в посадке равна

$$P_{\text{отк}} = P_0 0,9^{N+10} / (N^{10} N!). \quad (6.80)$$

Среднее время ожидания в воздухе

$$T_{\text{очер}} = \frac{L_{\text{очер}}}{\gamma}, \quad (6.81)$$

где

$$L_{\text{очер}} = \sum_{k=N+1}^{N+m} (k-N)P_k = \frac{p^{N+1}}{N! \cdot N} \cdot \frac{1 - \left(\frac{\rho}{M}\right)^m \cdot \left(m+1 - \frac{m\rho}{N}\right)}{\left(1 - \frac{\rho}{N}\right)^2} \cdot P_0 = \frac{0,9^{N+1}}{N! \cdot N} \cdot \frac{1 - \left(\frac{0,9}{M}\right) \cdot \left(11 - \frac{10 \cdot 0,9\rho}{N}\right)}{\left(1 - \frac{0,9}{N}\right)^2} P_0.$$

Выполняя арифметические действия при  $N = 1$ , обнаруживаем, что

$$P_0 \cong 0,14; P_{\text{отк}} \cong 0,04; L_{\text{очер}} \cong 0,045; T_{\text{очер}} \cong 0,9 \text{ мин} \quad (6.82)$$

и что одной посадочной полосы при указанных условиях вполне достаточно.

## 6.4 Теория игр

Задачи, рассмотренные нами ранее, формулировались для ситуаций индивидуального выбора оптимальных решений, то есть для случая, когда решение принимает отдельно взятый субъект, обладающий единственной целью.

Принципиально иная ситуация возникает при изучении процессов принятия решений несколькими субъектами, интересы которых могут не совпадать, а результаты любого действия каждой из сторон зависят от мероприятий партнера. Для грамотного решения задач принятия решений в конфликтной ситуации разработана математическая теория конфликтных ситуаций, называемая теорией игр.

### 6.4.1 Основные понятия теории игр

Математическая модель конфликтной ситуации называется *игрой*, стороны, участвующие в конфликте – *игроками*. Чтобы описать игру, необходимо сначала выявить ее участников (игроков). Это условие легко выполнимо, когда речь идет об обычных играх типа шахмат и т. п. Иначе обстоит дело с «рыночными играми». Здесь не всегда просто распознать всех игроков, то есть действующих или потенциальных конкурентов. Практика показывает, что необязательно идентифицировать всех игроков, надо обнаружить наиболее важных.

Игры охватывают, как правило, несколько периодов, в течение которых игроки предпринимают последовательные или одновременные действия. Выбор и осуществление одного из предусмотренных правилами действий называется *ходом* игрока. Ходы могут быть личными и случайными. *Личный ход* – это сознательный выбор игроком одного из возможных действий (например, ход в шахматной игре). *Случайный ход* – это случайно выбранное действие (например, выбор карты из перетасованной колоды). Действия могут быть связаны с ценами, объемами продаж, затратами на научные исследования и разработки и т. д. Периоды, в течение которых игроки делают свои ходы, называются *этапами игры*. Выбранные на каждом этапе ходы в конечном счете определяют «*платежи*» (выигрыш или убыток) каждого игрока, которые могут выражаться в материальных ценностях или деньгах.

Еще одним понятием данной теории является стратегия игрока. *Стратегией* игрока называется совокупность правил, определяющих выбор его действия при каждом личном ходе в соотвествии со сложившейся ситуацией. Обычно в процессе игры при каждом личном ходе игрок делает выбор в зависимости от конкретной ситуации. Однако возможно, чтобы все решения были приняты игроком заранее (в ответ на любую сложившуюся ситуацию). Это означает, что игрок выбрал определенную стратегию, которая может быть задана в виде списка правил или программы (так можно осуществить игру с помощью ЭВМ). Иначе говоря, под стратегией понимаются возможные действия, позволяющие игроку на каждом этапе игры выбирать из определенного количества альтернативных вариантов такой ход, который представляется ему «лучшим ответом» на действия других игроков. Относительно концепции стратегии следует заметить, что игрок определяет свои действия не только для этапов, которых фактически достигла конкретная игра, но и для всех ситуаций, включая и те, которые могут и не возникнуть в ходе данной игры.

Игра называется парной, если в ней участвуют два игрока, и множественной, если число игроков больше двух. Для каждой формализованной игры вводятся правила, то есть система условий, определяющая: 1) варианты действий игроков; 2) объем информации каждого игрока о поведении партнеров; 3) выигрыш, к которому приводит каждая совокупность действий. Как правило, выигрыш (или проигрыш) может быть задан количественно, например, можно оценить проигрыш нулем, выигрыш – единицей, а ничью –  $1/2$ . Игра называется игрой с нулевой суммой, или антагонистической, если выигрыш одного из игроков равен проигрышу другого, то есть для полного задания игры достаточно указать величину одного из них. Если обозначить  $a$  – выигрыш одного из игроков,  $b$  – выигрыш другого, то для игры с нулевой суммой  $b = -a$ , поэтому достаточно рассматривать, например  $a$ .

Игра называется конечной, если у каждого игрока имеется конечное число стратегий, и бесконечной – в противном случае. Для того чтобы решить игру или найти решение игры, следует для каждого игрока выбрать стратегию, которая удовлетворяет условию оптимальности, то есть один из игроков должен получить максимальный выигрыш, когда второй придерживается своей стратегии. В то же время второй игрок должен иметь минимальный проигрыш, если первый придерживается своей стратегии. Такие стратегии называются оптимальными. Оптимальные стратегии должны также удовлетворять условию устойчивости, то есть любому из игроков должно быть невыгодно отказаться от своей стратегии в этой игре. Если игра повторяется достаточно много раз, то игроков может интересовать не выигрыш и проигрыш в каждой конкретной партии, а

средний выигрыш (проигрыш) во всех партиях. Целью теории игр является определение оптимальной стратегии для каждого игрока. При выборе оптимальной стратегии естественно предполагать, что оба игрока ведут себя разумно с точки зрения своих интересов. Подытожим вышесказанное и приведем краткую классификацию игр.

#### 6.4.2 Классификация игровых моделей

По количеству игроков: *парная* игра и *множественная* игра.

По количеству стратегий: *конечная* игра и *бесконечная* игра.

По взаимоотношению сторон: *кооперативная* игра (партнеры заранее определены), *коалиционная* игра (игроки могут вступать в коалиции), *бескоалиционная игра*.

По характеру выигрыша: игра *с нулевой суммой* (сумма выигрышей всех игроков в каждой партии равна нулю) и игра *с ненулевой суммой*.

По количеству ходов: *одношаговая игра* (игра заканчивается после одного хода каждого игрока), *многошаговая игра* (позиционные, стохастические, дифференциальные).

По виду функции выигрыша: матричные, биматричные, выпуклые и т. д.

По информированности сторон: игра с полной информацией и игра с неполной информацией.

По степени неполноты информации: стратегические (в условиях полной неопределенности), статические (в условиях частичной неопределенности).

#### 6.4.3 Форма представления игры

В теории игр наряду с классификацией игр огромную роль играет форма представления игры. Обычно выделяют нормальную, или матричную, форму и развернутую, заданную в виде дерева. Эти формы для простой игры представлены в таблице 6.1 и на рисунке 6.2.

Таблица 6.1 – Матричная форма представления игры

Предприятие 2	Низкая цена	Высокая цена
Предприятие 1		
Низкая цена	$\Pi_W$	$\Pi_G$
Высокая цена	$\Pi_M$	$\Pi_K$
	$\Pi_W$	$\Pi_K$

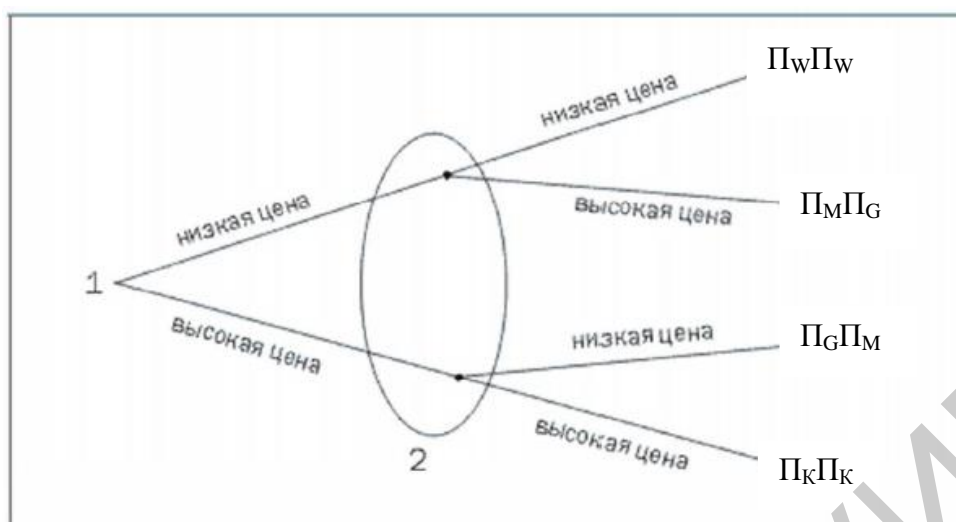


Рисунок 6.2 – Развернутая форма представления игры

Чтобы установить первую связь со сферой управления, игру можно описать следующим образом. Два предприятия, производящие однородную продукцию, стоят перед выбором. В одном случае они могут закрепиться на рынке благодаря установлению высокой цены, которая обеспечит им среднюю картельную прибыль  $\Pi_k$ . При вступлении в жесткую конкурентную борьбу оба получают прибыль  $\Pi_w$ . Если один из конкурентов устанавливает высокую цену, а второй – низкую, то последний реализует монопольную прибыль  $\Pi_m$ , другой же несет убытки  $\Pi_G$ . Подобная ситуация может, например, возникнуть, когда обе фирмы должны объявить свою цену, которая впоследствии не может быть пересмотрена. При отсутствии жестких условий обоим предприятиям выгодно назначить низкую цену. Стратегия «низкой цены» является доминирующей для любой фирмы вне зависимости от того, какую цену выбирает конкурирующая фирма. Но в таком случае перед фирмами возникает дилемма, так как прибыль  $\Pi_k$ , которая для обоих игроков выше, чем прибыль  $\Pi_w$ , не достигается.

#### 6.4.4 Фундаментальная проблема теории игр

Рассмотрим фундаментальную проблему в теории игр под названием «дилемма заключенного». Дилемма заключенного – фундаментальная проблема в теории игр, согласно которой игроки не всегда будут сотрудничать друг с другом, даже если это в их интересах. Предполагается, что игрок («заключенный») максимизирует свой собственный выигрыш, не заботясь о выгоде других.

В дилемме заключенного предательство строго доминирует над сотрудничеством, поэтому единственное возможное равновесие – предательство обо-

их участников. Проще говоря, неважно, что сделает другой игрок, каждый выиграет больше, если предаст. Поскольку в любой ситуации предать выгоднее, чем сотрудничать, все рациональные игроки выберут предательство.

Ведя себя по отдельности рационально, вместе участники приходят к нерациональному решению: если оба предадут, они получают в сумме меньший выигрыш, чем если бы сотрудничали (единственное равновесие в этой игре не ведет к Парето-оптимальному решению, то есть решению, которое не может быть улучшено без ухудшения положения других элементов). В этом и заключается дилемма.

**Классическая дилемма заключенного.** Во всех судебных системах кара за бандитизм (совершение преступлений в составе организованной группы) намного тяжелее, чем за те же преступления, совершенные в одиночку (отсюда альтернативное название – «дилемма бандита»).

Классическая формулировка дилеммы заключенного такова: двое преступников А и Б попались примерно в одно и то же время на сходных преступлениях. Есть основания полагать, что они действовали по сговору, и полиция, изолировав их друг от друга, предлагает им одну и ту же сделку: если один свидетельствует против другого, а тот хранит молчание, то первый освобождается за помощь следствию, а второй получает максимальный срок лишения свободы (10 лет). Если оба молчат, их деяние проходит по более легкой статье, и они приговариваются к 6 месяцам. Если оба свидетельствуют друг против друга, они получают минимальный срок (по 2 года). Каждый заключенный выбирает, молчать или свидетельствовать против другого. Однако ни один из них не знает точно, что сделает другой. Что произойдет?

Таблица 6.2 – Матричное представление классической проблемы теории игр

Преступник А \ Преступник Б	Б молчит	Б дает показания
А молчит	А – 5 лет Б – 5 лет	А – 10 лет Б – освобождается
А дает показания	А – освобождается Б – 10 лет	А – 2 года Б – 2 года

Представим рассуждения одного из заключенных. Если партнер молчит, то лучше его предать и выйти на свободу (иначе – полгода тюрьмы). Если партнер свидетельствует, то лучше тоже свидетельствовать против него, чтобы получить 2 года (иначе – 10 лет). Стратегия «свидетельствовать» строго доминирует.

нирует над стратегией «молчать». Аналогично другой заключенный приходит к тому же выводу. С точки зрения группы (этих двух заключенных) лучше всего сотрудничать друг с другом, хранить молчание и получить по полгода, так как это уменьшит суммарный срок заключения. Любое другое решение будет менее выгодным.

#### 6.4.5 Применение теории игр для принятия стратегических управленческих решений

В качестве примеров можно назвать решения по поводу проведения принципиальной ценовой политики, вступления на новые рынки, кооперации и создания совместных предприятий, определения лидеров и исполнителей в области инноваций, вертикальной интеграции и т. д. Положения теории игр, в принципе, можно использовать для всех видов решений, если на их принятие влияют другие действующие лица. Этими лицами, или игроками, необязательно должны быть рыночные конкуренты; в их роли могут выступать субпоставщики, ведущие клиенты, сотрудники организаций, а также коллеги по работе.

Инструментарий теории игр особенно целесообразно применять, когда между участниками процесса существуют важные зависимости в области платежей (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Область стратегических решений, представляющих интерес для теории игр

Возможное влияние реакции конкурентов на собственные платежи	Влияние собственных ходов на платежи конкурентов	
	Низкое	Высокое
Низкое	1	2
Высокое	3	4

Квадранты 1 и 2 характеризуют ситуацию, когда реакция конкурентов не оказывает существенного влияния на платежи фирмы. Это происходит в тех случаях, когда у конкурента нет мотивации (поле 1) или возможности (поле 2) нанести «ответный удар». Поэтому нет необходимости в детальном анализе стратегии мотивированных действий конкурентов.

Аналогичный вывод следует, хотя и по другой причине, и для ситуации, отражаемой квадрантом 3. Здесь реакция конкурентов могла бы изрядно воз-



действовать на фирму, но поскольку ее собственные действия не могут сильно повлиять на платежи конкурента, то и не следует опасаться его реакции. В качестве примера можно привести решения о вхождении в рыночную нишу: при определенных обстоятельствах у крупных конкурентов нет оснований реагировать на подобное решение небольшой фирмы.

Лишь ситуация, показанная в квадранте 4 (возможность ответных шагов рыночных партнеров), требует использования положений теории игр. Однако здесь отражены лишь необходимые, но недостаточные условия, чтобы оправдать применение базы теории игр для борьбы с конкурентами. Бывают ситуации, когда одна стратегия безусловно доминирует над всеми другими независимо от того, какие действия предпримет конкурент. Если взять, например, рынок лекарственных препаратов, то для фирмы часто бывает важно первой заявить новый товар на рынке: прибыль «первопроходца» оказывается столь значительной, что всем другим «игрокам» остается только быстрее активизировать инновационную деятельность.

Тривиальным с позиций теории игр примером доминирующей стратегии является решение относительно проникновения на новый рынок. Возьмем предприятие, которое выступает в качестве монополиста на каком-либо рынке (например, IBM на рынке персональных компьютеров в начале 80-х годов XX века). Другое предприятие, действующее, к примеру, на рынке периферийного оборудования для ЭВМ, обдумывает вопрос о проникновении на рынок персональных компьютеров с переналадкой своего производства. Компания-аутсайдер может принять решение о вступлении или невступлении на рынок. Компания-монополист может отреагировать на появление нового конкурента агрессивно или дружелюбно. Оба предприятия вступают в двухэтапную игру, в которой первый ход делает компания-аутсайдер (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Нормальная форма игры при проникновении на рынок

Новая компания \ Прежний монополист	Дружественная реакция	Агрессивная реакция
	Вступление	3 2
Невступление	5 1	5 1

Из развернутой формы следует, что для уже закрепившейся на рынке компании нецелесообразно реагировать агрессивно на появление нового конку-

рента: при агрессивном поведении действующий монополист получает 1 (платеж), а при дружелюбном – 3. Компания-аутсайдер к тому же знает, что для монополиста не рационально начинать действия по ее вытеснению, и поэтому она принимает решение о вступлении на рынок. Грозившие потери в размере (–1) компания-аутсайдер не понесет.

### Список контрольных вопросов к разделу 6

1. Укажите три допустимых решения задачи линейного программирования (6.29)–(6.32). Чему равно целевое значение для каждого решения?

2. Приведите следующую задачу линейного программирования к стандартной форме:

минимизировать

$$2x_1 + 7x_2 \quad (6.83)$$

при условиях

$$x_1 = 7; \quad (6.84)$$

$$3x_1 + x_2 \geq 24; \quad (6.85)$$

$$x_1, x_2 \geq 0. \quad (6.86)$$

3. Составьте математическую модель транспортной задачи по ее транспортной таблице (таблица 6.5):

Таблица 6.5 – Транспортная таблица

Переменная	1	2	3	4	Запасы
1	6	6	3	5	80
2	5	4	4	3	105
3	6	5	6	4	125
4	8	4	2	4	90
Потребности	110	130	160	120	–

4. Пусть имеется задача линейного программирования общего вида с  $n$  переменными и  $m$  ограничениями. Предположим, что мы преобразовали ее в стандартную форму. Укажите верхнюю границу числа переменных и ограничений в полученной задаче.

5. Может ли каноническая задача быть приведена к общему виду?

6. Для решения какого класса задач применяется метод динамического программирования?

7. Поясните, почему большинство задач на графах можно отнести к классу задач динамического программирования.

8. Назовите и охарактеризуйте этапы решения задач динамического программирования.

9. Рассмотрите и поясните ситуации из области реальной экономики, требующие применения для их решения методов динамического программирования.

10. Что лежит в основе вычислительных алгоритмов динамического программирования?

11. Назовите составные элементы системы массового обслуживания.

12. Что такое одноканальная система?

13. Что такое однофазовая система?

14. Что такое распределение времени обслуживания и какие его виды бывают?

15. Приведите пример СМО из области крупносерийного производства.

16. Назовите формы представления задач в теории игр.

17. Опишите классическую дилемму теории игр.

18. Сколько равновесных точек присутствует в дилемме заключенного?

19. Что такое оптимальная стратегия? Как вы это понимаете?

Библиотека ЕГУМР

## Раздел 7

### МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Как изменится экономическая обстановка через десять лет? Будут ли экологически безопасны города и промышленные предприятия или же вокруг окажется рукотворная пустыня? Достаточно вдуматься в эти вопросы, проанализировать, как десять лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть.

Вместо утверждений с конкретными числами можно ожидать лишь качественные оценки. Тем не менее мы должны принимать решения, например, об экономических и иных проектах и инвестициях, последствия которых скажутся через десять, двадцать и более лет. Бесспорно, что для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После Второй мировой войны в рамках кибернетики, теории управления, менеджмента и исследования операций стала быстро развиваться самостоятельная дисциплина – теория и практика экспертных оценок.

Современная экономика предъявляет новые, более высокие требования к управлению. Вопросы совершенствования методов управления приобретают сейчас очень важное значение, поскольку именно в этой сфере имеются еще большие резервы роста эффективности народного хозяйства.

Существенным фактором повышения научного уровня управления является применение при подготовке решений математических методов и моделей. Однако полная математическая формализация технико-экономических задач часто неосуществима вследствие их качественной новизны и сложности. В связи с этим все шире используются экспертные методы, под которыми понимают комплекс логических и математико-статистических методов и процедур, направленных на получение от специалистов информации, необходимой для подготовки и выбора рациональных решений.

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

Экспертные методы применяют сейчас в ситуациях, когда выбор, обоснование и оценка последствий решений не могут быть выполнены на основе точ-

ных расчетов. Такие ситуации нередко возникают при разработке современных проблем управления общественным производством и особенно при прогнозировании и долгосрочном планировании. В последние годы экспертные оценки находят широкое применение в социально-политическом и научно-техническом прогнозировании, в планировании народного хозяйства, отраслей, объединений, в разработке крупных научно-технических, экономических и социальных программ, в решении отдельных проблем управления.

В ходе развития бизнеса возрастает не только сложность управления, но и требования к качеству принимаемых решений. Для того чтобы повысить обоснованность решений и учесть многочисленные факторы, оказывающие влияние на их результаты, необходим разносторонний анализ, основанный как на расчетах, так и на аргументированных суждениях руководителей и специалистов, знакомых с состоянием дел и перспективами развития в различных областях практической деятельности. Применение экспертных методов обеспечивает активное и целенаправленное участие специалистов на всех этапах принятия решений, что позволяет существенно повысить их качество и эффективность.

### **7.1 Сущность метода экспертных оценок и основные понятия**

Современная экономическая система предъявляет новые и более высокие требования к управлению. Совершенствование методов управления имеет большое значение для роста эффективности народного хозяйства.

В настоящее время широкое распространение получил метод экспертных оценок.

**Метод экспертных оценок** – это сбор информации, ее анализ на основе логических и математико-статистических методов и приемов с целью получения необходимой информации для подготовки и выбора рациональных решений [47].

Оценочные экспертные суждения в количественной форме называются экспертными оценками. Они могут быть индивидуальными и коллективными. Получение индивидуальных экспертных оценок называется экспертным опросом, а совокупность процедур, необходимых для получения коллективных экспертных оценок, включая и экспертный опрос, называется экспертизой.

Таким образом, метод экспертных оценок является достаточно специфическим способом получения информации, необходимой для решения управленческих и исследовательских задач посредством применения совокупности специальных приемов сбора, обработки и анализа сведений, получаемых от экспертов.

Метод используется в условиях частичной или полной неопределенности, которая может возникнуть в следующих ситуациях:

- 1) при отсутствии достоверной информации за достаточно продолжительный период;
- 2) при наличии информации, отражающей только качественную сторону явлений, и невозможности количественной характеристики всех факторов, оказывающих существенное влияние;
- 3) в условиях неустойчивого развития и нарушения инерции в динамике процессов и явлений;
- 4) в процессах, направления развития которых зависят от принимаемых решений, и, следовательно, далеких от объективности;
- 5) при анализе качественно новых процессов и явлений.

В подобных условиях необходимость прогнозирования становится еще более актуальной и практически значимой. Данный метод позволяет учитывать, оценивать и предвидеть трудно предсказуемые изменения условий деятельности, характеризующие новые, еще неразвитые, но потенциально важные явления и процессы, влияющие на развитие изучаемых объектов.

Метод экспертных оценок основан на использовании способности квалифицированных специалистов, ученых и практиков находить близкие к наиболее эффективным варианты решения.

В практической деятельности метод экспертных оценок применяется при разработке среднесрочных и долгосрочных прогнозов, например, при прогнозе структуры потребительского спроса, технологического развития или демографического состояния [47].

Наиболее эффективно применение экспертных методов в сочетании с другими методами прогнозирования, в основном со статистическими. Самостоятельное использование экспертных оценок рекомендуется лишь для случаев, когда полностью отсутствует информация, позволяющая осуществлять количественные расчеты.

Для повышения достоверности и надежности получаемых с помощью экспертных оценок результатов надо владеть теоретическими и методическими основами использования данных методов, избегать иллюзии простоты их применения.

Особенность метода экспертных оценок заключается в научном понимании организации проведения всех этапов экспертизы, а также в применении количественных методов на каждом этапе.

Экспертные оценки – важный инструмент в повышении качества управления на всех уровнях, но при этом он не может собой заменить ни административных, ни плановых решений, а способен предоставить лишь необходимую информацию.

Также следует отметить неоднозначность толкования такого понятия, как «эксперт». Это связано с отсутствием единой общепризнанной оценки качества эксперта. Одно из возможных определений эксперта – это компетентный специалист, которого лицо, принимающее решение, или проводящая экспертизу аналитическая группа считает профессионалом достаточно высокого уровня в каком-то вопросе, и чьи высказывания и оценки по поводу объекта экспертизы учитываются при принятии решений. Специалист считается компетентным, если он имеет соответствующее образование, опыт работы и известен своими независимыми высказываниями, на которые ссылаются как на одну из возможных точек зрения в заданной области деятельности.

Под экспертизой обычно понимают проведение одним или несколькими компетентными специалистами измерения некоторых характеристик для подготовки принятия решения. Особенность такой процедуры измерения – в качестве измерительных приборов выступают люди. Причинами их привлечения для оценки объектов являются:

- объекты или их характеристики субъективны, например, вкус продуктов;
- отсутствуют соответствующие приборы, например, судейство при проведении спортивных соревнований;
- объекты и их характеристики или недоступны, или отсутствуют, так как их еще предстоит создать, например, составление прогнозов развития какой-либо системы [28].

Причинами использования экспертизы в экономике являются:

- возросшая сложность процесса управления, связанная как с усложнением объекта управления, так и с необходимостью учета объективных тенденций развития на фоне субъективной реакции участников процесса;
- отсутствие необходимой информации и четкого знания тенденции развития системы с целью снижения риска принятия ошибочного решения.

Типичными проблемами, требующими проведения экспертизы, являются:

- определение целей, стоящих перед объектом управления;
- прогнозирование;
- разработка сценария (как инструмента прогнозирования и планирования);
- генерирование альтернативных вариантов решений;
- разработка оценочных систем;
- определение рейтингов;
- принятие коллективных решений.

Выделяют следующие основные этапы экспертизы:

- формулировка цели экспертизы;
- построение объектов оценивания или их характеристик;

- формирование экспертной группы;
- определение способа экспертного оценивания и способа выражения экспертами своих оценок, в последнем случае это задание шкалы;
- проведение экспертизы – получение экспертных оценок;
- обработка и анализ результатов экспертизы (суждений и оценок экспертов);
- повторные туры экспертизы, если есть необходимость уточнения или сближения мнения экспертов;
- формирование вариантов рекомендаций [28].

К экспертным методам относятся разнообразные методы решения задач, основанные на использовании суждений специалистов-экспертов. Экспертные методы делятся на:

- индивидуальные, когда используют суждения одного эксперта;
- групповые, когда задачу решают несколько экспертов (не менее 5–7);
- комбинированные, представляющие сочетание индивидуальных и групповых.

Комбинированный метод реализуется в два этапа:

- получение суждения одного эксперта;
- анализ этого суждения группой экспертов и получение группового (коллективного) суждения.

Считается, что наиболее широко применяются групповые методы. На практике, если принять во внимание производственные и диспетчерские совещания, проводимые на промышленных предприятиях, а также технические, ученые и административные советы, проводимые в научных и проектных институтах, конструкторских бюро, учебных заведениях, часто групповые методы служат лишь прикрытием мнения одного эксперта, в рассматриваемом случае топ-менеджера.

Организация и проведение экспертизы состоят из следующих этапов:

- формирование экспертной комиссии;
- проведение экспертного опроса и сбор индивидуальных суждений;
- анализ и обработка суждений экспертов;
- анализ полученных результатов;
- подготовка решения.
- Экспертная комиссия обычно состоит из двух групп:
  - экспертной;
  - рабочей.

Члены экспертной группы выполняют операции принятия решений. Задача рабочей группы – подготовка и проведение экспертизы, формирование экс-



пертной группы, обработка, анализ и обобщение результатов с целью получения обобщенного суждения (или нескольких групповых суждений) экспертной группы. Таким образом, на первом этапе рабочая группа проводит экспертизу экспертов. Рабочую группу возглавляет организатор, осуществляющий методическое руководство экспертизой на всех этапах ее проведения. Профессиональный состав специалистов, входящих в экспертную группу, должен обеспечить всесторонний анализ решаемой проблемы. Для формирования экспертной группы организатор или рабочая группа осуществляет следующее:

- формирует требования к экспертам;
- затем согласно этим требованиям составляет список специалистов по исследуемой проблеме (потенциальных экспертов);
- проводит оценку их пригодности;
- отбирает из лучших по этой оценке специалистов требуемое количество членов [34].

Оценка пригодности эксперта определяется в результате статистического анализа его суждений по исследуемой проблеме с помощью специальных испытаний, по документальным данным об эксперте [26].

Подводя итоги, можно заключить, что методы экспертных оценок используются для прогнозирования событий будущего, если отсутствуют статистические данные или их недостаточно. Они также применяются для количественного измерения таких событий, для которых не существует других способов измерения, например, при оценке важности целей и предпочтительности отдельных решений. Иными словами, методы экспертных оценок применяются как для количественного измерения событий в настоящем, так и для целей прогнозирования.

Далее рассмотрим основные методы экспертных оценок, применяемых в теории принятия решений.

## **7.2 Методы экспертных оценок, применяемые при принятии решений в экономических исследованиях**

### **7.2.1 Индивидуальные экспертные оценки**

Индивидуальные экспертные оценки – частный случай метода экспертных оценок, когда используются оценки одного или нескольких экспертов без их усреднения [28].

Индивидуальные экспертные оценки применяются прежде всего при анализе проблем, для которых информационный потенциал недостаточен.

Среди индивидуальных экспертных оценок наиболее широкое распространение получили методы интервью, аналитический, написания сценария и морфологический анализ.

**Метод интервью** предполагает беседу прогнозиста с экспертом по схеме «вопрос – ответ», в процессе которой прогнозист в соответствии с заранее разработанной программой ставит перед экспертом вопросы относительно перспектив развития прогнозируемого объекта. Успех такой оценки в значительной степени зависит от способности эксперта экспертом давать заключения по разным вопросам.

Хотя интервью и другие методы опросов принято считать социологическими методиками, они с успехом могут применяться и в других дисциплинах, причем не только гуманитарных (например, в медицине). Граница между смежными научными дисциплинами, такими как экономика и экономическая социология, вообще условна, но в любом случае она должна проводиться не столько по методу исследования, сколько по предмету, объекту и проблематике. Метод как таковой, таким образом, междисциплинарен, и границы его применения должны определяться исключительно прагматическими соображениями, то есть его способностью давать релевантную информацию. С другой стороны, специфика объекта и проблематики исследования накладывают существенный отпечаток на метод в смысле его адаптации, или «настройки». Известно, что в правилах использования тех или иных методов как бы закодированы те познавательные задачи, для решения которых они могут быть использованы. Разработанные наукой разновидности методик опроса представляют собой, по сути, примеры адаптации того или иного метода к специфике различных исследовательских задач. Указанные задачи и используемые для их решения методы часто настолько различаются, что необоснованный перенос методических, организационных и технических правил их проведения из одной сферы в другую порождает нелепые, комические, а порой и стрессовые ситуации, обесмысливая при этом результаты исследования.

Есть три основные формы проведения интервью: свободная беседа, интервью по типу «вопрос – ответ», интервью в форме перекрестного допроса (последняя форма интервью осуществляется с привлечением нескольких интервьюеров, как правило, двух; они стремятся получить максимум информации по проблеме, одновременно проверяя ее на непротиворечивость).

Достоинство метода интервью заключается в том, что непосредственный контакт эксперта и интервьюера позволяет направить беседу в необходимом направлении. Недостатки метода:

1) влияние на прогнозные оценки субъективных факторов (например, психологическое давление интервьюера на эксперта);

2) не каждый эксперт может делать экспромтом хорошие и грамотные заключения.

«Идеальный» интервьюер должен иметь здоровый вид, быть спокойным и уверенным, внушать доверие, быть искренним, веселым, проявлять интерес к беседе, быть опрятно одетым, ухоженным. Эмпирическим путем установлено, что наиболее подходящие интервьюеры – это женщины в возрасте 35–40 лет с высшим образованием и достаточным жизненным и профессиональным опытом [28].

**Аналитический метод** предусматривает тщательную самостоятельную работу эксперта над анализом тенденций, оценкой состояния и путей развития прогнозируемого объекта. Эксперт может использовать всю необходимую ему информацию об объекте прогноза. Свои выводы он оформляет в виде докладной записки. Основное преимущество этого метода – возможность максимального использования индивидуальных способностей эксперта. Однако он мало пригоден для прогнозирования сложных систем и выработки стратегии из-за ограниченности знаний одного специалиста-эксперта в смежных областях знаний.

**Метод написания сценария** основан на определении логики процесса или явления во времени при различных условиях. Он предполагает установление последовательности событий, развивающихся при переходе от существующей ситуации к будущему состоянию объекта. Своеобразным сценарием может быть описание последовательности и условий международной интеграции хозяйства стран, включающее следующие вопросы: от каких простейших форм к каким более сложным должен пройти этот процесс; как он повлияет на национальное хозяйство и экономические связи стран; каковы финансовые, организационные, социальные, юридические проблемы, которые могут возникнуть в ходе интернационализации хозяйства.

Прогнозный сценарий определяет стратегию развития прогнозируемого объекта. Сценарий должен отражать генеральную цель развития объекта, критерии оценки верхних уровней дерева целей, приоритеты проблем и ресурсы для достижения основных целей. В сценарии отображаются последовательное решение задачи, возможные препятствия. При этом используются необходимые материалы по развитию объекта прогнозирования.

Сценарий должен быть написан так, чтобы после ознакомления с ним стала ясна генеральная цель проводимой работы в свете социально-экономических задач на прогнозный период. Он обычно носит многовариантный характер и освещает три линии поведения: оптимистическую – развитие системы в наиболее благоприятной ситуации; пессимистическую – развитие

системы в наименее благоприятной ситуации; рабочую – развитие системы с учетом противодействия отрицательным факторам, появление которых наиболее вероятно. В рамках прогнозного сценария целесообразно прорабатывать резервную стратегию на случай непредвиденных ситуаций.

Сценарий в готовом виде должен быть подвергнут анализу. На основании анализа информации, признанной пригодной для предстоящего прогноза, формулируются цели, определяются критерии, рассматриваются альтернативные решения.

При анализе и прогнозе систем широко используются прогнозный граф и дерево целей. Графом называют фигуру, состоящую из точек-вершин, соединенных отрезками-ребрами. Дерево целей – это граф-дерево, выражающее отношение между вершинами-этапами или проблемами достижения цели. Каждая вершина представляет собой цель для всех исходящих из нее ветвей.

Дерево целей предполагает выделение нескольких структурных или иерархических уровней. Каждая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы объединение понятий подцелей полностью определяло понятие исходной цели.

Построение дерева целей требует решения многих прогнозных задач: прогноза развития объекта в целом; формулировки сценария прогнозируемой цели, определения уровней и вершин, критериев и их весов в ранжировании вершин. Эти задачи могут решаться при необходимости методами экспертных оценок. Следует отметить, что данной цели, как объекту прогноза, может соответствовать множество разнообразных сценариев.

Метод написания сценария следует отнести как к индивидуальным, так и к коллективным экспертным оценкам [28].

Известным методом систематизированного поиска новых идей является **морфологический анализ**, предложенный швейцарским астрофизиком Цвикки. Морфологический анализ основан на построении таблицы, в которой перечисляются все основные элементы, составляющие объект, и указывается возможно большее число известных вариантов реализации этих элементов. Комбинируя варианты реализации элементов объекта, можно получить самые неожиданные новые решения. Последовательность действий при этом следующая:

1. Точно сформулировать проблему.
2. Определить важнейшие элементы объекта.
3. Определить варианты исполнения элементов.
4. Занести варианты в таблицу.
5. Оценить все имеющиеся в таблице варианты.
6. Выбрать оптимальный вариант.

Основной идеей морфологического анализа является упорядочение процесса выдвижения и рассмотрения различных вариантов решения задачи. Расчет строится на том, что в поле зрения могут попасть варианты, которые ранее не рассматривались. Принцип морфологического анализа легко реализуется с помощью компьютерных средств [28].

Однако для сложных объектов, имеющих большое число элементов, таблица становится слишком громоздкой. Появляется необходимость рассмотрения огромного числа вариантов, большая часть которых оказывается лишеной практического смысла, что делает использование метода слишком трудоемким. Таким образом, главными недостатками метода являются упрощенность подхода к анализу объекта и возможность получения слишком большого для рассмотрения числа вариантов. Морфологический анализ имеет много как простейших, так и усложненных модификаций. Однако его применение рационально для простых объектов и там, где возможно найти новую идею за счет комбинации известных решений (реклама, дизайн и т. п.).

### **7.2.2 Коллективные экспертные оценки**

Наиболее достоверными являются коллективные экспертные оценки.

Методы коллективных экспертных оценок предполагают определение степени согласованности мнений экспертов по перспективным направлениям развития объекта прогнозирования, сформулированным отдельными специалистами. В современных условиях используется математико-статистический инструментарий для обработки результатов опроса экспертов. Например, для оценки степени согласованности мнений экспертов по решению той или иной исследуемой проблемы исчисляются: дисперсия оценок, среднее квадратическое отклонение оценок и на этой основе – коэффициент вариации оценок. Чем меньше значение этого коэффициента, тем выше согласованность мнений экспертов.

Для организации проведения экспертных оценок создаются рабочие группы, в функции которых входят проведение опроса, обработка материалов и анализ результатов коллективной экспертной оценки. Рабочая группа назначает экспертов, которые дают ответы на поставленные вопросы, касающиеся перспектив развития данного объекта. Количество экспертов, привлекаемых для разработки прогноза, может колебаться от 10 до 150 человек, в зависимости от сложности объекта. Определяется цель прогноза, разрабатываются вопросы для экспертов. При проведении опроса необходимо обеспечить однозначность понимания отдельных вопросов и независимость суждений экспертов. После опроса осуществляется обработка материалов, полученных в результате коллективной экспертной оценки. Окончательная оценка может определяться как

среднее суждение или как среднее арифметическое значение оценок всех экспертов.

Также могут использоваться и другие подходы. При разработке научно-технических прогнозов методика статистической обработки материалов предусматривает использование совокупности оценок относительной важности, сделанных экспертами по каждому из оцениваемых направлений научных исследований. Оценки важности выражаются в баллах и могут принимать значения от 0 до 1, от 0 до 10, от 0 до 100 и т. д. [34].

В мировой практике широкое применение нашли такие методы коллективных экспертных оценок, как метод коллективной генерации идей, метод 635, метод Дельфи, метод комиссий, форсайттинг. Рассмотрим сущность перечисленных методов.

Суть **метода коллективной генерации идей** (мозговой атаки) состоит в использовании творческого потенциала специалистов при «мозговой атаке» проблемной ситуации, реализующей вначале генерацию идей, а затем их де-структурирование (разрушение, критику) с выдвижением контр-идей и выработкой согласованной точки зрения. Этот метод был разработан американцем А. Осборном, стремившимся решать проблемы посредством спонтанно возникающих идей. Нечто подобное использовали 400 лет назад индийские мастера Хинду во время своих собраний: запрещались критика и дискуссии, каждый мог свободно выражать свои идеи, оценка делалась позже.

Понятие «мозговой атаки» имеет в специальной литературе ряд синонимов. Так, употребляются термины «метод коллективной генерации идей», «мозговой штурм», «брейнсторминг».

Применение метода мозгового штурма выходит далеко за пределы собственно оценивания того или иного признака. Это в большей степени метод коллективного творчества, наиболее востребованный в ситуации дефицита свежих идей и решений. Брейнсторминг особенно эффективен тогда, когда существующие подходы не дают приемлемых путей преодоления проблемной ситуации и требуются принципиально новые, нестандартные установки. Соответственно, в решении прогнозных задач метод мозгового штурма наиболее эффективен при нормативном прогнозировании, когда прорабатываются альтернативные цели и альтернативные пути их достижения.

Ключевой принцип мозгового штурма основан на том, что задача генерирования новых идей и задача их анализа и оценки решаются отдельно, то есть:

– функция генерации и функция анализа выполняются разными, причем не пересекающимися по персональному составу группами людей. Выделяются «группа генераторов» и «группа аналитиков»;

– реализация обеих функций разведена во времени: сеанс генерации идей предшествует сеансу анализа. Таким образом, процедура брейнсторминга четко структурируется в две фазы: сеанс генерации, осуществляемый соответствующей специальной группой, и аналитический этап, реализуемый другой специальной группой. Для каждой из этих фаз действует собственный комплекс правил.

Правила, регулирующие процедуру генерации идей, целиком ориентированы на достижение психологической атмосферы, максимально способствующей свободному высказыванию идей, которые любой участник сеанса считает нужным высказать. Действует установка, согласно которой среди большого числа идей с высокой вероятностью найдется хотя бы одна полезная, поэтому с ходу не отвергается ни одно предложение. Ключевым правилом сеанса генерации, в значительной мере определяющим специфику метода в целом, является запрет на любую критику.

На этапе подготовки экспертизы формируется аналитическая группа, в задачи которой входит:

а) обеспечить содержательную и организационную подготовку сеанса генерации;

б) проанализировать его результаты и сформулировать итоговое заключение.

Прежде всего производится формулировка проблемы, которую будут решать участники сеанса генерации. В брейнсторминге она завершается созданием двух типов «конечного продукта»:

– проблемной записки – краткого текста, описывающего суть проблемы: в зависимости от характера проблемы и задач экспертизы может содержать генезис проблемной ситуации, описание уже предпринимавшихся попыток ее преодоления, оказавшихся неэффективными, и т. д.;

– одного конкретного, ключевого вопроса, выражающего квинтэссенцию проблемы; этот вопрос станет непосредственным заданием участникам сеанса генерации.

Такой подход предъявляет не только организующие, но и содержательные требования к формулировке проблемы аналитической группой. Если проблема носит компонентный, сложносоставной характер, ее следует разбить на несколько подпроблем (осуществить декомпозицию проблемы), каждая из которых может стать предметом отдельного мозгового штурма. На один сеанс генерации идей следует выносить относительно простую проблему, «умещающуюся» в один вопрос, чтобы эксперты имели возможность полностью на ней сконцентрироваться. В противном случае велик риск, что сеанс генерации как бы «разбежится по разным рельсам»: одна часть группы будет обсуждать один аспект проблемы, другая – другой, и процедура будет неэффективной.

Следующая важная задача группы аналитиков – определить состав группы генераторов. В методе мозгового штурма эта задача решается в соответствии с весьма специфичными правилами.

Во-первых, жесткие ограничения накладываются на численность экспертов (генераторов). Оптимальным считается сеанс генерации, в котором принимают участие от пяти до двенадцати человек, но строго не более пятнадцати. Данное правило сформулировано на основе закономерностей, выявленных социальной психологией относительно малых групп: если количество членов группы существенно превышает двенадцать человек, она разбивается на несколько малых групп. В ситуации совместной генерации идей дробление группы на части будет препятствовать созданию кумулятивного эффекта коллективного творчества группы.

Во-вторых, в свойственном брейнстормингу подходе есть особое понимание требований, которые предъявляются к участникам сеанса генерации. Если в традиционных экспертных методах и в методе Дельфи эксперт – это человек, владеющий информацией по данной проблеме, то в мозговом штурме быть специалистом по рассматриваемому вопросу не только не обязательно, но и во многих случаях даже нежелательно. Основная функция эксперта в процессе генерации идей – выдвижение новых подходов, нестандартных предложений; у специалиста же зачастую присутствуют своеобразная «профессиональная зашоренность», элементы традиционности мышления, соответствующие сложившимся в данной предметной области стереотипам. Поэтому к участию в сеансе генерации часто привлекают людей, представляющих смежные или даже принципиально другие профессии и области знания. Такой подход обеспечивает не только ослабление традиционности мышления, но и возможность использовать результаты, достигнутые в других сферах общественной жизни. Бывают случаи привлечения к сеансу генерации детей, чье мышление максимально свободно от стереотипов [34].

Квинтэссенцию подхода, который используется в методе мозгового штурма, в какой-то мере отражает следующая история.

Во время Второй мировой войны английский флот нес большие потери от немецких торпед. Научные институты не смогли предложить эффективные средства защиты. Тогда в штабе собрали представителей всех отделов, служб и основных специальностей. Каждый должен был высказать любое предложение. Присутствующий синоптик высказал абсурдную мысль: при торпедной атаке собрать всех на один борт и дуть на воду. Образующееся при этом вихревое (турбулентное) движение воды будет отгонять торпеду. Находящийся там же физик подхватил идею, сказав, что создание такого движения логично поручить



машине. Участник совещания – электротехник – предложил сконструировать электроаппарат, создающий вихревое поле. Через несколько недель аппарат был сконструирован.

Другой классический пример связан с физикой полупроводников: существовала проблема припайки золотых проволочек, очень тонких и тут же стогравших. Присутствовавший на мозговой атаке дантист предложил метод вдавливания, применяемый в зубопротезном деле, и проблема была решена [34].

Группа генераторов должна по возможности состоять из людей, занимающих примерно одинаковое служебное и общественное положение. Весьма желательна также высокая коммуникабельность членов группы. Эти предпочтения обусловлены задачей обеспечения комфортной психологической атмосферы сеанса генерации. Наконец, члены группы не должны быть лично заинтересованы в определенном варианте решения проблемы и уже тем более в отсутствии ее решения.

На подготовительной стадии мозгового штурма осуществляется материально-техническое обеспечение сеанса генерации идей. Эта работа во многом аналогична подготовке к проведению фокус-группы:

- необходимо отдельное помещение, в котором участники генерации чувствовали бы себя комфортно;
- организация пространства этого помещения должна способствовать созданию атмосферы психологической раскрепощенности, свободной коммуникации участников сеанса, в частности, как и при проведении фокус-группы, стулья (кресла) расставляются кругом или полукругом;
- обязательной является дословная фиксация всех высказываний, соответственно, необходимо иметь звукозаписывающую аппаратуру, как правило, диктофон.

В отличие от фокус-групп, для проведения сеанса генерации идей не требуются одностороннее зеркало и видеокамера. В брейнсторминге не важны мимика и пантомимика; важно то, что говорится экспертами.

**Метод «635»** – одна из разновидностей мозговой атаки. Цифры 6, 3, 5 обозначают шесть участников, каждый из которых должен записать три идеи в течение пяти минут. Лист ходит по кругу. Таким образом, за полчаса каждый запишет в свой актив 18 идей, а все вместе – 108. Структура идей четко определена. Возможны модификации метода. Этот метод широко используется в зарубежных странах (особенно в Японии) для отбора из множества идей наиболее оригинальных и прогрессивных по решению определенных проблем.

Он хорошо сочетается с другими методами, например, с методом мозгового штурма, и используется при конкретизации высказываемых идей или при поиске вариантов решения проблемы.

Важным условием применения этого метода является то, что обмен информацией между членами группы разрешается только в письменном виде.

Использование данного метода может быть полезным в разностатусной группе, чтобы нивелировать ограничивающее влияние отношений «руководитель – подчиненный» на креативность и открытость участников тренинга.

В группе шесть человек. На первом этапе каждый из членов группы записывает основные идеи для решения поставленной проблемы. Для этой цели, а также в целях предупреждения пространного описания идей разработан бланк.

На втором этапе бланки с идеями ( $6 \cdot 3 = 18$ ) по очереди поступают к членам коллектива, каждый из которых дополняет их еще тремя идеями, касающимися решения поставленной проблемы. После прохождения всех шести членов группы бланки содержат 108 идей.

Время прохождения этапов:

1. Первый «раунд» – 5 мин.
2. Второй «раунд» – 6 мин.
3. Третий «раунд» – 7 мин.
4. Четвертый «раунд» – 8 мин.
5. Пятый «раунд» – 9 мин.
6. Шестой «раунд» – 10 мин.

Основными условиями применения метода «635» являются:

- формулирование проблемы до начала работы группы (это задача ведущего или подготовительной группы мозгового штурма);
- сообщение проблемы членам группы за 2–3 дня до начала работы с тем, чтобы в полной мере могли быть использованы возможности «инкубационного» периода;
- запрещение устного обмена информацией между членами группы;
- стимулирование активности членов группы посредством строгого соблюдения намеченных сроков.

На основе практического применения метода «635» можно сделать следующие выводы:

- основные и дополнительные идеи в отдельных случаях представлены в виде рисунков;
- качественная оценка работы группы дается на основе незаполненных рубрик бланка, а не на основе количества высказанных идей;

- представленные в письменной форме идеи отличаются большей обоснованностью и четкостью, чем устно высказанные идеи, хотя зачастую первые бывают и менее оригинальными.

Позитивный момент – получение за короткое время большого числа предложений. Проблема заключается в частом дублировании идей, поскольку уже на первом этапе очевидные идеи высказываются многими участниками. Необходимо также исходить из того, что некоторые участники не смогут предложить по 3 идеи за 5 мин.

Преимущества состоят в том, что метод не выдвигает высоких требований к участникам, нет необходимости в профессиональном управлении и точном протоколировании.

Основной недостаток видится в том, что этот метод менее динамичен и спонтанен, чем, например, метод мозгового штурма, а также в том, что непосредственная обратная связь и совместная обработка предложений здесь невозможны.

Критическая атака («разносная» атака) – это вариация метода мозгового штурма, принципиальное отличие – в критической направленности обсуждения. Реализация метода включает несколько этапов. На первом этапе каждый участник экспертной группы предлагает свое решение поставленной задачи (свою интерпретацию при анализе ситуации) или свою версию развития событий (при прогнозе). Решение должно предлагаться с подробной аргументацией. Далее каждый эксперт должен ознакомиться с мнениями своих коллег и найти и аргументировать в предлагаемых решениях максимально возможное число слабостей. На следующем этапе эксперты собираются вместе и по очереди обсуждают все выдвинутые решения. Задача каждого автора – отстоять свою версию решения, задача оппонентов – «разнести ее в пух и прах». По итогам дискуссии эксперты выбирают то решение, которое вызвало меньше всего нареканий и было наиболее обоснованным [34].

**Метод Дельфи** – одна из первых попыток разработать более обоснованную и строгую процедуру при экспертном прогнозировании, предпринятая Т. Гордоном и О. Хелмером – сотрудниками одной из корпораций США, которые в 1964 году опубликовали результаты обобщения и статистической обработки мнений специалистов относительно перспектив развития в ряде областей науки. Он используется при прогнозировании развития науки и техники, инвестиций и других аспектов.

Другие названия метода: «Дельфийский метод», «Метод дельфийского оракула». Очевидно, происхождение метода связано с образом действия греческого оракула в Дельфах.

Метод Дельфи основан на методе «диалектического дознания»: тезис (мнение или взгляд), антитезис (противоположное мнение или противоположный взгляд) и, наконец, синтез (новое согласование или новый консенсус). Синтез затем становится новым тезисом. Он помогает создать консенсус в отношении конкретной комплексной темы без необходимости личной встречи для сотрудников. Группа специалистов формулирует совокупность гипотез о будущем состоянии соответствующей темы, которые затем распределяются среди участников. Их анонимные комментарии после этого интегрируются в модифицированные гипотезы. Итеративный процесс продолжается до тех пор, пока не будет достигнут консенсус относительно гипотез.

Современная концепция Дельфи является побочным продуктом оборонного исследовательского проекта. «Проект Дельфи» был названием исследования Rand Corporation, начавшегося в начале 1950-х годов, который спонсировался Военно-воздушными силами США. Исследование касалось применения экспертного мнения. Задача оригинального исследования заключалась в том, чтобы «получить надежный консенсус мнений экспертной группы... посредством серии интенсивных опросов, сочетающихся с контролируемой обратной связью». Доклад 1964 года (Gordon и Helmer) оценил направление долгосрочных тенденций в развитии науки и техники. Доклад касался таких тем, как крупные научные достижения, демографический контроль, автоматизация, развитие космических технологий, предотвращение войны и системы вооружений.

Цель метода Дельфи – разработка программы последовательных многотуровых индивидуальных опросов. Индивидуальный опрос экспертов обычно проводится в форме анкет-вопросников. Затем осуществляется их статистическая обработка на ЭВМ и формируется коллективное мнение группы, выявляются и обобщаются аргументы в пользу различных суждений. Обработанная на ЭВМ информация сообщается экспертам, которые могут корректировать оценки, объясняя при этом причины своего несогласия с коллективным суждением. Эта процедура может повторяться до 3–4 раз. В результате происходит сужение диапазона оценок и вырабатывается согласованное суждение относительно перспектив развития объекта.

Существуют следующие 10 стадий при проведении исследований с использованием метода Дельфи:

1. Формирование группы Дельфи для реализации проекта и контроля за ним.
2. Выбор одного и более форумов для участия в упражнении. Как правило, участники являются специалистами в области исследования.
3. Разработка вопросников Дельфи первой стадии.

4. Тестирование вопросников на предмет формулировок (например, неоднозначностей, нечеткостей).

5. Передача вопросников первой стадии участникам форума.

6. Анализ отзывов первой стадии.

7. Подготовка вопросников второй стадии (и по возможности тестирование).

8. Передача вопросников второй стадии участникам форума.

9. Анализ отзывов второй стадии (стадии с 7-й по 9-ю повторяются столько раз, сколько необходимо для достижения стабильности в результатах.)

10. Подготовка доклада аналитической группой.

Особенности метода Дельфи:

а) анонимность экспертов (участники экспертной группы неизвестны друг другу, взаимодействие членов группы при заполнении анкет полностью исключается);

б) возможность использования результатов предыдущего тура опроса;

в) статистическая характеристика группового мнения.

Основными преимуществами метода Дельфи являются:

1) быстрое достижение консенсуса;

2) возможность нахождения участников в любой точке мира;

3) широкий охват компетенций;

4) избежание группового мышления;

5) прогнозирование конкретного, единичного события.

Главное преимущество метода состоит в возможности получить развернутые, прозрачные и объективные результаты. В отличие от традиционных заседаний итеративный метод Дельфи не дает эффекта влияния авторитетных и активных участников на остальных, а также снимает проблему собрать всех экспертов в одно время в одном месте.

Наряду с преимуществами методу Дельфи присущи следующие недостатки:

1. Перекрестное влияние не учитывается в оригинальной форме.

2. Плохо учитывает смещения парадигм.

3. Успех метода зависит от качества участников.

4. Нужно следить за тем, чтобы:

а) не навязывались предубеждения или собственный взгляд ведущего форум;

б) не игнорировались и достаточно полно исследовались разногласия;

в) не допускалась недооценка комплексной сущности метода.

Основными условиями применения метода Дельфи в прогнозировании экономических и управленческих процессов являются:

1) участие хорошо осведомленных личностей, использующих свои понимание и опыт, подготовленных к предсказанию будущих событий;

- 2) наличие сложной проблемы;
- 3) отсутствие у принимающих участие специалистов адекватной коммуникации;
- 4) наличие у специалистов многообразных профилей с точки зрения опыта или компетентности;
- 5) отсутствие возможностей обмена идеями на совещании или непрактичность такого обмена;
- 6) наличие серьезных или политически неприятных разногласий.

Этот метод помогает предопределить развитие проблемных ситуаций, носящих долгосрочный характер. Специалисты, работающие в области научно-технического прогнозирования, также разрабатывают методы обработки экспертных оценок. Они носят название эвристических.

Однако следует отметить, что использование метода Дельфи достаточно сложно. Оно требует особой тщательности еще на стадии отбора экспертов для панели, тщательной подготовки опросных листов и их предварительного тестирования [34].

**Метод комиссий** – один из методов экспертных оценок, основанный на работе специальных комиссий.

Метод комиссий предусматривает проведение экспертизы в форме свободного обмена мнениями для получения общего суждения экспертов. Очная форма общения экспертов значительно сокращает время экспертизы, облегчает получение единого согласованного мнения. При использовании метода комиссий предварительно разрабатывается программа обсуждения. Группа экспертов подбирается «волевым путем» – способом назначения. Обычно это 10–12 человек. Для получения качественного прогноза предусмотрен свободный и очный обмен мнениями между экспертами, то есть открытое общение. Средствами обеспечения открытости могут служить, в частности, личные высказывания экспертов и по возможности отказ от обезличенных суждений типа «обычно считается, что» или «говорят, что». Конечно, открытость предполагает не только готовность заявить собственную позицию, но и желание и умение воспринять позицию других экспертов. В рамках обсуждения проблемы экспертам необходимо следовать принципу психологической безопасности: позиция эксперта и те суждения, которые он высказывает, не должны оскорблять достоинство других экспертов или превращать обсуждение проблемы в способ утверждения собственного превосходства; важно взаимное стремление и готовность экспертов к рассмотрению и решению обсуждаемой проблемы. Задача соотнесения, координирования собственной точки зрения с другими мнениями не всегда решается просто. Поэтому экспертов необходимо обучать межличностному

общению, а организаторам процедуры желательно учитывать рекомендации психологов – специалистов по общению.

Основными недостатками метода являются:

- отсутствие анонимности;
- различная активность экспертов;
- не всегда связанная с их компетентностью предметная область.

Достоинства метода комиссий: рост информированности экспертов в ходе обсуждения и наличие обратной связи (получив новую информацию, эксперт может изменить точку зрения) [34].

**Форсайт** – инструмент формирования приоритетов и мобилизации большого количества участников для достижения качественно новых результатов в сфере науки и технологий, экономики, государства и общества. По результатам форсайт-проектов создаются дорожные карты. Является одним из важнейших инструментов инновационной экономики [33].

Современные форсайтные разработки тесно связаны с техникой сценарирования. Однако форсайт представляет собой значительно более комплексный подход, чем традиционное прогнозирование.

Во-первых, прогнозы, как правило, формируются узким кругом экспертов и в большинстве случаев ассоциируются с предсказаниями малоуправляемых событий (прогноз курсов акций, погоды, спортивных результатов и др.). В рамках форсайта идет речь об оценке возможных перспектив инновационного развития, связанных с прогрессом науки и технологий, очерчиваются возможные технологические горизонты, которые могут быть достигнуты при вложении определенных средств и организации систематической работы, а также вероятные эффекты для экономики и общества.

Во-вторых, форсайт всегда подразумевает участие (часто путем проведения интенсивных взаимных обсуждений) многих экспертов из всех сфер деятельности, в той или иной степени связанных с тематикой конкретного форсайт-проекта, а иногда и проведение опросов определенных групп населения (жителей региона, молодежи и др.), прямо заинтересованных в решении проблем, обсуждающихся в рамках проекта.

Третье главное отличие форсайта от традиционных прогнозов – нацеленность на разработку практических мер по приближению выбранных стратегических ориентиров [33].

Определенный интерес представляют базовые принципы форсайта, называемые некоторыми исследователями «заповедями»:

1. Будущее полностью зависит от прилагаемых усилий – оно является творимым.

2. Будущее имеет множество вариантов своего развития, оно не является следствием прошлого и зависит от решений, которые в дальнейшем будут предприняты участниками проекта.

3. Существуют области науки и технологий, в отношении которых можно строить прогнозы, однако они не являются абсолютными.

4. Будущее нельзя спрогнозировать или предсказать, можно быть к нему готовым.

Указанные принципы в достаточной мере отражают идеологию форсайта: для того чтобы достигнуть желаемых результатов, необходимо приложить немало усилий и средств, однако нужно быть готовым к тому, что все пойдет иначе, чем предполагал сценарий.

Рассмотрим методы, используемые в форсайте. Набор подходов, используемых в форсайт-проектах, постоянно пополняется и в настоящее время охватывает десятки методов:

- качественные: интервью, обзоры литературы, морфологический анализ, «деревья соответствий», сценарии, ролевые игры и др.;

- количественные: анализ взаимного влияния (cross-impact analysis), экстраполяция, моделирование, анализ и прогноз индикаторов методов и др.;

- методы синтетического характера, в их числе – Дельфи, дорожное картирование, критические технологии, а также многокритериальный анализ, патентный анализ, игровое моделирование и др.

Широко известен так называемый «треугольник форсайта» (рисунок 7.1), в вершинах которого располагаются ключевые факторы, обеспечивающие успех работы с экспертами: креативность, извлечение экспертного знания и взаимодействие. Расположение методов форсайта внутри треугольника соответствует их «притяжению» к тому или иному его углу. Использование любого из методов имеет свои сильные и слабые стороны. Например, мозговой штурм способствует креативности экспертов, но необязательно сопровождается их эффективным взаимодействием, а экспертные семинары, обеспечивая взаимодействие специалистов, могут не привести к выявлению важных аспектов, отражающих перспективы развития отдельных технологических областей. Идея треугольника заключалась в том, чтобы задействовать в любом форсайт-проекте комбинацию методов, обеспечивающих успешную реализацию всех трех функций, соответствующих его вершинам.

Система методов форсайта постоянно развивалась и совершенствовалась. За последние десять лет накоплен большой опыт их практического применения. Эффективность комбинированного применения различных качественных и количественных методов нашла свое подтверждение. В то же время стало оче-



видно, что большие проекты, посвященные выбору экономических приоритетов на национальном уровне, требуют новых подходов, обеспечивающих получение объективных оценок, основанных на количественном анализе эмпирических данных – статистических индикаторов, патентной статистики, библиометрической информации и др. [33].



Рисунок 7.1 – Треугольник форсайта

Набор методов, применяемых экспертами для оценки развития и последствий любого социально-экономического явления, должен выбираться с учетом множества факторов: временных и ресурсных ограничений, наличия достаточного количества высококвалифицированных экспертов, доступа к информационным источникам и др. Тем не менее ключевым условием успешности экспертных оценок является использование методов, обеспечивающих эффективную работу привлекаемых экспертов. Проблема выбора адекватного набора подходов для применения в том или ином проекте не имеет однозначного решения.

Рассмотренные кратко различия между разными методами проведения экспертных оценок убедительно показывают, что ни одному из них нельзя отдать абсолютное предпочтение. Выигрывая в чем-то одном, метод обязательно проигрывает в чем-то другом.

Тем самым частые споры о том, какой метод лучше или хотя бы предпочтительней, являются бесплодными. Взгляд на разные методы с точки зрения только конкуренции между ними и эффекта взаимозаменяемости способен генерировать серьезные ошибки, которые можно назвать ошибками несоответствия применяемого метода поставленным задачам. Следовательно, исходить надо из того, что все методы являются комплементарными, и главное, выбор одного из них заключается в умении правильно идентифицировать, к какому классу экономических явлений относится решаемая проблема.

### **Список контрольных вопросов к разделу 7**

1. Дайте определение понятию «методы экспертных оценок».
2. Дайте определение понятию «экспертные оценки».
3. Какие существуют причины возникновения полной или частичной неопределенности в методе экспертных оценок?
4. Дайте определение понятию «эксперт».
5. Какие существуют причины привлечения к экспертизе людей для оценки объектов?
6. Какие существуют типичные проблемы, требующие проведения экспертизы?
7. Для чего используются методы экспертных оценок?
8. Дайте определение понятию «индивидуальные экспертные оценки».
9. В чем суть метода коллективной генерации идей (мозговой атаки)?
10. В чем суть метода «635»?
11. Какие существуют основные условия применения метода «635»?
12. В чем суть метода критической атаки?
13. В чем суть метода Дельфи?
14. В чем заключается основная цель метода Дельфи?
15. Какие существуют стадии при проведении исследований с использованием метода Дельфи?
16. Назовите недостатки метода Дельфи.
17. Какие существуют основные условия применения метода Дельфи в прогнозировании экономических и управленческих процессов?
18. Дайте определение понятию «форсайт».
19. Какие существуют базовые принципы форсайта.
20. В чем суть «треугольника форсайта»?

## Раздел 8 СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 8.1 Виды социологических исследований и этапы их проведения

**Социологическое исследование** представляет собой процесс, который состоит из ряда логических процедур, последовательно идущих друг за другом. К перечню таких процедур можно отнести не только методологические и методические, но и организационно-технические процедуры, которые имеют общую цель: сбор максимально достоверной информации об изучаемом явлении или объекте для практического применения в будущем.

Можно выделить три главные разновидности социологических исследований, среди них:

- разведывательное, также известное как зондажное или пилотажное;
- описательное;
- аналитическое.

**Разведывательное исследование** представляет собой наиболее простой вид социологического исследования, который дает возможность анализировать и решать ограниченный круг задач. Если исследователь прибегает к использованию этого типа исследований, то происходит испытание инструментария: всевозможных методических документов.

Программа разведывательного исследования является упрощенной, инструментарий – тоже. Кроме того, небольшими являются и обследуемые совокупности: обычно от 20 до 100 участников.

Разведывательное исследование в большинстве случаев служит «прелюдией» для более глубокого, детального изучения проблемы. В результате проведения такого исследования могут быть уточнены цели исследования, его гипотезы, некоторые задачи, а также вопросы, их вид и иногда формулировка.

**Описательное исследование** представляет собой гораздо более многогранный вид социологического анализа. Такое исследование служит для изучения и обработки эмпирической информации, которая позволяет получить относительно целостную картину изучаемого социального явления. В роли объекта анализа выступает довольно большая социальная группа. В качестве примера можно рассматривать трудовой коллектив большого предприятия.

В описательном исследовании можно использовать любое количество способов сбора эмпирических данных, так как сочетание различных методов способно повысить достоверность и полноту полученной информации, что, в свою очередь, дает возможность провести более качественный анализ и на его

основе сделать более верные выводы и, как следствие, более аргументированно обосновать рекомендации.

**Аналитическое исследование** представляет собой наиболее серьезный вид социологического исследования, так как не только делает акцент на описании элементов и деталей рассматриваемого социального явления или процесса, но и дает возможность выяснить глубинные причины, определяющие характеристики этого явления или процесса. В ходе такого исследования рассматривается совокупность различных факторов, характеризующих то или иное явление. Можно с уверенностью говорить о том, что аналитические исследования обычно завершают разведывательное и описательное исследования, во время которых были получены сведения, предварительно описывающие некоторые элементы рассматриваемого социального явления или процесса.

Обычно во время проведения конкретного социологического исследования (КСИ) все работы можно разделить на **три основных этапа**.

В **первый этап** входят все подготовительные работы, главной целью которых является создание **программы социологического исследования**. На основе этой программы в будущем можно разработать ряд более конкретных, детальных, специфических программ, которые будут прибегать к помощи выбранных методов сбора, обработки, а также анализа полученной информации. Кроме того, согласно программе социологического исследования, задаются все необходимые средства и различные инструменты для будущей работы. Нельзя недооценивать важность первого этапа, поскольку от качества его проведения во многом зависят результаты и в большинстве случаев исследование в целом.

**Второй этап** проведения социологического исследования является **оперативно-процедурным**. В ходе этого этапа выполняется непосредственное воздействие на объект исследования: к нему применяются запланированные процедуры с помощью заранее подготовленных на первом этапе инструментов. Иными словами, на втором этапе происходит само эмпирическое обследование. Его основной целью является получение необходимых данных об изучаемом объекте.

**Третий этап** – это **результатирующий этап любого** социологического исследования. В него входят следующие процессы:

- обработка полученных данных;
- анализ данных;
- последующее обобщение данных и результатов действий;
- разработка необходимых рекомендаций;
- оценка эффективности использования применяемого метода.

Любое социологическое исследование завершается написанием научного отчета, в котором освещаются полученные результаты.

Отдельно стоит отметить очень важную роль общей (КСИ) для исследователя-социолога, так как в ней организованы все действия по проведению исследования. **Программа социологического исследования** является наиважнейшим документом, который содержит в себе методологические и методические предпосылки исследования, а также все гипотезы исследования. В программе социологического исследования указываются все процедуры, а также описывается верная логическая последовательность необходимых операций для последующей проверки гипотез. Кроме того, программа социологического исследования представляется собой главную часть **отчета о проведенном исследовании**, где документируются полученные данные, а также сводятся все результаты КСИ.

**Процесс создания общей программы КСИ** проходит поэтапно, согласно принципам логики, и всегда последовательно. Главные этапы создания программы КСИ приведены на рисунке 8.1.

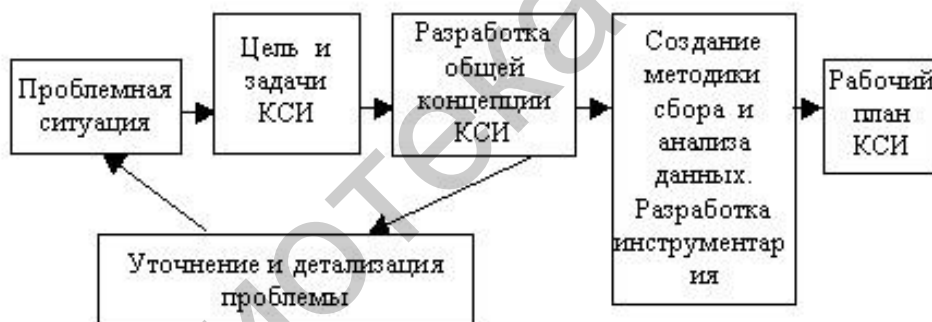


Рисунок 8.1 – Процесс создания общей программы КСИ

**Первым этапом создания программы КСИ является детальное описание проблемной ситуации и формулирование проблемы КСИ.** Этот влечет за собой выбор необходимого **объекта исследования.** Объектом социологического исследования называют то, что в той или иной степени имеет социальное противоречие и, как следствие, способно породить какую-либо проблемную ситуацию. Другими словами, объект исследования – это некоторый носитель проблемной ситуации. На заданный объект исследования нацелен процесс познания. В ходе разработки программы исследования ставят не только задачу поиска и указания объекта исследования, но и его описания в заданном множестве факторов, которые способны оказывать влияние на функционирование объекта исследования, а следовательно, и создавать проблемную ситуацию.

После того как объект исследования выбран, необходимо определить **предмет социологического исследования**. Предмет КСИ представляет собой совокупность всех свойств и особенностей объекта исследования, имеющих практический или теоретический вес, которые требуют непосредственного изучения. Верный выбор предмета исследования подкрепляется выверенной формулировкой проблемы, а также **системным анализом объекта исследования**.

После того как первый этап создания программы КСИ завершен, необходимо **задать и сформулировать цель и задачи КСИ**.

**Целью социологического исследования** является создание некоторой модели его прогнозируемого конечного результата, который представляет собой решение проблемы. Этот результат достигается только после проведения исследования. Важно отметить, что цель любого социологического исследования ориентирует социолога на решение теоретических, методических или прикладных проблем.

В качестве подготовительных работ перед началом определения объекта и предмета исследования, а также его цели и задач нужно пройти уровень теоретического поиска. Если мы рассматриваем теоретическое социологическое исследование, то в качестве такой подготовки можно использовать следующие активности:

- изучение тематической литературы;
- создание общей гипотетической концепции предмета исследования;
- интерпретация начальных понятий;
- определение проблемы;
- анализ выдвинутых гипотез.

В случае практического социологического исследования подготовительные работы над программой исследования включают в себя:

- изучение особенностей рассматриваемого социального объекта;
- понимание практических задач, подлежащих исполнению (это не задачи исследования);
- изучение тематической литературы с целью найти ответ на следующий вопрос: существует ли типовое (стандартное) решение заданных задач, то есть существует ли особая теория, которая имеет отношение к предмету исследования?

Набор конкретных требований, которые ставятся при анализе и поиске решения рассматриваемой проблемы, представляет собой перечень задач социологического исследования. Задачи исследования представляют собой те вопросы, ответы на которые позволят реализовать цели КСИ. Задачи имеют инструментальный характер, то есть решенные задачи – это единственный необ-

ходимый и достаточный критерий по реализации цели. Задачи называют всевозможные способы достижения поставленной цели с помощью различных процедур исследования.

Задачи разделяются на следующие виды:

- основные;
- частные;
- дополнительные.

Следует отметить, что логическую связь имеют основные и частные задачи, так как они являются средствами решения основных вопросов исследования. Дополнительные задачи, в свою очередь, относятся к отдельным сторонам рассматриваемой проблемы, а также к специфическим способам ее решения.

Третий этап ориентирован на **создание общей концепции социологического исследования.**

**Первое действие** – это уточнение и интерпретация главных, ключевых понятий. Следует подчеркнуть, что **интерпретация понятий** КСИ представляет собой процесс истолкования и уточнения смысловой нагрузки тех понятий, которые входят в состав концептуального видения исследования. Важно отметить, что интерпретация понятий является универсальной процедурой любого КСИ, так как именно она лежит в основе хода разработки программы исследования. Кроме того, данная процедура используется для построения основополагающего содержания программы. Нужно обращать внимание на то, что уточнение смысла используемых понятий может происходить, а в идеале – должно происходить на каждом этапе разработки программы исследования, а также в процессе проведения исследования с учетом принципов итерации.

**Второе действие** – это проведение предварительного анализа исследуемого объекта.

В ходе исследования определение главных понятий проблемы, а также их теоретическая интерпретация должна опираться на некоторое научное представление о предмете исследования. Системный анализ служит для того, чтобы получить образ предмета и сделать представление о нем наиболее ясно выраженным (то есть максимально четким и определенным). Кроме того, системному анализу подвергается и сам объект исследования. Это значит, что в процессе декомпозиции объекта на составляющие элементы исследователь превращает его в предмет целенаправленного изучения.

Предварительный системный анализ предмета КСИ представляет собой не что иное, как своеобразное моделирование исследовательской проблемы. Это значит, что на данном этапе создается такая детализация, которая дает возможность затем выдвинуть как общие, так и частные гипотезы исследования.

**Третье действие** представляет собой определение и выдвижение рабочих гипотез. **Гипотеза** – это основной методологический инструмент, который служит для организации полного процесса КСИ, а также подчиняет этот процесс законам логики. В социологических исследованиях гипотезы представляют собой набор обоснованных предположений о строении и устройстве социальных объектов, а также о существующих связях между рассматриваемыми социальными явлениями и их характеристиками. Также гипотезы раскрывают суть существующих подходов к решению социальных проблем.

Предпосылки для генерации гипотез в социологии находятся на грани между систематичными наблюдениями реальных событий и аналитической системой, которая способна объяснять изучаемые события на основе существующих понятий социологической теории, а также различных смежных наук. Если социолог-исследователь имеет в распоряжении специальную социологическую теорию, относящуюся к рассматриваемой предметной области, и данная теория его полностью устраивает, то очевидно, что генерация гипотез в значительной степени облегчается. В случае отсутствия подобной теории социологу придется создавать новую гипотетическую систему.

Предварительный системный анализ объекта изучения – это выдвижение общей гипотезы относительно предмета социологического исследования.

После того как системное представление об объекте КСИ создано, социолог может сформулировать перечень декомпозированных **начальных гипотез**, которые способны разъяснить исследовательскую проблему. Имея их, исследователь может проверить справедливость выдвинутого толкования не в общем, а используя его части. Следовательно, необходимо, чтобы все выдвигаемые гипотезы были логически связаны между собой и образовывали цельную систему доказательств выдвинутого толкования проблемы.

Следует отметить, что на этом этапе очень часто прибегают к использованию метода дедукции, предполагающего, что начальные гипотезы должны разворачиваться в логичную цепочку вытекающих **гипотез-следствий**. Эмпирические исследования призваны проверять гипотезы-следствия, сформулированные в значительно менее общих понятиях, чем исходные гипотезы. Проверка этих выводимых предположений может производиться только в том случае, когда каждый из терминов, которые были использованы при формулировке гипотез, подвергались эмпирической интерпретации.

**Четвертое действие** представляет собой процесс создания методики сбора, обработки и анализа полученной информации, а также разработку необходимого инструментария. В него включаются следующие действия:

- определение принципиального плана и необходимого вида КСИ;



- выбор подходящего метода сбора данных;
- подготовка необходимого инструментария;
- создание обследуемой совокупности, то есть системы выборки единиц наблюдения;
- выбор процедур для анализа полученных данных.

Определение **принципиального плана исследования** задает **вид социологического исследования**. Чтобы выбрать подходящий план, нужно оценить состояние имеющихся на момент сбора эмпирической информации знаний, а также существующие возможности для разработки гипотез. Следует помнить, что от этого во многом зависит определение стратегии исследовательского поиска.

**Метод сбора данных** определяется с учетом характерных особенностей или ограничений в использовании тех или иных методов сбора данных. Очевидно, что выбор набора методов должен быть логически обоснован. После того как выбор сделан, наступает черед определения необходимого инструментария для сбора данных. В качестве инструментария можно использовать различные анкеты при опросе, карты наблюдений, всевозможные таблицы, помогающие при анализе документов, и т. д.

**На этапе создания инструментария** возникает множество вопросов о том, как адекватно измерить нужные социологу характеристики наблюдаемого объекта. В качестве примеров таких сложных вопросов можно рассмотреть следующие:

1. Как определить, насколько неблагоприятны отношения в рассматриваемой семье?
2. Как измерить степень социального расслоения в обществе?
3. Как измерить степень социальной напряженности в изучаемой стране?

Точкой отправления для решения этих и подобных им проблем является четкое и правильное определение понятий исследования. А затем важно верно измерить признаки каждого из этих понятий.

**Измерение признаков** представляет собой процесс, который помогает сравнить измеряемый объект с имеющимся эталоном, а также в результате дает некоторое числовое выражение согласно используемой шкале (возможно, в заданном масштабе).

**Процесс формирования обследуемой совокупности** обусловлен тем, что на этапе сбора информации, используя созданный инструментарий, социолог обычно сталкивается с ситуацией, в которой он не имеет возможности проанализировать каждый элемент, входящий в состав рассматриваемого объекта, например, в ситуации изучения трудового коллектива организации не суще-

ствуется возможности отдельно изучить каждого работника. Чтобы выйти из этого положения, исследователю приходится использовать какой-либо из способов **выделения интересующих его элементов из большой совокупности**. Это делается для того, чтобы изучить хотя бы некоторую их часть, ожидая, что на этой **выделенной совокупности** можно будет обнаружить свойства **генеральной совокупности**, то есть такие свойства, которые присущи всему объекту исследования в целом.

Способы формирования обследуемой совокупности приведены ниже:

**1. Сплошное исследование** – способ, который требует совершенно полного охвата элементов объекта; при использовании такого способа никакие исключения не допускаются. В данном случае обследуемая совокупность представляется идентичной генеральной совокупности.

**2. Исследование основного массива** – исследование, которое охватывает большую область объекта либо наиболее главные его элементы. Такой способ выбора элементов не является строго формализованным, нет возможности признать, что полученные по окончании исследования данные окажутся достаточно надежными.

**3. Монографическое исследование** – исследование, при котором изучению подвергается некоторая часть рассматриваемого объекта, выбираемая в соответствии с рядом определенных критериев. Полученная в результате часть объекта, которая может оказаться только одной исследуемой единицей, обязательно должна являться типичной для всего изучаемого объекта. Например, объектом изучения может быть социальный слой предпринимателей, который будет изучен с помощью детального ознакомления с некоторым типичным представителем такого слоя. Такое исследование тоже нельзя считать формализованным методом, то есть он не способен давать достаточно надежную информацию.

**4. Выборочный метод** – формализованный метод, несмотря на то что при его применении существует вероятность разной степени формализации. Выборочная совокупность в случае использования выборочного метода получается по заданным правилам. Главным отличием выборочного метода от прочих методов формирования обследуемой совокупности (за исключением сплошного исследования) является то, что данный метод дает возможность распространения выводов и результатов, полученных в ходе анализа выборочной совокупности, на генеральную совокупность.

Поскольку выборочный метод имеет ряд специфических особенностей, он широко применяется в социологических исследованиях. Главная из этих особенностей состоит в том, что этот метод дает возможность получить макси-

мальную степень **репрезентативности**. Свойством репрезентативности называют такую особенность выборочной совокупности, которая дает возможность получить те параметры генеральной совокупности, которые являются наиболее значимыми с позиции задач исследования. Требование репрезентативности выборочной совокупности означает, что по определенным параметрам состав рассматриваемых в ходе исследования единиц совокупности должен максимально приближаться к имеющимся пропорциям в генеральной совокупности.

Пятое действие – это создание рабочего плана исследования. Этим действием завершается создание программы социологического исследования. На этом этапе происходит упорядочивание всех предшествующих этапов работы, определяются и называются сроки проведения исследования, проводится оценка необходимых ресурсов и прочее. В рамках рабочего плана разрабатывается **логический план** исследования в целом, а на основе этого плана строится **организационный план**, который включает в себя непосредственно график работ.

В качестве вывода следует акцентировать внимание на том, что следование описанному выше алгоритму КСИ – это во многом залог его успешного и качественного проведения.

## 8.2 Программа социологического исследования

Важнейшим социологическим документом является программа социологического исследования, именно в ней отражены все основы (методологические, методические и процедурные) исследования объекта.

Программу социологического исследования можно рассматривать как теорию и методологию конкретного исследования отдельного эмпирического объекта или явления, которое представляет собой теоретико-методологическую основу процедур всех этапов исследования, сбора, обработки и анализа информации.

Программа социологического исследования выполняет ряд функций:

- 1) методологическую;
- 2) методическую;
- 3) организационную.

**Методологическая функция.** Изучение проблематики осуществляется через методологическую функцию. Кроме этого, именно она помогает определить цель и задачи, проанализировать объект социологического исследования, выяснить связь данного исследования с теми, которые проводились ранее.

**Методическая функция.** За разработку плана исследования отвечает методическая функция. На основании разработанного плана происходит и сам процесс социологического исследования.

**Организационная функция.** Разделением обязанностей между всеми членами исследования занимается организационная функция. Она позволяет не только поставить процесс исследования, но и обеспечивает его выполнение.

Существует целый ряд требований, которым должна соответствовать программа исследования. В программе должны найти отражение такие пункты, как последовательность и поэтапность исследования. Стоит отметить, что каждый шаг в последовательности имеет свои собственные задачи. Составляющие пункты программы исследования должны быть связаны логически. Именно определенный принцип соблюдения последовательности этапов в программе обуславливает структурные и содержательные особенности документа.

Программа исследования должна содержать следующие разделы:

1. Определение проблемы исследования.
2. Постановка цели и задач.
3. Определение объекта и предмета социологического исследования.
4. Описание основных понятий исследования, методов.
5. Определение плана социологического исследования.

Сам план должен быть разделен на две составные части: процедурную и методологическую.

Стоит отметить, что вид, глубина и масштабность социологического исследования напрямую влияют на соотношение затрагиваемой проблемы и проблемной ситуации. Сам предмет социологического исследования обозначается через определение стороны явления, которое нуждается в изучении. Именно предмет изучения является «ограничителем» исследования, не позволяя ему выходить за заранее predetermined рамки. После уточнения предмета исследования происходит постановка цели и задач.

Цель исследования должна быть ориентирована на получение конечного результата. Цели подразделяются на два типа: теоретические и прикладные. Теоретическая цель отвечает за описание того или иного аспекта программы. Прикладная цель направлена на разработку определенных практических рекомендаций.

Достижение цели происходит через успешное решение задач – отдельных шагов исследования. Под постановкой задачи понимается создание своеобразного плана достижения цели. Формулировка вопросов происходит через постановку задач. Задачи могут быть основными и побочными, в зависимости от области исследования, с которой они связаны. Так, например, побочные задачи от-

вечают за проверку дополнительных научных гипотез, а также за решение определенных методических вопросов.

Основные социологические понятия предопределяются в самом тексте программы исследования.

Процесс логического анализа подразумевает под собой приведение абстрактных понятий к таким, которые могут быть выражены эмпирически, собраны и обработаны с использованием существующих инструментов.

В ходе подготовительной работы для проведения социологического исследования необходимо провести предварительный системный анализ объекта. Он включает в себя моделирование проблемы, ее разделение на составные части, выяснение и уточнение проблемной ситуации. Все это позволяет сделать предмет исследования более точным, понятным.

Формулирование гипотез представляет собой конкретизацию методологического инструмента и является неотъемлемой частью разработки программы социологического исследования.

Гипотеза представляет собой научное предположение об определенном социальном явлении, величине, характере и скорости изменения признаков явления, его структуре и возможных методах решения определенных проблем в обществе.

Гипотеза, как правило, задает основное направление социологического исследования, а также оказывает влияние на выбор методов и определение вопросов для исследования.

Проводимое социологическое исследование может подтвердить или опровергнуть гипотезу.

Гипотезы могут быть основными и выводными, основными и неосновными, первичными и вторичными, а также описательными или объяснительными.

Тем не менее существуют некоторые требования, предъявляемые к формулированию гипотезы. Гипотеза не должна содержать или ссылаться на понятия, которые не могут быть выражены эмпирически. Гипотеза должна быть простой, кратко сформулированной, и не должна противоречить остальным научным фактам. Гипотеза должна быть проверяемой текущими средствами и методами социологических исследований.

Выбор методов сбора социологической информации зависит от специфики и особенностей изучаемого объекта. Выбранные методы сбора информации должны быть обоснованы. Кроме этого, описание способов обработки полученных данных подразумевает указание технических средств, которыми информация будет обрабатываться.

### 8.3 Методы социологических исследований

Очевидно, что социологическое исследование не может проводиться без использования определенного набора инструментов, правил и тактик, проще говоря, методики проведения исследований.

**Методика** – это совокупность множества приемов технического характера определенного метода, которая включает перечень частных операций, а также их последовательность, зависимость и связь.

**Метод** – это способ (прием) получения, обработки, а также проведения анализа полученных данных.

**Техника** – это множество определенных приемов, которые используются для эффективного осуществления того или иного метода.

Основными методами, которые могут быть использованы в социологических исследованиях, являются:

- 1) наблюдение;
- 2) фокус-группы;
- 3) эксперимент;
- 4) анализ документов;
- 5) проекционные методы;
- 6) опрос:
  - а) анкетирование;
  - б) интервью.

Эти методы, позволяющие получить необходимые данные, разделяются на две категории: качественные и количественные. Основным количественным методом является опрос. К качественным методам сбора информации относятся наблюдения, фокус-группы, анализ документов и проекционные методы. Эксперимент, в свою очередь, дает возможность получения как качественной, так и количественной первичной информации.

#### **Наблюдение**

Наблюдение – это осмысленное восприятие объектов и явлений действительности, в ходе которого исследователь приобретает определенные знания, касающиеся внешних свойств, состояний и взаимоотношений изучаемых объектов. Существуют различные приемы, формы фиксации и документирования данных:

- журнал наблюдения, дневник;
- технические средства фиксации наблюдений (фото-, теле-, аудиоаппаратура).

Главной особенностью наблюдения является возможность систематизации и проведения анализа впечатлений об объекте исследования.

Стоит отметить, что при проведении социологических исследований существует возможность фиксации неявных данных, таких, как поведение, мимика и жесты, эмоции.

Кроме этого, существует разделение на два основных типа наблюдения:

- включенное;
- невключенное.

При включенном наблюдении социолог изучает поведение людей как участник группы (будучи одним из ее членов). В случае, если социолог наблюдает за человеком со стороны (не будучи членом данной группы людей), то считается, что он проводит невключенное наблюдение.

Основным объектом наблюдения для проведения социологических исследований является поведение людей (групп людей), а также условия их деятельности.

### **Фокус-группы**

Фокус-группа – это относительно небольшая группа людей, которой руководит определенный модератор. Модератор способен акцентировать внимание группы на рассмотрении необходимых вопросов, ситуаций или проблем. Такое общение не является формальным, оно довольно спонтанное и неструктурированное. Поэтому внимание группы фокусируется на каждом рассматриваемом вопросе очень быстро, что вызывает живое участие всех членов группы в обсуждении и создает атмосферу, способствующую проявлению активности со стороны членов группы. Такое общение обычно проходит в комфортной обстановке, чтобы получить эффект свободного и непринужденного общения. Главные цели такого метода:

- генерация идей;
- ознакомление с мотивацией, интересами и запросами исследуемой социальной группы;
- понимание результатов родственных количественных исследований.

### **Анализ документов**

Еще одним существенным методом проведения социологических исследований, а точнее методом сбора первичной информации, является анализ документов.

В качестве информационных социологических источников могут быть приняты не только текстовые объекты (протоколированные доклады, публикации, письменные сообщения, резолюции), но и социальная статистическая информация, используемая для определения характеристик, истории развития определенного явления или изучаемого процесса.

Программой исследования определяется необходимый набор источников информации, однако стоит отметить, что при определении таких источников могут быть применены методы отбора (конкретный или случайный).

Анализ документов может быть как внешним, так и внутренним. Под внешним анализом подразумевают такой анализ, при котором исследуются все обстоятельства создания документов, уточняется исторический и социальный контекст. Под внутренним анализом подразумевают исследование непосредственно содержания документа, его текста, а также объектов, явлений и процессов, которые описаны в данном источнике.

### **Проекционные методы**

Проекционные методы используются в тех случаях, когда необходимо получить такую информацию, которую участники исследуемой совокупности не хотели бы высказывать от первого лица. Например, данные об употреблении наркотиков, алкоголя, наличии дачи, получении взяток, превышении служебных полномочий и т. д.

Главным образом, такие методы нацелены на получение информации о глубинных мотивах поведения той или иной группы респондентов.

Суть этих методов заключается в том, что участники рассматривают набор ситуаций, которые они проецируют на себя, а затем отвечают на ряд вопросов.

### **Опрос**

Еще одним методом сбора социологической информации является опрос, который предусматривает не только обращение (устное или письменное) исследователя к респонденту (или группе респондентов), содержащее вопросы по определенной проблематике, но и регистрацию, статистическую обработку ответов, а также их научную интерпретацию (теоретическое объяснение).

Опрос предназначен прежде всего для раскрытия тех факторов и получения тех данных, которые не могут быть понятны из прямого наблюдения за участником процесса. Стоит отметить, что данный метод социологических исследований является наиболее востребованным и распространенным.

Существуют два наиболее часто употребляемых вида опроса: анкетирование и интервью. Анкетирование предполагает письменные ответы на вопросы, интервью же является устной формой опроса, когда от участника опроса не требуется письменного заполнения анкеты, бланка и т. д. Так или иначе в основе всех опросов лежат вопросы, которые могут задаваться респондентам в виде анкеты или опросного листа.

Под интервью подразумевается целенаправленная беседа, основной целью которой является получение ответов на те вопросы, которые заложены программой социологического исследования. Несомненными плюсами интервьюирования являются следующие возможности:

- получить представление о человеке (уровне его умственного и культурного развития);



- получить мнение респондента по тем или иным вопросам, которые не связаны непосредственно с программой исследования;
- уточнять вопросы на основе ранее полученных ответов;
- учитывать личность опрашиваемого человека для постановки дополнительных, уточняющих вопросов.

Однако интервью должно проводиться согласно predeterminedенной программе исследований, несмотря на некоторую степень свободы и гибкости, предоставляемую данной формой опроса.

Стоит заметить, что существует несколько типов интервью, которые могут различаться по содержанию (документальное интервью, опрос мнений), технике проведения (стандартизированное интервью или свободное), процедуре проведения (фокусированное, интенсивное).

Особая классификация существует и для проводимых анкетных опросов. Обычно их классифицируют по конструкции задаваемых вопросов и по их содержанию. Так, существуют закрытые вопросы с predeterminedенными вариантами ответа, и открытые – когда респондентам предлагается самим написать письменный ответ на вопрос. Существует и «полузакрытый» тип вопросов, представляющий симбиоз двух ранее описанных типов.

Любой социологический опрос проходит в соответствии с программой и может быть разделен на три этапа:

1. Этап определения теоретических предпосылок для опроса (формулировка цели, задач, проблем, объектов и предметов опроса, определение исходных теоретических понятий, а также вычленение эмпирических индикаторов).

2. Этап обоснования выборки (определяется генеральная совокупность выборки, а также правила поиска и отбора респондентов).

3. Этап обоснования опросного листа (формулировка окончательных вопросов для респондентов, презентация проблемы социологического исследования, обоснование вопросника, определение и доведение единых требований до анкетеров по ведению опроса, документирование ответов, разработка и обеспечение соблюдения требований организации опроса).

Опросы подразделяются на массовые и специализированные в зависимости от выбранных источников информации. Если массовый опрос подразумевает анкетирование или интервьюирование представителей различных социальных групп, то источником информации для специализированных опросов являются лица с существенным уровнем компетенции, навыками, опытом и знаниями в вопросе, связанном с объектом исследования. Как правило, участниками специализированных опросов являются эксперты, чьи мнения могут быть интерпрети-

рованы как объективные данные по интересующей проблематике. Второе широко используемое название этого типа опросов – метод экспертных оценок.

### **Эксперимент**

Зачастую при проведении социологических исследований социологи проводят эксперименты. Конечно, они существенно отличаются от тех опытов, которые проводятся учеными в лабораториях с применениями химических реагентов, однако имеют и много общего с ними, а именно – цель.

Целью социологического эксперимента является проверка на практике определенных гипотез (научных предположений).

Проведение эксперимента подразумевает под собой:

- определение, вычленение экспериментальной группы;
- создание определенной экспериментальной ситуации для группы (искусственное воздействие определенного фактора);
- отслеживание и документирование изменений, их величины и направления, выяснение устойчивости изменений в группе.

Существуют различные типы экспериментов:

- 1) лабораторные;
- 2) полевые;
- 3) линейные;
- 4) параллельные.

Отбор участников группы не является хаотическим, как правило, применяются различные методы отбора:

- попарный отбор;
- отбор на основе структурной идентификации;
- случайный отбор.

При планировании и проведении эксперимента можно выделить такие процедуры, как выбор объекта эксперимента, выбор признаков (контрольных, факторных и нейтральных), определение условий для создания экспериментальной ситуации, формулировка гипотез и задач, отбор индикаторов для контроля эксперимента.

## **8.4 Экономические методы анализа результатов социологического исследования**

В современных условиях сбор и анализ данных социологических исследований представляет собой во многих случаях не только социальный, но и экономический интерес. Проанализировав данные социологического исследования, полученные за прошедший промежуток времени, компетентный эконо-

мист может получить огромное количество экономической информации: понять стратегию компании, ее цели, а также мотивы развития. Иногда такой анализ дает больше данных, чем учредительные документы. Однако главной целью проведения экономического анализа данных, полученных в результате социологических исследований, является не это. Главный интерес представляет собой возможность прогнозирования на основании сырых данных нужной и ранее не известной информации, которая может быть использована для принятия тех или иных экономических решений в будущем. Стоит отметить, что для применения экономических методов и полноценной экономической оценки полученной информации нужно и собирать ее там, где она возникает, например, в экономической среде: в компаниях и на производствах. Во многих организациях сбору информации уделяют серьезное внимание, так как грамотно собранная информация зачастую дает возможность получить после ее анализа такие результаты, которые помогут вывести компанию на лидирующие позиции, победить конкурентов. Очевидно, что одна из ключевых ролей в любой экономической организации отводится сбору и анализу данных.

Многочисленные современные методы анализа данных позволяют получить полную и четкую информацию о конкурентном положении компании, возможных путях ее развития и способах решения возникающих проблем. Из основных и наиболее часто используемых методов можно назвать следующие:

1. Статистические. К этим методам можно отнести анализ временных рядов, корреляционный и регрессивный анализ и др. Статистический анализ данных заключается в обработке количественных данных, полученных при помощи специальных действий или случайно в процессе функционирования организации. Для точности статистического анализа данных погрешность не должна составлять более 3–5 %.

2. Кибернетические. К этим методам можно отнести построение дерева решений, эволюционное программирование, нечеткую логику и др. На программном уровне анализ данных осуществляется при помощи ряда программных средств: Microsoft Excel, Eviews, Statistica. Анализ данных с их помощью намного упрощает сам процесс сбора, компоновки и анализа данных за счет наличия большого количества встроенных экономических, финансовых и математических формул. Таким образом, обработка и анализ статистических данных проводятся быстро, четко и без особых затруднений.

Подводя итог, следует отметить, что в настоящее время важность анализа данных нельзя недооценивать. В компаниях любого масштаба сбор и анализ данных, а также их обработка занимают лидирующие позиции среди всех других функций организации.

## Список контрольных вопросов к разделу 8

1. Что называют социологическим исследованием?
2. Какие существуют разновидности социологических исследований?
3. Что является объектом социологического исследования?
4. Что является предметом социологического исследования?
5. Опишите процесс создания программы социологического исследования.
6. Какие функции выполняет программа социологического исследования?
7. Что такое генеральная совокупность?
8. Что такое обследуемая совокупность?
9. Дайте определение понятию «свойство репрезентативности».
10. Какие существуют способы формирования обследуемой совокупности из генеральной совокупности?
11. В чем отличия обследуемой совокупности от генеральной?
12. Что такое гипотеза?
13. Какие существуют требования, предъявляемые к формулированию гипотезы?
14. Что такое эксперимент?
15. Какие типы экспериментов вы можете назвать?
16. Какова роль экспериментов в проведении социологических исследований?
17. Перечислите качественные методы сбора данных.
18. Дайте характеристику количественным методам сбора данных.
19. В чем заключается ценность социологических исследований с экономической точки зрения?
20. Какие экономические методы используются для анализа данных, полученных в ходе проведения социологических исследований?

## Раздел 9

### МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

#### 9.1 Содержание анализа, технология его проведения

В соответствии с последовательностью процедур процесса принятия решений формирование любого решения начинается с анализа проблемной ситуации. Для того чтобы провести анализ проблемной ситуации, необходимо в первую очередь сформулировать проблему и описать ситуацию, в которой она имеет место.

Существует несколько видов проблем при принятии управленческих решений:

1. Проблема может быть связана с результатом производственно-хозяйственной деятельности организации. Такие проблемы являются очевидными для руководителей, так как они достаточно просты и легко могут быть обнаружены. Как правило, решение таких проблем происходит последовательно после проведения анализа, что связано с ограниченностью ресурсов.

2. Так называемые скрытые проблемы, существование которых обнаруживается в результате проведения специального анализа [29].

С точки зрения целей деятельности проблемы могут возникать в следующих случаях:

- функционирование организации в данный момент не обеспечивает достижение поставленных целей;
- функционирование организации в будущем не обеспечит достижение поставленных целей;
- необходимо изменение целей деятельности.

Если в ходе экономических исследований обнаруживается несколько проблем, то после выявления и описания каждой производится их сравнительный анализ, определение приоритетности их решения.

Для того чтобы найти выход из сложившейся проблемной ситуации (принять верное управленческое решение), необходимо ясно и четко изложить саму суть проблемы. Часто так бывает, что руководители не знают проблем своих организаций. Они, к примеру, могут наблюдать, как объем продаж падает, рыночная доля уменьшается, но это только симптомы, а важно выявить причины их проявления [41]. Также возможна такая ситуация, когда принимаемое, кажущееся верным решение не адресовано реальной проблеме. Чтобы избежать этого, необходимо исследовать все возможные причины появившихся симптомов.

В целом анализ проблемной ситуации включает следующие этапы [38]:

1. *Получение базовых знаний об организации, ее деятельности.* На этом этапе происходит сбор информации об истории организации, ее типе, организационной структуре, целях ее деятельности. Собирается информация о деятельности организации, ее политике. Таким образом, исследователь получает начальную информацию для первоначального осмысливания возникшей проблемы (ответы на вопросы: где, когда, что?).

2. *Ознакомление с ситуацией, в которой находится ЛПР, с целями и ресурсами.* На данном этапе в первую очередь выделяются причины, из-за которых руководитель обращается за помощью к исследователю. Получается, что исследователь должен владеть информацией об организации, ее руководителе и в первую очередь – его целях. Это дает ЛПР возможность определения остроты возникшей проблемы, срочности ее решения и новизны условий, в которых данная проблема имеет место. На основе сравнения целей с реальными текущими результатами можно сделать вывод о том, появилась ли данная проблема внезапно или организация «катилась» к данной ситуации постепенно. Важная информация может быть получена из знакомства с финансово-экономическими документами, что позволит исследователю глубже понять возникшую проблему (почему возникла данная проблема, при каких условиях, кто должен решать проблему, с какой целью, когда нужно решать, возникала ли данная проблема раньше и т. д.).

3. *Прояснение симптомов проблемы.* Главная цель этого этапа – углубленное изучение проблем-симптомов. Смешение причины и следствия, как правило, приводит к принятию неверных решений. Поэтому выявление таких проблем-симптомов является важным этапом, который обычно осуществляется с помощью данных мониторинга текущей ситуации, который можно провести на основе как формально-аналитических, так и экспертных методов. В эффективно работающих организациях осуществляется постоянный мониторинг причин возникновения возможных проблем. В качестве главных индикаторов возможных проблем обычно рассматривается динамика финансовых и рыночных показателей, состояние конкурентной борьбы и т. п.

4. *Выявление предполагаемых причин возникновения проблем, другими словами, базовых проблем, лежащих в основе симптомов.* На этом этапе для каждой проблемы-симптома по определенной схеме выявляются проблемы-причины ее возникновения.

5. *Определение новизны проблемной ситуации.* Проведение данного анализа необходимо для выявления возможных прецедентов или аналогий в прошлом. Если таковые наблюдаются, то существует вероятность успешной применимости прошлых решений к настоящей проблемной ситуации. В противном

случае в проблемной ситуации приходится решать задачу принятия решения заново.

6. *Определение степени влияния решения данной проблемы на другие проблемы организации.* Упрощение проблемы может затруднить ее решение. Для того чтобы такого не происходило, следует расширять границы исследуемого объекта с целью использовать информацию о более крупной системе, частью которой является наш объект. Часто стараются свести сложные проблемы к одной или нескольким простым разрешимым проблемам, проводят так называемое «сокращение размерности задачи». Однако, если использовать подобный подход, мы снижаем шанс того, что эффективное решение первоначальной проблемы будет найдено. Кроме того, целесообразно определить, какие дополнительные проблемы могут возникнуть, если принятое решение не будет реализовано. Чем разнообразнее профессиональная подготовка тех, кто исследует проблемную ситуацию, тем разнообразнее переменные, которые можно считать поддающимися регулированию. Этим объясняются повсеместно подтверждающиеся широкие возможности решения проблем усилиями междисциплинарных групп. Главное достоинство такого подхода состоит в том, что представители различных дисциплин совместно работают над решением проблемы без разделения ее на части, какой бы сложной она ни была.

7. *Оценка возможности решения проблемы с учетом существующих условий (ситуация для ЛПП).* На этом этапе руководитель и исследователь оценивают в рамках имеющихся ресурсов целесообразность и актуальность решения выявленных базовых проблем. Еще на начальном этапе принятия решения необходимо хотя бы приблизительно оценить возможности решения проблемы, поскольку не имеет смысла заниматься выработкой решения для явно неразрешимой проблемы. Представляется, что в силу высокого уровня неопределенности проблемы на данном этапе ее решения расчет ресурсов, необходимых для этого, осуществить сложно. Для этого потребуется конкретизация целей в данной проблемной области, рассмотрение разных вариантов решения этой проблемы, то есть реализация последующих этапов процесса принятия решения. Видимо, как исключение, можно говорить о некоторой экспертной, ориентировочной оценке затрат ресурсов. В каждой проблемной ситуации существует совокупность относящихся к делу обстоятельств. Некоторые из них обычно кажутся очевидными. Чем более очевидными кажутся нам эти факты, тем более тщательно следует проверять их истинность. Более вероятно ошибиться, принимая без доказательств кажущееся очевидным, чем, требуя доказательств, пусть даже ориентировочных. Если очевидный факт опровергается, то почти

неизбежно открываются возможности для нахождения более эффективных решений рассматриваемой проблемы.

8. *Оценка адекватности имеющейся информации.* Проблемная ситуация описывается информацией разного объема и качества. Поэтому исследователь должен оценить состояние информационного обеспечения решаемой проблемы и установить, каким оно должно быть. Разница между существующим и требуемым уровнями информационного обеспечения определяет цели сбора дополнительных данных, необходимых для полного и достоверного описания проблемной ситуации.

9. *Краткое описание результатов анализа проблемной ситуации,* в котором дается ее четкая формулировка.

Формулирование проблемы осуществляется с учетом следующего:

- указывается организация (если исследователь является внешним консультантом по отношению к организации), подразделение организации и руководители, которые должны принять участие в последующих исследованиях;
- излагаются симптомы проблем;
- излагаются возможные причины этих симптомов;
- формулируются предполагаемые результаты решения данной проблемы и направления их использования.

Можно выделить следующие подходы к выявлению проблем управления [41].

1. *Анализ результатов производственно-хозяйственной деятельности организации.* Исходными данными здесь являются сведения о состоянии, функционировании рассматриваемой организации и соответствии этого состояния целям деятельности организации. Для этого изучают и анализируют отчетные, нормативные и статистические документы и данные. Большая роль в этом принадлежит методам обработки статистической информации. Существенным недостатком этого подхода являются трудности выделения на основе анализа результатов производственно-хозяйственной деятельности проблем совершенствования управления из общей совокупности проблем данной организации. Определение «доли вины» управленческих факторов среди множества других факторов (технических, производственных, финансовых и т. п.) в возникновении тех или иных проблем при достижении целей организации – чрезвычайно сложная задача. Она, если и может быть решена, то только в результате проведения специальных исследований, основанных на применении методов факторного анализа, корреляционного и регрессионного анализа, кластерного анализа, контент-анализа и других математических методов, устанавливающих зависимости между конечными результатами и факторами, их обусловившими.



2. *Выявление проблем путем экспертного опроса руководителей и специалистов.* Экспертные оценки широко применяются на практике выявления проблем, поскольку они позволяют получить сравнительно надежную, а иногда и единственно возможную информацию о проблемах организации. Как правило, экспертный опрос проводится среди сотрудников обследуемой организации. Однако большое значение может иметь информация, полученная из внешних по отношению к данной организации источников (потребители, поставщики, местные органы власти и т. п.). Проблемы социально-психологического плана могут быть получены на основе социологических исследований, проведенных внутри организации.

3. *Наблюдение за выполнением управленческих функций* и (или) непосредственное участие в их реализации специалистов-консультантов, которые выявляют проблемы совершенствования управления в организации. Совместное применение этих подходов дает возможность получить наиболее полную информацию о проблемах управления. Однако на практике проведение таких всеобъемлющих комплексных исследований – чрезвычайно сложная задача.

## **9.2 Метод логико-смыслового моделирования проблем**

Процедура выявления проблем включает формирование каталога проблем и его структуризацию. Наиболее сложным является формирование каталога проблем (отредактированного неупорядоченного перечня проблем). Существует даже устойчивое убеждение, что если проблема правильно сформулирована, то можно считать ее частично решенной. Выявление и корректная формулировка проблемы – это творческий процесс, который вряд ли может быть формализован. В основу этого процесса положен экспертный метод, который включает: выбор формы опроса экспертов, определение структуры и численности экспертной группы, разработку методики опроса, проведение опроса, составление списка проблем, экспертизу проблем. К экспертному опросу привлекаются руководители и специалисты, глубоко знающие проблемы организации [41].

Исходный список проблем, полученных в результате проведения экспертного опроса, составляется сотрудниками рабочей группы. Заполненные и закодированные анкеты подвергаются экспертизе и обрабатываются. Из них последовательно выписываются формулировки проблем и коды анкет, в которых они высказаны [41]. Проблемы в списке нумеруются в порядке очередности рассмотрения анкет. Если в очередной анкете встречается формулировка, уже имеющаяся в списке, то в него вносится только код этой анкеты.

Экспертиза исходного списка проблем предполагает исключение одинаковых по содержанию проблем, но отличающихся формулировками, и замену их проблемой с обобщенной формулировкой. В итоге получается каталог проблем.

После этого производится попарное сравнение всех проблем каталога по отношению «причина – следствие». Проблеме-причине ставится в соответствие «1», проблеме-следствию – «0», не связанные этим отношением проблемы получают по «0». Пример таких оценок проблем по отношению «причина – следствие» представляются в виде таблицы (таблица 9.1) [41].

Таблица 9.1 – Результаты оценки проблемы по отношению «причина – следствие»

Наименование проблемы	Порядковый номер проблемы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Слабое использование в деятельности предприятия концепции маркетинга										
2. Слабое взаимодействие службы маркетинга с производственными подразделениями предприятия										
3. Не проводятся маркетинговые исследования										
4. Недостаточная квалификация кадров службы маркетинга										
5. Недостаточная численность службы маркетинга										
6. Труд сотрудников маркетинговой службы недостаточно мотивирован										
7. Сотрудники службы маркетинга не оказывают влияния на выработку ценовой политики										
8. Недостаточен статус руководителя маркетинговой службы										
9. Не налажено эффективное взаимодействие между службами маркетинга и сбыта										
10. Не используются маркетинговые компьютерные системы										

Формальным отображением структуры проблем является граф, вершины которого соответствуют проблемам, а дуги – связям между ними (рисунок 9.1).

Связь проблем чаще всего подчиняется диалектике взаимоотношений «причина – следствие» [36].

На множество проблем каталога вводится бинарное отношение «причинность». Это отношение характеризует одну проблему как причину, другую – как следствие, или эти проблемы могут быть несравнимы. Кроме того, вводится отношение «предшествование». При построении графа проблем используется бинарное отношение, представляющее собой пересечение бинарных отношений «причинности» и «предшествования». На основе данных предпосылок структуризация проблем включает парные сравнения проблем по введенному отношению и построение графа проблем. Бинарные отношения фиксируются в каталоге следующим образом: номеру проблемы-причины ставится в соответствие номер проблемы-следствия. Если проблемы не находятся в рассматриваемом отношении, то никаких пометок не делается [35, 36].

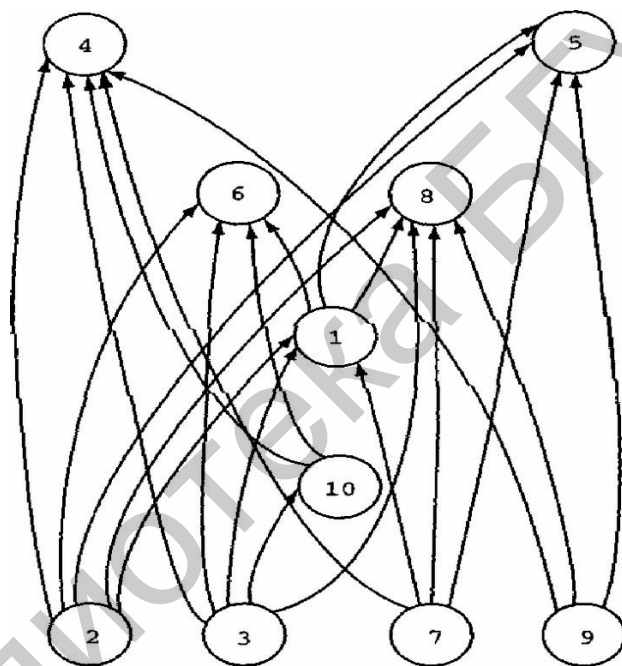


Рисунок 9.1 – Граф проблем

Искомое упорядочение проблем трактуется как последовательность иерархических уровней, которая наглядно отображается в виде связного графа без контуров. Очевидно, что с первого раза трудно получить упорядочение без контуров (логических циклов). Эти контуры эксперты на основе своего опыта, логического мышления и интуиции должны «разорвать», то есть уточнить причинно-следственные отношения между проблемами получившегося цикла. После этого необходимо повторить процедуру упорядочения. Так возникает итеративный процесс, в результате которого и определяется искомая структура. Выделение уровней иерархии выполняется, например, путем операции транзитивного замыкания би-

нарного отношения «причинность» и нахождения ядер (слоев) [35, 38]. Слои характеризуются тем, что все проблемы данного слоя не имеют причин в следующем слое; порядок проблем внутри одного и того же слоя безразличен, так как они несравнимы между собой по введенному отношению.

Следует отметить, что при используемом способе фиксации отношения «причинность» на нулевом уровне иерархии будут находиться кардинальные, базовые проблемы, а на нижнем – проблемы-следствия. Проблемы нулевого уровня (кардинальные проблемы) не имеют причин, а проблемы последнего уровня – следствий [38].

Граф проблем представляет собой связное и логически обоснованное описание последовательности решения всей совокупности проблем управления маркетингом с учетом максимального использования результатов решения предшествующих проблем. Для любой пары взаимосвязанных по графу проблем проблема, решаемая ранее, должна быть причиной (или одной из причин) проблемы, решаемой позже.

Анкета для экспертного опроса может быть построена на основе исходной таблицы типа матрицы решений, в которой в разрезе отдельных направлений деятельности эксперты, указанные в шапке таблицы, фиксируют возникшие проблемы.

На основе подобной таблицы разрабатываются анкеты для отдельных экспертов – специалистов по конкретным направлениям деятельности (делаются «вырезки» отдельных ячеек, столбцов или строк из общего макета) [36].

В ячейку анкеты эксперты в произвольной форме вписывают проблемы, число которых также может быть различным.

Исходя из изложенного, можно сформулировать такую последовательность процедур, выполняемых при составлении каталога проблем и его структуризации [36]:

1. Выявление проблем и формирование полного перечня (каталога) проблем на основании экспертного опроса. Проблема должна быть сформулирована достаточно конкретно. Нельзя допускать обобщающих формулировок проблем, перекрывающих практически полностью содержание соответствующей функции управления маркетингом.

2. Установление и измерение отношений причинности и предшествования между проблемами каталога. Эта процедура также осуществляется на основе экспертного опроса в диалоговом режиме с ЭВМ.

3. Построение структуры (графа) проблем, определяющей рациональную последовательность их решения с точки зрения причинно-следственной связи и возможности максимального использования влияния частичного или полного

решения предшествующих проблем на более полное и эффективное решение последующих проблем.

Анализ построенного графа проблем и его корректировка с возможным возвратом к выполнению процедур 1–3, то есть дальнейшее уточнение каталога проблем, корректировка результатов измерения отношений, а также графа проблем в целом.

Анализ проблем нулевого уровня – наиболее важных проблем управления (если на нулевом уровне проблем мало, можно дополнительно включить в число анализируемых проблем и проблемы первого уровня структуризации).

Если не представляется возможным одновременно проводить исследование всех базовых проблем, то возможно ранжирование проблем по приоритетности.

В том случае когда каталог проблем включает ограниченное их количество (10–20), возможно построение графа проблем без использования ЭВМ на основе только одного отношения: «причина – следствие».

Проведенное таким образом выявление проблем, а также определение их взаимного влияния позволяет создать необходимые предпосылки для разработки и анализа путей (способов, средств) решения этих проблем, выбора наиболее важных направлений маркетинговых исследований.

К достоинствам метода логико-смыслового моделирования проблем следует отнести [38]:

1. Относительные простоту и быстроту его реализации.
2. Выделение базовых, кардинальных проблем дает возможность сконцентрировать усилия и ресурсы на решении действительно наиболее важных проблем.
3. Структура предлагаемых анкет по выявлению проблем направляет мышление экспертов на достаточно конкретное формулирование проблем, помогает определить их содержание и адресность, облегчает привязку к конкретному виду маркетинговой деятельности.
4. Структуризация, упорядочение проблем дает возможность провести анализ причин возникновения проблем, оценить их актуальность и срочность, определить взаимосвязи данной проблемы с другими проблемами.

К числу основных недостатков данного метода, а в общем плане всех методов, основанных на экспертных оценках, относятся следующие [38]:

1. Трудно оценить степень полноты и достоверности информации, представленной экспертами. Нет полной уверенности, что эксперты выявили действительно все основные проблемы и правильно определили взаимоотношения между ними. Анализ конечного графа проблем иногда наводит на мысль об отсутствии в нем каких-то проблем. С одной стороны, можно предложить экспертам внести их дополнительно в каталог проблем. С другой стороны, все же

главная задача при этом – выявление наиболее важных, базовых проблем. Отсутствие в начальном каталоге какой-то необходимой проблемы еще не означает, что эксперты допустили ошибку. Возможно, что для данного объекта исследования эта проблема не имеет принципиального значения. То же самое можно сказать и о необычности с общетеоретических позиций некоторых взаимосвязей в конкретных графах проблем.

2. Отсутствие в явном виде аналитического обоснования выявленных проблем, хотя квалифицированные эксперты, формулируя и анализируя проблемы, могут пользоваться такой аналитической информацией.

3. У отдельных экспертов может отсутствовать желание выявить все проблемы. При четкой формулировке проблемы, возможно, выявятся и виновники ее возникновения, ошибки и недостаточная компетентность лица, принявшего соответствующее решение.

4. Сильно проявляется ориентация экспертов на традиционные подходы к проблемам управления.

### **9.3 Выявление проблем совершенствования управления**

Первоначальный этап изучения и анализа систем управления с целью определения задач их совершенствования называется управленческой диагностикой [35].

Управленческая диагностика рассматривается как деятельность, направленная на установление, анализ и оценку проблем развития и повышения эффективности систем управления конкретной организацией и выявление главных направлений их решения. В ходе диагностики выясняются противоречия, возникающие между сложившейся организацией управления и течением производственных процессов, выявляются причины, тормозящие ход производства, а также те элементы системы управления, в отношении которых необходимо и возможно проведение мер по совершенствованию.

Одной из сложных задач является выделение и анализ проблем совершенствования управления из множества проблем производственно-хозяйственной деятельности организации [35, 36].

Для выделения проблем совершенствования управления на основе метода логико-словесного моделирования по основным направлениям деятельности организации предлагается использовать анкеты, построенные по двум принципам. Согласно первому принципу, задача выявления именно управленческих проблем из общей совокупности проблем производственно-хозяйственной деятельности решается путем их формулирования в рамках отдельных функций управления. В данном

случае предлагается детальное рассмотрение следующих функций управления: планирование (включая прогнозирование), организация, мотивация, контроль.

Анкета предназначена для выявления так называемых внутренних проблем совершенствования управления, то есть проблем, реализация которых находится в компетенции руководства организации. Например, среди экономических методов управления не рассматриваются такие методы, как налогообложение, плата за фонды, амортизационные отчисления и другие, находящиеся преимущественно в сфере компетенции более высоких органов управления. Их совершенствование составляет содержание так называемых внешних проблем. Если такие внешние проблемы все же окажутся среди проблем, указанных экспертами, то при составлении окончательного списка проблем они в него не включаются, а могут формироваться отдельно как дополнительные требования к экономической и управленческой внешним средам.

Рассматриваются следующие основные направления деятельности организации по обеспечению эффективной работы: научно-техническая, производственная, капитальное строительство, социальное развитие коллектива, экономика, финансы, маркетинг, снабжение и т. д. В таблице 9.2 приводится один из возможных вариантов анкеты по выявлению проблем совершенствования управления на основе экспертного метода для одного из трех уровней управления [38].

Таблица 9.2 – Анкета для выяснения проблем совершенствования всех видов управленческой деятельности на предприятии

Направления плано- хозяйственной деятельности	Функции управления			
	Планирование	Организация	Мотивация	Контроль
НИОКР				
Производство				
Финансы				
Экономика				
Снабжение				
Маркетинг				
Другие направления				

В ячейку данной анкеты эксперты вписывают отдельные проблемы, используя в качестве логической основы конкретизацию функций управления. Для конкретизации проблем можно использовать направления улучшения ресурсного обеспечения отдельных функций управления (финансового, информационного, кадрового, технического) и практики принятия решений.

Общая анкета может расчленяться на ряд частных анкет по отдельным направлениям производственно-хозяйственной деятельности организации, направляемых экспертам, глубоко знающим эти виды деятельности [35, 36].

По вопросам, характеризующим взаимодействие данной организации с вышестоящими организациями и партнерами (потребителями, торговыми посредниками и т.п.), желательно иметь их суждение о проблемах совершенствования управления в рассматриваемой организации.

В зависимости от целей проводимого исследования выявление проблем совершенствования управления может осуществляться и по отдельным направлениям деятельности организации. Например, можно выявить только проблемы совершенствования управления научно-технической деятельностью конкретной организации. Кроме того, рассматривая проблемы, указанные в отдельных столбцах, можно проанализировать проблемы выполнения отдельных функций управления как для отдельных направлений производственно-хозяйственной деятельности, так и для этих направлений в целом. Соответственно, можно строить графы проблем как для анкеты в целом, так и для ее отдельных частей.

Следует отметить, что содержание отдельных функций управления для конкретных видов деятельности в известной степени носит типовой характер. Учет специфики конкретной организации (отраслевая принадлежность, особенности производственно-хозяйственной деятельности и распределения прав и ответственности в системе управления, ее размер и т. д.) осуществляется при заполнении анкет экспертами. Они фиксируют в анкетах в общем случае разные проблемы совершенствования управления, по-разному устанавливают между ними причинно-следственные связи и определяют их приоритетность [36, 38].

Помимо уточнения управленческих проблем, на решение которых направлены отдельные функции управления, облегчить выделение проблем совершенствования управления можно путем формирования дополнительных вопросов. Например, относительно функций организации можно для экспертов сформулировать следующие вопросы [38].

***1. Несоответствие оргструктуры задачам, функциям и методам управления.***

1. Не противоречит ли существующая оргструктура управления задачам и условиям производственно-хозяйственной деятельности вашей организации? Если да, то в чем и в каких звеньях?

2. Выполнение каких управленческих функций неудовлетворительно отражено (или отсутствует) в организационной структуре управления (аудит, финансы, маркетинг)?

3. Разделено ли решение стратегических и оперативных задач?



4. Имеет ли место дублирование управленческих функций? Если да, то как?
5. Имеет ли место вакуум в выполнении управленческих функций? Если да, то каких?
6. Имеет ли место неэффективное распределение прав и обязанностей по элементам оргструктуры? Если да, то где?
7. По каким вопросам производственно-хозяйственной деятельности существует чрезмерная централизация управления?
8. В каких звеньях аппарата управления в наибольшей степени ограничена самостоятельность сотрудников?
9. Можно ли передать некоторые задачи и функции аппарата управления на более высокий (или более низкий) уровень управления?
10. Является ли оптимальным число уровней организационной структуры управления с точки зрения распределения обязанностей и прав, а также обеспечения оперативности управления?
11. Для каких управленческих должностей права существенно превышают обязанности?
12. Для каких управленческих должностей обязанности существенно превышают права?
13. Какие подразделения (отдельные лица) аппарата управления перегружены (недогружены) управленческой работой?
14. В чем заключается специфика организационной структуры управления вашей организацией по сравнению с подобными другими организациями?
15. Какой положительный российский и/или зарубежный опыт организации управления целесообразно использовать при совершенствовании оргструктуры управления?

## ***II. Отсутствие гибкости оргструктуры управления с точки зрения оперативного переключения на решение новых задач.***

1. Не противоречит ли существующая оргструктура управления быстро меняющимся задачам и условиям производственно-хозяйственной деятельности?
2. Какие недостатки оргструктуры управления мешают более быстрому освоению нововведений, оперативному переключению на решение новых производственно-хозяйственных задач?
3. Какие звенья оргструктуры управления обладают наибольшей инерционностью, тормозят принятие и реализацию решений?
4. Имеются ли в оргструктуре управления горизонтальные связи? Если да, то каким путем они осуществляются?
5. Какие изменения целесообразно ввести в оргструктуру управления, чтобы в большей степени обеспечить ориентацию на конечные результаты про-

изводственно-хозяйственной деятельности, на наиболее полное удовлетворение запросов потребителей? Или необходимо изменить характер процессов, протекающих в существующей оргструктуре управления?

**III. Несоответствие кадров управления задачам, решаемым в системе управления.**

1. Имеют ли кадры управления достаточную квалификацию?
2. Какие недостатки имеются в использовании кадров управления?
3. Имеется ли резерв на выдвижение? Если да, то в каких направлениях следует совершенствовать работу в данной области?
4. Функционирует ли система повышения квалификации сотрудников? Если да, то в каких направлениях ее следует совершенствовать?
5. В каких подразделениях и по каким причинам возникают конфликты?
6. Существуют ли неформальные группы (если да, то где)?

#### **9.4 Формирование предположений (гипотез)**

Конкретных методов формирования предположений не существует. Можно только сделать некоторые методические рекомендации, которые, к сожалению, трудно реализуемы на практике. Их содержание сводится к следующему. Альтернативные предположения относительно ситуации в будущем должны образовывать полную группу независимых событий, то есть включать всевозможные их варианты [65].

Предположения описываются содержательно и могут включать количественные характеристики. Важной характеристикой достоверности является вероятность реализации определенной ситуации. Сумма вероятностей независимых ситуаций, образующих полную группу, равна единице. Если возникают трудности в определении полной группы, то формируется ситуация «все успешные неизвестные ситуации», которой приписывается определенная вероятность. В дальнейшем эта ситуация может быть уточнена и раскрыта в виде ряда конкретных ситуаций.

Из выявленного множества ситуаций выбирается одна наиболее вероятная, на основе которой формируется предположение о развитии событий в будущем. С ориентацией на это предположение формируются цели и выбираются стратегии.

Часто разрабатывается три варианта развития: оптимистический, пессимистический и средневероятностный (реальный). Оптимистический и пессимистический варианты должны как бы образовывать траекторную трубу, внутри которой находится реальный вариант [36, 38].

На основе ситуационного анализа и методов прогнозирования проводится качественное описание развития объекта управления и его состояний в будущем при определенных предположениях об условиях развития внешней среды и самого объекта управления (разработка сценария). Сценарий – это качественное описание того, что могла бы представлять система к определенному сроку в будущем, в сценарии шаг за шагом изложен наиболее вероятный ход событий. Сценарий – это динамическая модель системы в будущем, составленная на основе прогнозов ведущих специалистов в данной и смежных областях. Он дает возможность руководству определить цели деятельности системы и пути достижения этих целей.

Среди руководителей компании могут существовать разные мнения относительно ключевых предположений. Задача исследования в данном случае состоит в определении, какое из предположений является наиболее реальным.

### **Список контрольных вопросов к разделу 9**

1. Почему при проведении анализа проблемной ситуации необходима четкая формулировка проблемы?
2. Какие существуют причины появления проблем в области управления?
3. Почему могут возникать проблемы с точки зрения целей деятельности организации?
4. Для чего и в каком случае проводится сравнительный анализ существующих проблем?
5. Какие основные этапы включает анализ проблемной ситуации?
6. Для чего необходимо получение базовых знаний об организации при анализе проблемной ситуации и какая информация относится к этим знаниям?
7. Что такое симптоматика проблемной ситуации?
8. Для чего в организациях необходимо проводить постоянный мониторинг возможных причин возникновения проблем и на основе чего он проводится?
9. В чем состоит смысл причинно-следственной связи проблем? Что такое проблемы-причины? Что такое проблемы-симптомы?
10. Почему нельзя упрощать проблему? Какое преимущество дает расширение границ исследуемого объекта при анализе проблемной ситуации?
11. В чем состоит оценка возможности решения проблемы?
12. Как производится оценка адекватности имеющейся информации?
13. В каком порядке производится формулирование проблемы?
14. Какие существуют подходы к выявлению проблем управления?
15. В чем суть метода логико-смыслового моделирования?

16. Что такое каталог проблем? Как он составляется?
17. Как строится граф формального отображения каталога проблем?
18. В чем состоит смысл понятия «причинности» при построении графа проблем?
19. Какие существуют достоинства метода логико-смыслового моделирования?
20. Какие существуют недостатки метода логико-смыслового моделирования?
21. В чем состоит суть проблематики совершенствования управления?
22. Что такое гипотеза?
23. Как происходит формирование гипотез в процессе анализа проблемных ситуаций?

Библиотека БГУИР

**Часть III**  
**ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**  
**В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Раздел 10**  
**ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ**

**10.1 Общая характеристика методов целеполагания**

Важным элементом любой управленческой деятельности является управление целями и их упорядочивание. В настоящее время почти любой планово-управленческий документ включает в свой начальный раздел список целей (даже в виде перечня) без каких-либо специальных методов и подходов. Но стоит отметить, что при усилении планово-управленческой деятельности и ориентации на конечный результат возрастают требования к повышению качества управления целями. Также возрастают требования к качеству выполнения управленческих функций. Все это требует использования специальных методов и подходов для построения системы целей.

На данный момент накоплен достаточно обширный опыт в изучении методов целеполагания (как отечественный, так и зарубежный). Мы можем выделить следующие методы:

1. Метод структуризации: логическая структуризация целей, при осуществлении которой на каждом уровне структуризации используются заранее выбранные принципы структуризации.

2. Метод парных сравнений: основан на применении отношения «целое – частное».

3. Структуризация целей на основе контент-анализа формулировок целей, встречающихся в различных планово-управленческих документах, касающихся изучаемой проблемы, в стандартах по управлению.

4. Совместное применение первого и второго методов.

**10.2 Метод структуризации для построения «дерева целей»**

Данный метод предназначен для построения «дерева целей», или же графа целей. Он решает задачу установления полного набора элементов (цели, подцели, мероприятия и т. п.) на каждом уровне структуризации и установления взаимосвязей между ними, а также последующего определения коэффициентов относительной важности (приоритетов) отдельных элементов «дерева целей».

В качестве примера рассмотрим перечень целей, используемый при разработке целевой программы социально-экономического развития определенного региона (таблица 10.1).

Таблица 10.1 – Результаты парных сравнений

Порядковый номер элемента Наименование элемента «дерева целей»	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Удовлетворение культурных потребностей	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Удовлетворение потребностей в образовании	0	–	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Удовлетворение потребностей в одежде и обуви	0	0	–	0	0	0	0	0	0	0
4. Повышение социального благосостояния	1	1	0	–	1	0	0	0	0	0
5. Удовлетворение потребностей в здравоохранении и социальной обеспеченности	0	0	0	0	–	0	0	0	0	0
6. Удовлетворение потребностей в жилье	0	0	0	0	0	–	0	0	0	0
7. Удовлетворение потребностей в предметах домашнего обихода и коммунальных услугах	0	0	0	0	0	0	–	0	0	0
8. Повышение благосостояния жителей региона	1	1	1	1	1	1	1	–	1	1
9. Удовлетворение потребностей в питании	0	0	0	0	0	0	0	0	–	0
10. Повышение материального благосостояния	0	0	1	0	0	1	1	0	1	–

Данная таблица построена по принципу турнира.

После парных сравнений проставлены отношения «общее – частное».

Эти же результаты представляются в виде графа (рисунок 10.1):

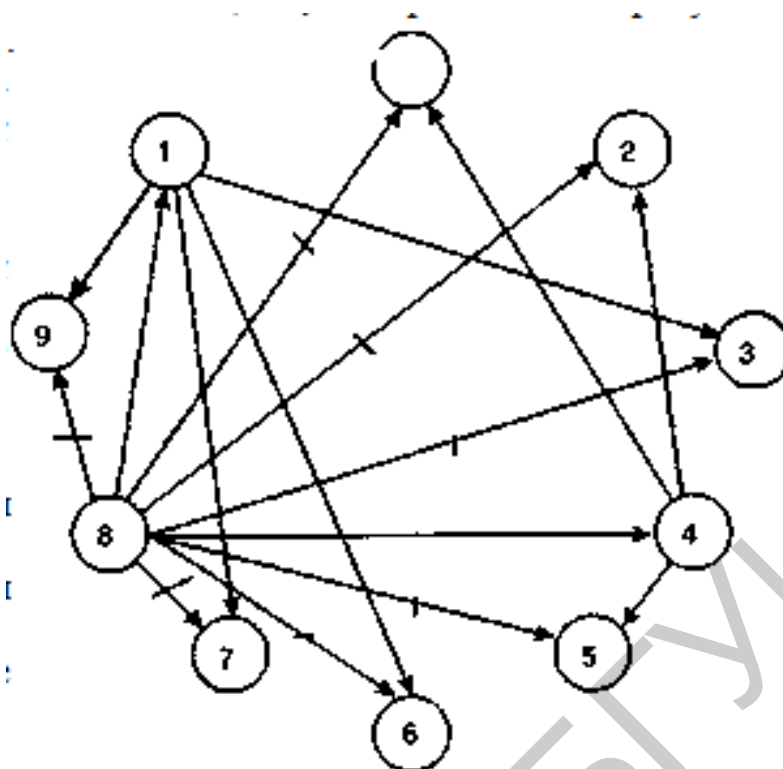


Рисунок 10.1 – Представление результатов парных сравнений в виде графа

Стрелки выходят из общих элементов и направлены в частные элементы. Данный граф метода парных сравнений используется для построения «дерева целей». Там, где на рисунке можно попасть из одного элемента в другой прямым путем или через другой элемент, прямые пути исключаются из рассмотрения. В итоге получается следующий граф (рисунок 10.2):

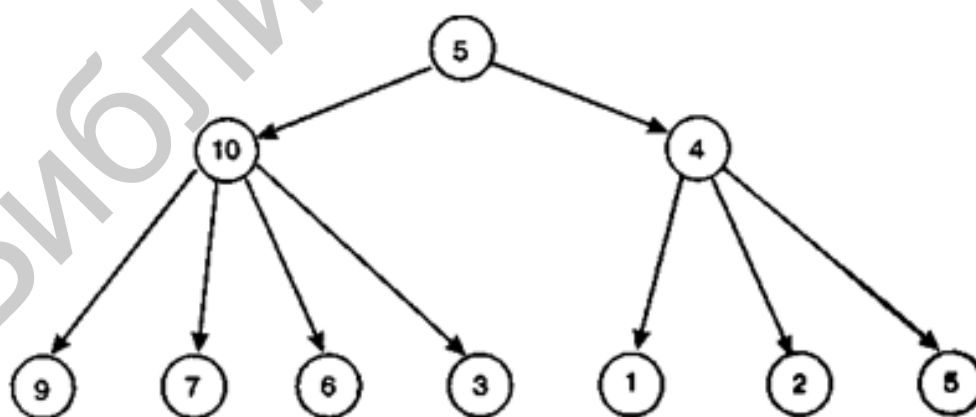


Рисунок 10.2 – «Дерево целей»

### 10.3 Структуризация целей на основе контент-анализа

Мы имеем общую цель «повысить эффективность управления», которую необходимо структурировать.

Для начала структурируем понятие «эффективность»:

- повысить экономическую эффективность управления;
- повысить социальную эффективность управления;
- повысить техническую эффективность.

Далее мы разворачиваем общую цель.

Экономическая эффективность:

- повышение прибыли;
- повышение рентабельности;
- повышение фондоотдачи.

Последующая структуризация целей может осуществляться подобным образом, например, в направлении отдельных групп товаров или рынков.

Такое построение (с использованием контент-анализа) на выходе дает первый вариант каталога целей, который после его дополнения может служить базой для построения дерева целей на основе других методов целеполагания. Однако этот подход является очень трудоемким (большой объем работ по составлению каталогов элементов «дерева целей»). Кроме того, возникают сложности изменения направления и содержания структуризации (изучаемые документы, особенно отчетного характера, фиксируют, как правило, достигнутые результаты и их оценки), а процессы управления являются динамичными.

*Поэтому при изучении целей и задач управленческой деятельности данный метод используется редко.*

### 10.4 Совместное применение первого и второго методов

Специалисты (системные аналитики) определяют в целом структуру «дерева целей».

Метод логико-смыслового моделирования применяется только для отдельных «ветвей» «дерева целей», обладающих достаточной четкостью и определенностью.

Построение «дерева целей» осуществляется исходя из генеральной цели, заданной вышестоящей организацией или сформулированной самостоятельно в организации, если последняя является самостоятельной. В первом случае цели самой организации направлены на достижение заданной извне генеральной цели.



Кроме того, построение системы целей может осуществляться исходя из представления объекта целеполагания как системы (рисунок 10.3).

Суть данного подхода к целеполаганию заключается в следующем:

1. Организация, для которой строится система целей, представляется в виде системы, включающей саму организацию, ее внешнюю среду и отношения организации со своей внешней средой.

2. Сама организация является процессором или преобразователем входов в выходы.

3. Обобщенные цели первого уровня характеризуют как деятельность самой организации, так и ее взаимодействие с внешней средой.

4. Среди целей самой организации выделяют цели, характеризующие развитие организации (первая группа целей) и рациональность, эффективность ее функционирования (вторая группа целей). Эти цели характеризуют внутреннюю функцию организации. Внешнюю функцию характеризуют обобщенные цели, направленные на удовлетворение запросов потребителей (в номенклатурном и объемном аспектах) (третья группа целей), а также обобщенные цели, направленные на выпуск высококачественной продукции (услуг) в широком смысле этого слова (четвертая группа целей).

5. Пятая группа внешних целей направлена на поддержание рационального взаимодействия с внешней средой.

6. Взаимодействие с внешней средой характеризуют также две группы целей, направленные на приобретение ресурсов и на их эффективное использование (шестая и седьмая группы целей).

Таким образом, на первом уровне «дерева целей» появляется семь обобщенных целей, обеспечивающих полноту охвата всех направлений деятельности организации. Дальнейшая их структуризация может осуществляться на основе рассмотренных ранее методов целеполагания.

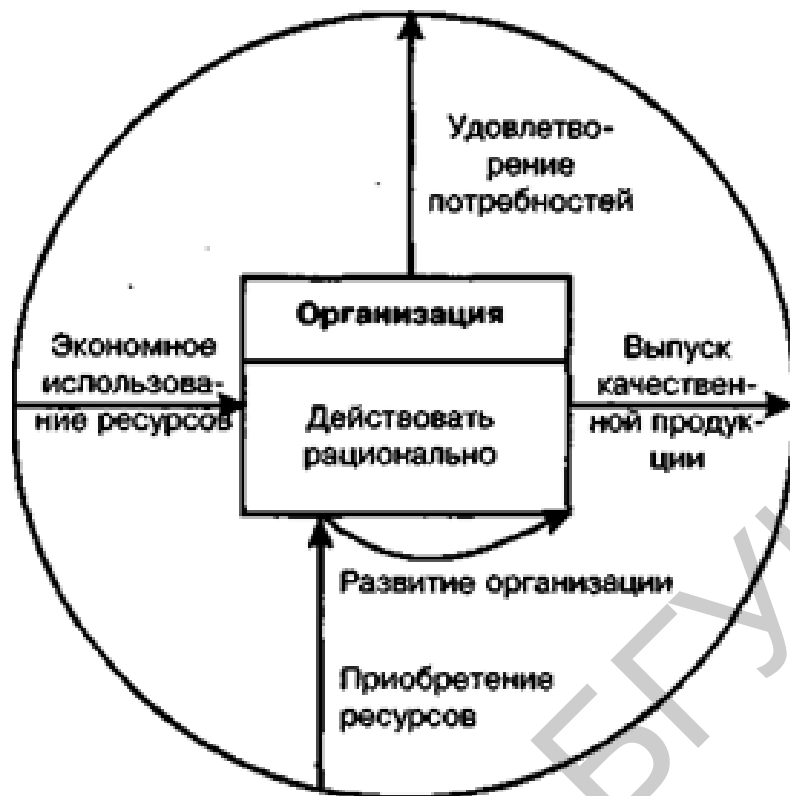


Рисунок 10.3 – Целеполагание на основе представления организации как системы

### 10.5 Сущность метода структуризации

Суть этого метода основана на поэтапном расчленении исследуемой проблемы на элементы с последующей возможной численной оценкой их относительной важности. Необходимо заметить, что в большинстве реальных структур содержатся не только цели, но и средства их достижения. Поэтому чаще всего такие структуры называют «деревом взаимосвязей».

«Дерево взаимосвязей» может представлять полный связный граф или являться частным несвязным графом.

Элементы более низких уровней как средства выполнения задач более высоких уровней «дерева взаимосвязей» являются в то же время целями для элементов более низкого уровня. *То, что является средством достижения цели более высокого уровня, для более низкого уровня дерева является целью. Цели верхнего уровня не могут быть достигнуты, пока не достигнуты цели ближайшего нижнего уровня.*

Разделение задачи проводится до тех пор, пока не будет достигнут требуемый уровень детализации и пока не будут выяснены факторы, оказывающие влияние на решение каждой проблемы самого низкого уровня.

Анализ целей и путей их реализации осуществляется поэтапно, на основании промежуточных решений, вынесенных по каждому этапу. Оценка важности отдельных элементов происходит не изолированно, а с учетом важности элементов более высоких уровней «дерева взаимосвязей».

Этой работой занимаются выбранные эксперты. Эксперты вырабатывают условные коэффициенты – коэффициенты относительной важности (КОВ).

КОВ могут определяться как на основе количественных методов анализа, так и эвристически. Вследствие недостаточной количественной определенности отдельных элементов часто используются эвристические оценки. Возможность применения количественных методов анализа возрастает при переходе к оценке относительной важности элементов нижних уровней «дерева взаимосвязей».

Понятие относительной важности имеет два смысла:

1. Относительная важность различных элементов одного уровня.
2. Относительная важность каждого элемента в определенный момент времени, в зависимости от уровня разработанности, возможности использования этого элемента, факторов внешней и внутренней сред.

*Конечной стадией анализа с помощью «дерева взаимосвязей» является ответ на вопрос, в какой степени решение любой из задач, находящихся на нижних уровнях, влияет на решение комплекса задач более высоких уровней «дерева взаимосвязей»?*

Таким образом, одна из главных задач применения метода структуризации состоит в том, чтобы установить полный набор элементов на каждом уровне и определить взаимосвязи и соподчиненность между ними. Другая задача – последующее определение КОВ элементов каждого уровня «дерева взаимосвязей».

## **10.6 «Дерево взаимосвязей»**

Построение «дерева взаимосвязей» осуществляется в большинстве случаев на эвристической основе. Можно сформулировать следующие правила реализации данного процесса:

1. Соподчиненность: элементы нижнего уровня подчиняются элементам более высокого уровня, вытекают из них, обеспечивают их реализацию.
2. Сопоставимость: на каждом уровне дерева взаимосвязей рассматриваются элементы, сопоставимые по своему масштабу и значимости и полученные в результате детализации по одному принципу.

3. Полнота: «дерево взаимосвязей» на каждом уровне включает без пропусков все элементы.

4. Определенность: формулировка целей и других элементов дерева взаимосвязей позволяет оценить степень их достижения в количественной или порядковой форме («больше-меньше», «лучше-хуже»).

5. Возможность внесения корректировок в «дерево взаимосвязей» как при изменении самих целей, так и при изменении возможностей их реализации.

В зависимости от того, сколько элементов более высокого уровня детализирует каждый рассматриваемый элемент (один или несколько), можно выделить три типа «деревьев взаимосвязей»:

- с прямыми связями (рисунок 10.4);
- перекрестными связями;
- со связями смешанного типа (рисунок 10.5).

При прямых связях количество элементов по мере перехода на более низкие уровни «деревя взаимосвязей» всегда увеличивается (ветвление).

При перекрестных же связях может иметь место уменьшение числа элементов («сужение» «деревя взаимосвязей»).

При построении связного графа (цели – мероприятия-ресурсы) мероприятия следует структурировать для каждой конкретной цели, представленной на последнем уровне «деревя целей», а ресурсы – для каждого конкретного мероприятия, представленного на последнем уровне «деревя мероприятий».

*Для выявления полного набора элементов каждого уровня вначале лучше построить дерево с прямыми связями, а затем, если это необходимо, перейти к обобщенной структуре с перекрестными связями.*

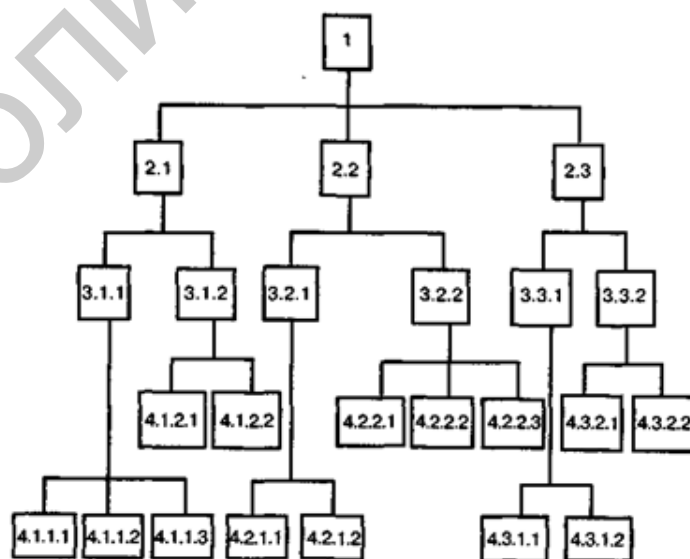


Рисунок 10.4 – Фрагмент «деревя взаимосвязей» с прямыми связями

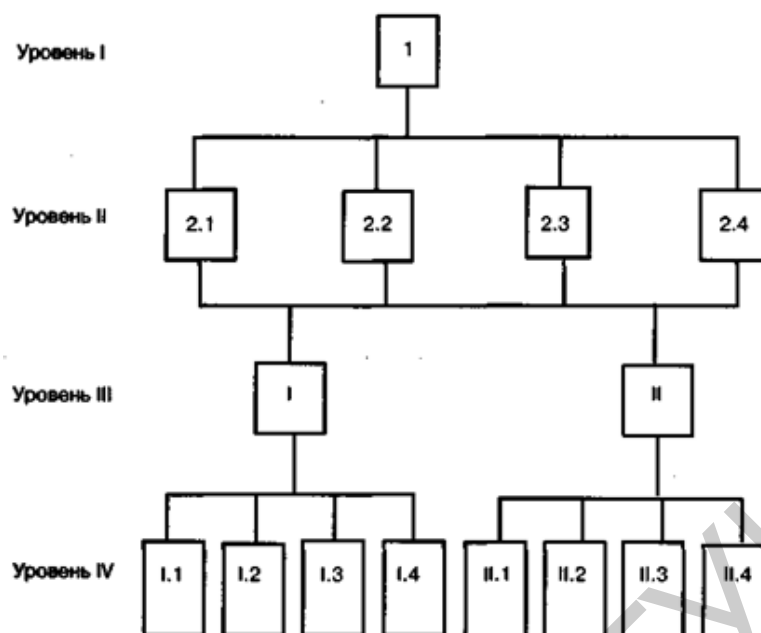


Рисунок 10.5 – Фрагмент «дерева взаимосвязей» со связями смешанного типа

При построении «дерева взаимосвязей» необходимо учитывать следующее:

- цель исследования и тип;
- принципы детализации элементов на каждом уровне «дерева взаимосвязей»;
- глубину детализации;
- полный набор элементов всех уровней, начиная с верхнего;
- взаимосвязи между элементами «дерева взаимосвязей».

Выбор типа «дерева взаимосвязей» предполагает определение, будет ли оно представлять полный связный граф (цели-средства достижения целей-ресурсы), частично связный граф (например, цели-средства их достижения) или несвязный граф (например, только «дерево целей»).

Если «дерево взаимосвязей» должно представлять связный или частично связный граф, то будет иметь место последовательное дезагрегирование, например, по такой схеме: «цели-мероприятия по достижению целей-путей реализации мероприятий – отдельные задачи – требуемые ресурсы».

В то же время в рамках каждого направления детализации может быть представлено несколько уровней структуризации. Например, имеется несколько уровней целей, мероприятий и т. п.

Построение «дерева взаимосвязей» может заканчиваться определением ресурсных уровней. Эти уровни детализируют элементы с точки зрения ресур-

сов, требуемых для их реализации. Рекомендуется определять содержание элементов первого ресурсного уровня, полностью охватывая все виды ресурсного обеспечения (финансового, материально-технического, кадрового, информационного и др.), необходимого в данном случае.

Построение ресурсных уровней дает возможность сопоставить требуемые ресурсы с имеющимися, уточнить «дерево взаимосвязей», сделать его реально осуществимым. С учетом сопоставления ресурсов проводится окончательный отбор элементов уровней, предшествующих ресурсным. Обязательное условие выбора элементов каждого уровня «дерева взаимосвязей» – их полное обеспечение всеми необходимыми ресурсами.

Возможны различные принципы детализации элементов «дерева взаимосвязей»:

1. Объектовый принцип. В данном случае элементы «дерева» разбиваются на элементы той же природы, только более дробные.

2. Функциональный принцип. В «дереве взаимосвязей» определяется содержание тех функций, которые должны выполняться для достижения поставленных целей.

3. Принцип детализации по этапам воспроизводственного цикла (производство, распределение, обмен и потребление) или жизненного цикла технических объектов (НИОКР, внедрение и производство, производство, эксплуатация, снятие с производства, утилизация).

4. Принцип детализации по этапам принятия решения.

5. Принцип охвата всех факторов, влияющих на решение рассматриваемой проблемы, и трансформации их в цели или мероприятия.

6. Принцип адресности. В данном случае та или иная цель, мероприятие или другой элемент конкретизируются по месту исполнения. При использовании этого принципа «дерево взаимосвязей» строится не только для объекта изучения в целом, например, организации, но также и для ее отдельных структурных звеньев.

7. Принцип детализации по составным элементам процесса производства:

а) средства труда и предметы труда, например, внедрение новой технологии, повышение долговечности инструмента, повышение качества сырья и т. д.;

б) отношение между людьми и средствами производства, например, повышение дисциплины труда, улучшение социального климата в коллективе, увеличение срока использования оборудования и т. д.

8. Системный принцип: разделение на составные компоненты какой-то системы. Например, разработка автомобиля – на разработку двигателей, кузова, системы подвески и т. д.

Безусловно, в одном «дереве взаимосвязей» использовать все эти принципы структуризации не нужно, все зависит от содержания конкретных задач, решать которые предполагается с помощью метода структуризации, от уровня исследуемой проблемы.

Глубина детализации элементов «деревя взаимосвязей» (число его уровней) в основном определяется целями исследования. Если, например, поставлена задача подробно изучить все взаимосвязи при совершенствовании управления на предприятии, то «дерево» строится вплоть до уровней, позволяющих выявить это влияние на низовые звенья предприятия (участки, бригады). Если ставится задача создать систему целей организации для оценки перспективности ее отдельных стратегических единиц, то детализация ограничивается формулированием целей для этих единиц. Если же поставлена задача выбрать наилучшие плановые мероприятия по совершенствованию управления на предприятии и при этом оказывается, что содержание и особенности рассматриваемых плановых работ полностью раскрываются уже на уровне цехов, то детализацию следует ограничить этим уровнем.

Возможно построение нескольких сопряженных «деревьев взаимосвязей» для отдельных организационных единиц организации. Выбор принципа структуризации элементов «деревя взаимосвязей» и ее глубина в существенной мере зависят также от того, характеризуют или нет ключевые слова (являющиеся объектом структуризации в формулировке элемента дерева) реальный объект (обувь, самолет и т. д.) или понятие (производительность труда, качество и т. д.).

Если производится структуризация цели «повысить качество выпускаемой продукции», то ее обязательно надо структурировать в направлении раскрытия понятия «качество», поскольку оно не является однозначным, а включает такие компоненты, как долговечность, надежность, внешний вид и т. д.

Большую пользу, особенно при проведении структуризации по объектовому признаку, могут оказать различные классификаторы выпускаемой продукции, стандарты и другие регламентирующие документы, содержащие формулировки многих важных понятий, отдельных этапов исследований и др.

В некоторых случаях можно рекомендовать введение дополнительных уровней для устранения явления зависания. Например, вместо того чтобы сразу раздельно представлять такие элементы, как «сделать работу более привлекательной в социальном плане» и «улучшить экономические показатели работы предприятия», можно дать вначале их обобщенную формулировку: «улучшить социально-экономические показатели работы предприятия».

Для определения полного набора элементов, характеризующих цели и задачи развития социально-экономической системы, необходимо провести тщательное исследование условий, в которых она функционирует. Речь идет преж-

де всего о необходимости глубокого анализа политических, социальных, экономических и других аспектов решаемой проблемы.

При установлении целей развития отдельных экономических объектов изучается различная информация, которая может помочь при определении целей, задач и направлений деятельности изучаемого экономического объекта. Также поступают и при определении полного набора элементов более низких уровней «дерева взаимосвязей». При этом используется экономическая, производственная, техническая и другая информация.

При определении содержания отдельных элементов «дерева взаимосвязей» помимо конкретных целей деятельности выясняют, какой комплекс задач и мероприятий должен быть осуществлен, чтобы перейти от существующего уровня изученности данного элемента к требуемому. Далее проводится предварительный анализ всей собранной информации, в процессе которого конкретизируются формулировки целей, исключаются дублирующие показатели, в первом приближении определяется принадлежность того или иного элемента, в частности, отдельных целей к конкретному уровню «дерева взаимосвязей».

*Элементы каждого уровня «дерева взаимосвязей» должны быть сопоставимы по своему масштабу и значимости.*

Целесообразно выписать формулировки элементов на карточки и попытаться расположить их таким образом, чтобы получить логически непротиворечивую структуру «дерева взаимосвязей». При этом необходимо выполнять изложенные ранее условия построения «дерева взаимосвязей». Если выясняется, что из двух соседних элементов одного уровня один служит средством достижения другого, то его переводят на более низкий уровень. Если обнаруживается, что элементы верхних уровней не полностью отражают все цели деятельности изучаемого объекта, то после консультаций и дополнительных исследований вносятся уточнения.

Понятие полноты элементов в какой-то мере условно. Оно в существенной мере определяется глубиной наших знаний об исследуемом объекте. Спустя некоторое время наши знания расширятся, следовательно, изменится и структура «дерева целей».

*В некоторых случаях необходимость введения дополнительного элемента на определенном уровне «дерева взаимосвязей» выявляется в процессе определения набора элементов более низкого уровня.*

В формулировках таких типовых элементов «дерева взаимосвязей» надо обязательно учесть специфику изучаемого объекта, что найдет свое выражение в конкретизации типовых элементов и в коэффициентах их относительной важности.



Установление взаимосвязей между элементами «дерева взаимосвязей» предполагает определение взаимосвязей между элементами разных уровней «дерева целей» (установление перекрестных связей).

Необходимо добиваться четкой и конкретной формулировки элементов «дерева взаимосвязей», стремиться обеспечить возможность количественной или порядковой («больше-меньше», «лучше-хуже») оценки степени их достижения. Например, рассмотрим цель «поднять эффективность научных исследований». Она звучит внушительно, но степень ее достижения сложно измерить. Если же ее сформулировать несколько по-иному, введя ряд подцелей, измеряемых количественно, в частности, экономическую эффективность внедряемых разработок, их научно-технический уровень, число изобретений и патентов и т. д., степень достижения цели можно будет проконтролировать.

При построении «деревьев взаимосвязей» может использоваться логика трех видов:

1. *Логика И* (конъюнкция). Каждый элемент на более низком уровне представлен суммой детализирующих его подэлементов. Какая-либо альтернативность выбора элементов отсутствует, поскольку исключение хотя бы одного из них приводит к невыполнению целей элемента более высокого уровня, но возможен разный объем реализации элементов, пропорциональный их КОВ (принцип состязательности).

2. *Логика ИЛИ* (дизъюнкция). Существует альтернативность в выборе элементов. К реализации принимается только один наиболее эффективный, предпочтительный из числа элементов, детализирующих элемент более высокого уровня.

3. *Логика И/ИЛИ*. Такая логика характеризуется представлением на одном уровне элементов, которые удовлетворяют требованиям частичной альтернативности и состязательности. Иными словами, после определения КОВ часть элементов, получивших наиболее низкие оценки, не принимается к практической реализации, а оставшиеся пропорционально их КОВ реализуются в разном объеме.

Данная логика находит применение, например, при использовании метода структуризации для задач планирования, когда на нижнем уровне дерева взаимосвязей производится отбор работ, предлагаемых для включения в план, и распределение ресурсов между ними.

### **10.7 Критерии относительной важности – критерии определения**

Охарактеризуем критерии, используемые при определении коэффициентов относительной важности элементов «дерева взаимосвязей». Эти критерии, которые на разных уровнях дерева взаимосвязей могут быть как одинаковыми, так и различными, можно разделить на две группы.

1. Оценки элементов данного уровня по их вкладу в достижение целей элемента более высокого уровня, который они детализируют (целевые критерии).

2. Оценка элементов данного уровня с точки зрения возможностей их реализации, вне связи с вкладом в достижение целей элементов более высокого уровня. Эту группу критериев можно разделить на две подгруппы:

а) ресурсные критерии;

б) критерии условий реализации отдельных элементов.

В последнюю группу в зависимости от рассматриваемого уровня «дерева взаимосвязей» могут включаться критерии, характеризующие:

1) социально-экономическую, научно-техническую и другую значимость оцениваемых элементов;

2) степень достижения отдельных показателей и характеристик элементов, которые детализируются оцениваемыми элементами;

3) уровень удовлетворения потребностей в определенных видах продукции;

4) степень выравнивания уровня удовлетворения потребностей населения в товарах и услугах, целесообразность выпуска которых оценивается.

В качестве ресурсных могут использоваться следующие критерии:

– виды и объем ресурсов, необходимых для реализации оцениваемых элементов;

– дефицитность отдельных видов ресурсов;

– объем инвестиций.

Условия реализации отдельных элементов «дерева взаимосвязей»:

1) прогрессивность и перспективность заложенных в элементы «дерева взаимосвязей» научно-технических и экономических концепций;

2) совместимость использования оцениваемого элемента с существующей практикой планирования и управления, с проводимой научно-технической и экономической политикой и других направлений деятельности;

3) использование передового отечественного и зарубежного опыта при разработке и реализации оцениваемого элемента;

4) возможность получения необходимых ресурсов к требуемому сроку;

5) технико-экономические, эксплуатационные, планово-экономические условия;

6) уровень проработанности;

7) величина задела (научного, технического, производственного);

8) сроки реализации элемента;

9) организационные факторы.

Число и конкретное содержание отдельных критериев в каждом случае зависят от специфики проблемы и целей исследования.

Чем ниже уровень «дерева взаимосвязей», тем конкретнее становятся формулировки критериев, тем большее значение приобретают ресурсные критерии и критерии условий реализации. Для комплексной оценки по нескольким критериям они ранжируются в зависимости от важности.

В некоторых случаях может оказаться невозможным учесть все критерии из-за их большого количества, трудностей их точной формулировки и т. д. Важно, чтобы при этом не произошло грубых ошибок, вызванных исключением главных критериев. Для этого нужно, чтобы весомость любого из неучтенных критериев была меньше весомости любого из учитываемых. Кроме того, суммарная весомость неучтенных критериев по сравнению с суммарной весомостью учитываемых критериев должна быть относительно небольшой.

В то же время затруднения в использовании большого количества критериев вносят погрешности, которые могут превысить погрешности, вызванные учетом не всех критериев.

Выбор оптимального числа правильно сформулированных критериев является сложной задачей, которая должна решаться в каждом конкретном случае.

### **10.8 Логические принципы определения коэффициентов относительной важности**

Проанализируем требования к формулировкам элементов «дерева взаимосвязей», которые необходимо удовлетворить, чтобы существовала возможность их сопоставления по целевым критериям.

В зависимости от степени конкретности формулировки элементов «дерева взаимосвязей» могут быть сделаны в точечных или интервальных (траекторных) понятиях.

Об элементах, сформулированных в точечных понятиях, нельзя сказать, что они реализованы в большей или меньшей степени, – они либо осуществлены, либо не осуществлены. При точечных понятиях отсутствует свобода выбора различного уровня достижения элементов. Поэтому определять коэффициенты их относительной важности по целевым критериям не представляется возможным.

При интервальной формулировке элементов степень конкретности их определений недостаточна. Не указывается относительная «доля» отдельных элементов в реализации элемента более высокого уровня. Отсюда вытекает возможность определить приоритетность, предпочтительность реализации тех или иных элементов.

Для определения коэффициентов относительной важности отдельных элементов «деревя» по целевым критериям эти элементы должны быть сформулированы в интервальных понятиях.

При разделении элемента «повышение технического уровня производства» на такие элементы, как «автоматизация производства», «использование современного оборудования» и т. д., определять коэффициенты их относительной важности можно, поскольку они частично взаимозаменяемы с точки зрения достижения целей более высокого уровня.

Таким образом, интервальность формулировок элементов «деревя взаимосвязей» определяется возможностью различных объемов или сроков их реализации. Для этого необходимо, чтобы степень конкретности формулировки элементов допускала различные значения объема или сроков их осуществления.

Для того чтобы можно было определять коэффициенты относительной важности отдельных элементов «деревя взаимосвязей» по ресурсным критериям, необходимо, чтобы элементы были сформулированы в точечных понятиях. Невозможно определить виды ресурсов, их количество, возможность их производства или приобретения и т. д., не зная номенклатурных, объемных и временных характеристик оцениваемых элементов «деревя взаимосвязей».

Что касается оценки по критериям условий реализации, то в зависимости от содержания конкретных критериев и специфики рассматриваемой задачи, элементы «деревя взаимосвязей» могут быть сформулированы как в интервальных, так и в точечных понятиях.

Проанализируем возможность определения коэффициентов относительной важности с помощью различных критериев для элементов «деревя взаимосвязей», сформулированных с разной степенью конкретности.

Рассмотрим вначале некоторые общие принципы формулировки элементов «деревя взаимосвязей». В самых общих чертах все элементы любого «деревя взаимосвязей» должны быть либо целями, либо средствами (мероприятиями) их достижения.

В «деревях взаимосвязей» не могут использоваться формулировки, не содержащие, хотя бы в обобщенном виде, целевую функцию или направления ее реализации. Например, нельзя использовать такую формулировку элемента, как «товары народного потребления», и детализирующие ее на более низком уровне формулировки подэлементов: «одежда», «обувь» и т. д.

Наиболее обобщенные формулировки элементов «деревя взаимосвязей» указывают на необходимость обеспечения отдельных результатов, не называя направлений их реализации и конкретных цифр, которые должны быть получены. Например, «обеспечить производство товаров народного потребления»,

«обеспечить механизацию производства». Элементы «дерева взаимосвязей» в данном случае сформулированы в терминах процессов обеспечения видов деятельности (производство, сбыт, управление и т. п.) системы и/или состояния (результатирующие показатели) ее деятельности (объемы выпуска, качество и т. п.).

Следующим этапом конкретизации формулировок элементов «дерева взаимосвязей» является уточнение направлений достижения целей. При этом все цели, а следовательно, мероприятия по их достижению, разделяются на цели развития и стабилизации.

В формулировках, характеризующих развитие, должны использоваться слова «увеличить» («увеличение»), «расширить использование» («более широкое использование»), «внедрить» («внедрение»), «механизировать» («механизация»), «организовать» («организация»), «улучшить качество» и т. п.

В формулировках, характеризующих стабилизацию, должны использоваться слова «сохранить» («сохранение»), «поддержать» («поддержание») и т. п.

Подход к оценке коэффициентов относительной важности в данном случае аналогичен подходу с использованием относительных показателей.

Обобщая изложенное, можно предложить порядок определения коэффициентов относительной важности и окончательной структуры «дерева взаимосвязей». Особенность этого порядка – привлечение для принятия окончательных решений по отдельным вопросам на каждом уровне «дерева взаимосвязей» лиц, ответственных за эти решения. Информация, полученная от экспертов, может характеризовать только область допустимых решений, в которой ответственный руководитель должен найти наилучший вариант.

В основе предлагаемого порядка использования метода структуризации лежат следующие предпосылки.

1. Возможно определение коэффициентов относительной важности элементов «дерева взаимосвязей», выполняемое экспертами.
2. Ресурсы для данного экономического объекта считаются заданными.
3. Коэффициенты относительной важности, определенные на основе целевых критериев, в первом приближении характеризуют пропорции распределения ресурсов.
4. На каждом уровне «дерева взаимосвязей» могут быть установлены лица, ответственные за принятие решений по отдельным вопросам.

Исходя из этих предпосылок предлагается следующий порядок использования метода структуризации:

1. Вначале осуществляется построение «дерева взаимосвязей». Детализация его элементов продолжается до тех пор, пока не появляется возможность образования альтернативных вариантов способов достижения целей.

2. Затем определяются первые варианты коэффициентов относительной важности элементов всех уровней по целевым критериям. Для этого элементы всех уровней должны содержать только интервальные формулировки.

3. Далее начинается цикл движения снизу вверх по уровням «дерева взаимосвязей» для уточнения его структуры и коэффициентов относительной важности элементов, а также распределения ресурсов между ними.

Поясним осуществление этого цикла на примере фрагмента «дерева целей» увеличения производства товаров народного потребления (рисунок 10.6). Движение начинается с распределения ресурсов между элементами самого низкого уровня «дерева целей» пропорционально коэффициентам относительной важности. Далее рассматриваются альтернативные варианты средств реализации элементов уровня, например, варианты загрузки предприятий, использования оборудования, внедрения нового.

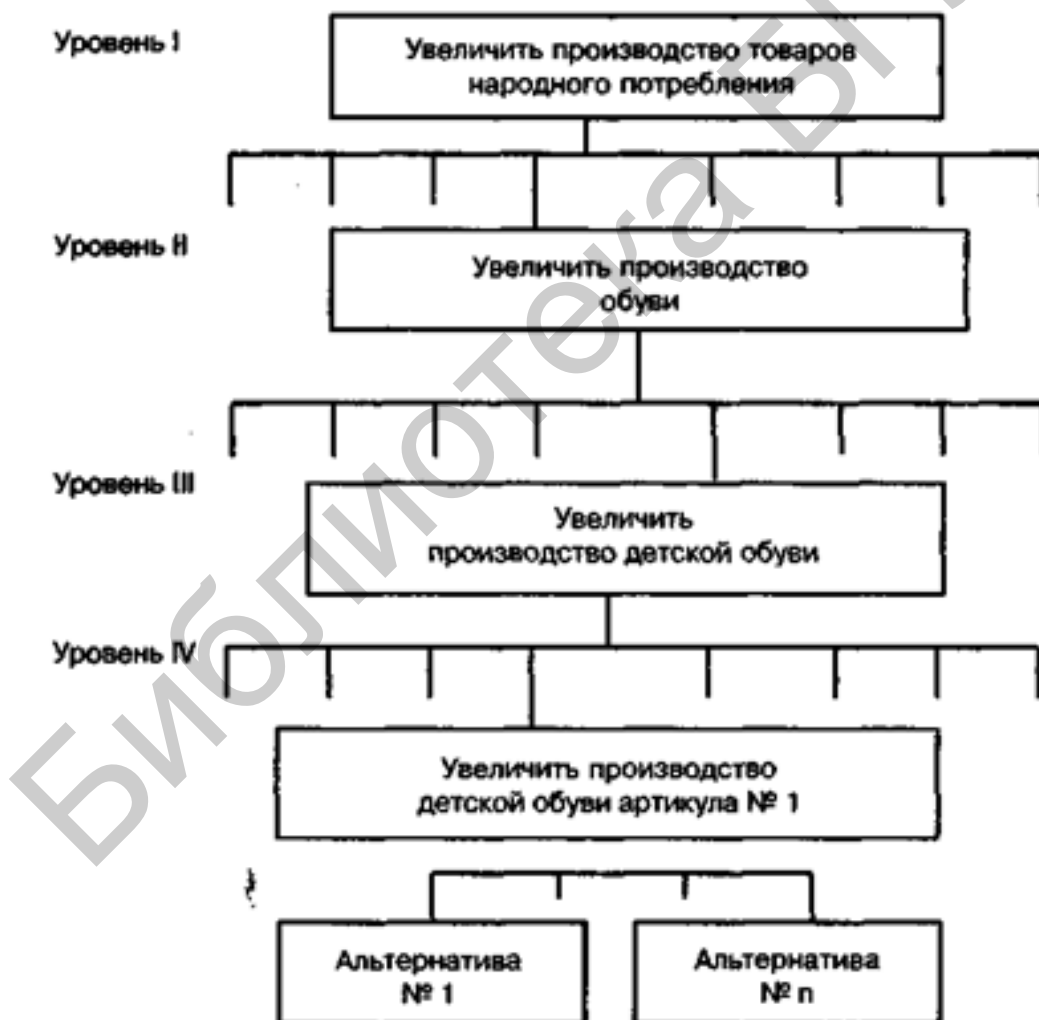


Рисунок 10.6 – Фрагмент «дерева целей» увеличения производства товаров народного потребления

Цель этого рассмотрения – определение максимально возможного объема выпуска продукции при наиболее рациональном использовании ресурсов. При выборе той или иной альтернативы используются также критерии, характеризующие возможность реализации элементов уровня (ресурсные и критерии условий реализации).

В результате формулировки элементы уровня приобретают точечный характер, то есть указывается объем выпуска продукции. Если полученные объемы выпуска продукции неприемлемы для руководителя, принимающего решение, коэффициенты относительной важности элементов уровня уточняются и ресурсы перераспределяются в соответствии с их новыми значениями.

### 10.9 Расчет коэффициентов относительной важности

При определении коэффициентов относительной важности (КОВ) для получения относительных суждений экспертов, выявления возможных ошибок при назначении оценок и облегчения последующих расчетов в зависимости от применяемой шкалы оценок часто вводится одно из следующих нормирующих условий:

$$\sum_{j=1}^n K_{js} = 1; \quad (10.1)$$

$$\sum_{j=1}^n K_{js} = 10; \quad (10.2)$$

$$\sum_{j=1}^n K_{js} = 100, \quad (10.3)$$

где  $K_{js}$  – весомость  $j$ -го элемента у  $s$ -го эксперта;  
 $n$  – количество оцениваемых элементов.

Однако введение какого-либо из приведенных условий в какой-то мере затрудняет назначение оценок (надо «разбивать», например, единицу на несколько неравных долей), особенно когда сопоставляется 10 и более элементов.

Эксперту проще определять КОВ без использования нормирующих условий. В этом случае операцию нормирования может выполнить рабочая группа, проводящая обработку экспертных оценок.

Практика экспертных опросов показала, что эксперты испытывают трудность при определении КОВ не только из-за введения нормирующих условий. У многих экспертов, привыкших мыслить конкретно, возникают трудности в

использовании самого принципа назначения КОВ по критериям, не поддающимся строгому количественному измерению.

Чтобы придать вопросам анкет более конкретный характер, рекомендуется при оценке КОВ по каждому оценочному критерию пользоваться таблицей значимости оцениваемого элемента для реализации элементов более высокого уровня (таблица 10.2).

Таблица 10.2 – Уровни значимости оцениваемого элемента для реализации элементов более высокого уровня

Значимость оцениваемого элемента	Коэффициент относительной важности
Совсем не влияет на достижение цели	0
Нужен, но необязателен (слабо влияет)	0,25
Реализация данного элемента существенно способствует достижению поставленной цели (влияет)	0,5
Неосуществление данного элемента во многом препятствует достижению цели (влияет достаточно сильно)	0,75
Необходим	1,0

Кроме того, экспериментально установлено, что при 100-балльной шкале оценок эксперт обычно не может использовать весь ее диапазон, а оперирует в лучшем случае оценками, отличающимися друг от друга не меньше чем на 5 баллов. В то же время шкала 0–1 обладает недостатком, заключающимся в том, что приходится оперировать с десятыми и сотыми долями единицы.

Как уже отмечалось, в некоторых случаях возможно определять КОВ не экспертно, а на основе достаточно строгих расчетов. Перевод в безразмерные оценки осуществляется для того, чтобы можно было складывать оценки, полученные по разным критериями и имеющие разную размерность.

Так, КОВ могут быть определены путем сопоставления существующего и планируемого уровней удовлетворения какой-либо потребности. Предположим, что для определенной производственной операции поставлены следующие цели: улучшить качество выпускаемой продукции и увеличить производительность труда. Относительную значимость данных целей можно определить исходя из отношения фактических значений данных показателей к их требуемому (плановому) значению. Например, первая цель может заключаться в доведении величины этого отношения для показателя качества продукции с 0,6 до 0,9; вторая цель – в доведении величины этого отношения для показателя производительности труда с 0,7 до 0,8. Тогда относительную важность этих целей по



критерию уровня удовлетворения потребностей (достижения требуемого значения) можно оценить следующим образом:

$$K1 = \frac{0,9-0,6}{0,9} = \frac{1}{3}; \quad (10.4)$$

$$K2 = \frac{0,8-0,7}{0,8} = \frac{1}{8}. \quad (10.5)$$

После нормирования имеем:

$$\hat{E}_1^t = \frac{24}{33}; \quad (10.6)$$

$$\hat{E}_2^t = \frac{24}{88}; \quad (10.7)$$

$$\hat{E}_1^t + \hat{E}_2^t = 1,0. \quad (10.8)$$

Рассмотрим подход к определению КОВ на основе ресурсных критериев.

При этом предполагается, что коэффициенты  $K_j$  изменяются обратно пропорционально затратам ресурсов ( $C_j$ ), необходимых для реализации элемента  $j$ . Тогда чем меньше  $C_j$ , тем предпочтительнее элемент  $j$ , то есть если  $C_j > C_{j-1}$ , то  $K_j < K_{j-1}$ .

В данном случае

$$K_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j}. \quad (10.9)$$

Прежде чем изложить методику расчета КОВ, кратко рассмотрим ее особенности. Об одной из них – участии руководителей, принимающих решение, в утверждении окончательной структуры «дерева целей» и КОВ – уже говорилось. Вторая особенность методики – итеративность процесса определения КОВ (рисунок 10.7).

Итерации проводятся при недостаточной согласованности экспертных оценок отдельных экспертов и отсутствии их стабильности.

На первом этапе расчета при определении КОВ по целевым критериям выявляется некоторое подмножество возможных оценок  $A'$ , принадлежащее множеству оценок  $A$ . Подмножество  $A'$  характеризуется различными устойчивыми (стабильными) вариантами оценок КОВ. Степень стабильности оценок определяется путем неоднократного привлечения одних и тех же экспертов для проведения подобных экспертиз. Если это сделать невозможно, то данный этап отсутствует.

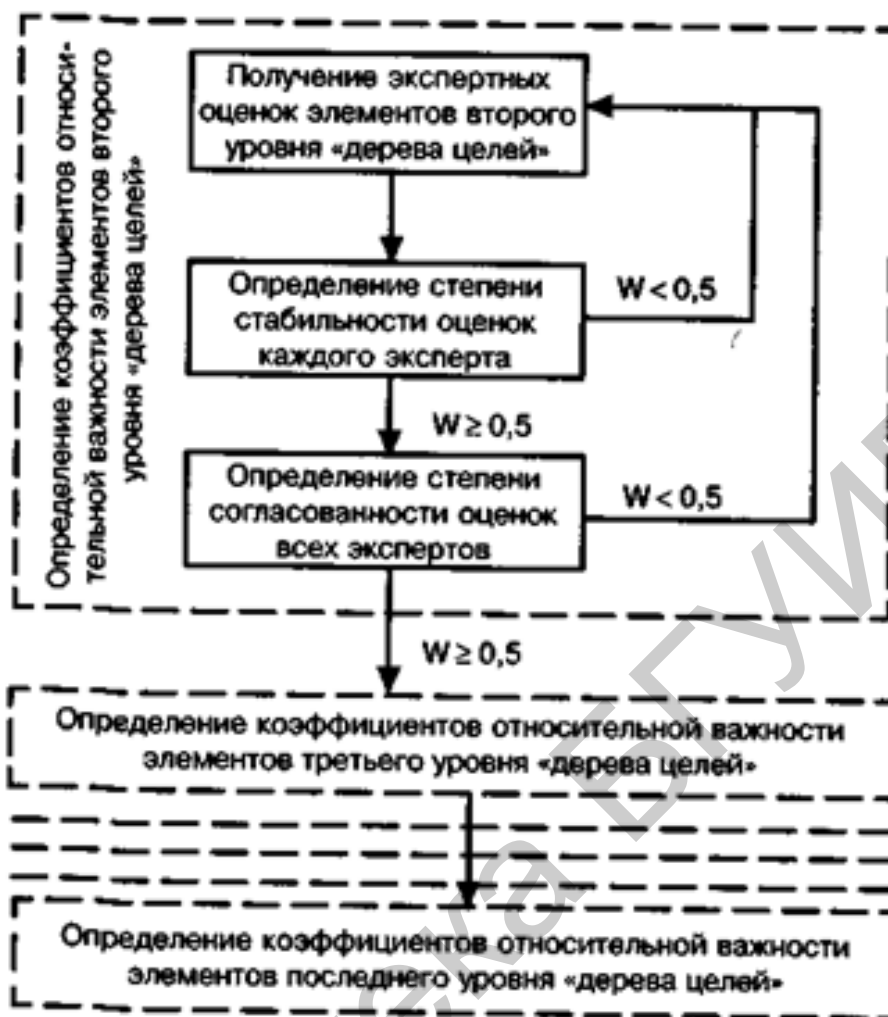


Рисунок 10.7 – Блок-схема итеративного алгоритма определения коэффициентов относительной важности

В том случае, если различные варианты оценок обладают достаточной степенью согласованности (коэффициент конкордации  $W \geq 0,5$ ), из них формируют интегральные оценки.

Такой подход может быть применим при оценке КОВ для всех уровней «дерева целей».

При определении КОВ необходимо учитывать также взаимозависимость элементов одного уровня «дерева взаимосвязей». В частности, такие пути реализации цели «улучшение экономических показателей работы предприятия», как совершенствование управления и совершенствование его информационной базы, тесно связаны. Их реализация как бы дополняет каждую из них, является взаимопользуемой. Действительно, совершенствование управления без совершенствования его информационной базы дает только ограниченный эффект. Справедливо и обратное утверждение.

Взаимную полезность элементов одного уровня «дерева взаимосвязей» можно учитывать с помощью так называемого коэффициента взаимной полезности – КВП. В таблице 10.3 приводится условный пример определения КВП целей  $O_1, O_2, O_3$ , являющихся элементами одного уровня.

Нулевое значение коэффициента означает, что элемент строки не влияет на реализацию элемента столбца (утверждение, что элемент столбца в данном случае не влияет на выполнение элемента строки, не является справедливым).

Таблица 10.3 – Определение коэффициентов взаимной полезности

Элемент строки \ Элемент столбца	$O_1$	$O_2$	$O_3$
$O_1$	1,0	0,75	0
$O_2$	0,5	1,0	1,0
$O_3$	0	0	1,0

Значение коэффициента, равное 1,0, означает, что реализация элемента строки приводит к реализации элемента столбца.

Из таблицы, в частности, следует, что элементы строки  $O_1, O_2$  и  $O_3$  не влияют соответственно на реализацию элементов столбца  $O_3, O_3$  и  $O_1$ . Кроме того, реализация элемента  $O_3$  приводит к реализации элементов  $O_2$  и  $O_3$ . Коэффициенты относительной важности элементов  $O_1, O_2$  и  $O_3$  соответственно  $K_{O_1}, K_{O_2}$  и  $K_{O_3}$  должны быть скорректированы на величины КВП, которые определяются как сумма коэффициентов по столбцам каждого элемента. Корректировка проводится следующим образом:

$$K_{O_1}^B = K_{O_1} \cdot K_{ВПО_1} = K_{O_1} \cdot 1,5; \quad (10.10)$$

$$K_{O_2}^B = K_{O_2} \cdot K_{ВПО_2} = K_{O_2} \cdot 1,75; \quad (10.11)$$

$$K_{O_3}^B = K_{O_3} \cdot K_{ВПО_3} = K_{O_3} \cdot 2,0, \quad (10.12)$$

где  $K_{O_1}^B, K_{O_2}^B, K_{O_3}^B$  – скорректированные коэффициенты относительной важности.

Обобщая изложенное, можно предложить следующую формулу для определения  $K_{ВП}$ :

$$K_{ВПj} = \sum_{i=1}^n K_{ВПij}, \quad (10.13)$$

где  $K_{ВПj}$  –коэффициенты взаимной полезности  $j$ -го элемента для всех остальных элементов этого уровня;

$K_{ВПij}$  –коэффициент взаимной полезности  $j$ -го элемента данного уровня для каждого.

Практика проведения экспертных опросов показала, что даже при одинаковом определении степени взаимной полезности отдельных элементов эксперты могут численно выразить ее через существенно различные значения  $K_{ВПij}$ .

Для ликвидации разнобоя оценок можно рекомендовать экспертам некоторые конкретные значения  $K_{ВПij}$ , характеризующие определенную степень взаимной полезности, а именно  $K_{ВПij} = 1; 0,75; 0,5; 0,25; 0$ .  $K_{ВПij} = 0,5$  означает, что реализация какого-либо элемента влечет за собой реализацию приблизительно на 50 % какого-либо другого элемента этого уровня.  $K_{ВПij} = 0,75$  и  $0,25$  означают соответственно, что какой-либо элемент реализуется более или менее чем на 50 %.

### **10.10 Область применения метода структуризации**

Область применения метода структуризации вне зависимости от уровня управления можно разделить на две группы в соответствии со следующими задачами:

1) определение направлений развития (цели, мероприятия, ресурсы) отдельных социально-экономических систем (народное хозяйство, отрасль, территориально-производственный комплекс, объединение);

2) решение отдельных конкретных проблем и задач (планирование межотраслевой научно-технической разработки, совершенствование сбыта и т. д.) в рамках улучшения работы социально-экономической системы.

Можно выделить следующие направления применения метода структуризации при принятии планово-управленческих решений, используемого параллельно с другими методами обоснования различных плановых и управленческих решений.

1. Для ранжирования и определения приоритетности порядка и сроков разработки, внедрения, использования отдельных проектов, программ, мероприятий, задач и т. д. Применение метода структуризации для решения подобных задач даст возможность:

– определить наиболее важные направления исследований, разработок и других мероприятий по проектам и программам;

– выявить технические, технологические, экономические, организационные и другие трудности, возникающие в процессе достижения целей, оценить возможности преодоления этих трудностей;

– определить полный набор способов и методов достижения поставленных целей;

– установить относительную важность мероприятий по достижению целей.

2. Для выбора наилучших плановых работ с точки зрения обеспечения выполнения целей, стоящих перед каким-либо экономическим объектом того или иного уровня управления. Метод структуризации улучшает качество планово-управленческих решений, принимаемых по разнообразным вопросам, поскольку его применение способствует конкретизации целей деятельности предприятий, объединений, других объектов народного хозяйства, что является одним из важнейших этапов в процессе подготовки решений.

3. Для выработки правильного подхода к определению затрат, необходимых для достижения какой-либо конкретной цели, причем речь идет не только о прямых, но и о сопряженных затратах. Этому способствует детализация и конкретизация функций планирования и управления, а также отдельных систем на их элементы. Например, цель «развертывание производства легковых автомобилей нового типа» можно разбить на ряд подцелей, важнейшими из которых являются:

- 1) создание автомобильного производства;
- 2) развитие взаимосвязанных предприятий промышленности и транспорта;
- 3) создание новых мощностей по производству технологического и вспомогательного оборудования;
- 4) создание сети обслуживания и ремонта автомобилей;
- 5) коммунальное и жилищное строительство.

Детализация первой подцели в ресурсном отношении дает возможность определить прямые затраты, а такая же детализация остальных подцелей – определить сопряженные, а следовательно, и полные затраты.

Применение метода структуризации помогает при составлении программ и планов сконцентрировать ресурсы на выполнении мероприятий, самых эффективных для достижения поставленных целей.

4. Для построения организационных структур управления различными экономическими объектами. Этот процесс начинается с определения и конкретизации целей данного объекта.

5. В программно-целевом планировании для выявления проблем, решать которые целесообразно путем разработки комплексных программ и определения их содержания (целей, стратегий, мероприятий по их достижению, требуемых ресурсов).

6. Для получения новой информации в результате рассмотрения комбинаций идей систем, проектов. Метод структуризации позволяет даже при проведении только качественного анализа раскрыть новые возможности решения

исследуемой проблемы на каждом уровне «дерева взаимосвязей», выяснить взаимосвязи задач на разных уровнях.

Наиболее продуктивные результаты метод структуризации дает в науке и технике, где элементы «дерева научно-технических проблем» достаточно стабильны, и возможна их достаточно четкая структуризация. Они не так сильно подвержены влиянию изменения внешней среды (новые научно-технические открытия, существенно меняющие технические системы, происходят не так уж часто). В области экономики нет таких строго очерченных по структуре систем, влияние внешней среды здесь сказывается значительно сильнее. Все это затрудняет применение метода структуризации в экономике, особенно при решении задач долгосрочного планирования и прогнозирования. Наибольший эффект этот метод может дать при решении отдельных задач текущего и среднесрочного планирования на низших уровнях управления народным хозяйством (отдельные организации и предприятия).

Использование корректировки элементов и коэффициентов их относительной важности, обусловленных возникшими изменениями, позволяет существенно расширить возможности применения этого метода, увеличить сложность рассматриваемых систем и расширить горизонт прогнозирования и планирования.

Связи в «дереве взаимосвязей» устанавливают взаимозависимость между его отдельными элементами без их конкретной ведомственной принадлежности. В этом плане метод структуризации способствует повышению уровня координации, преодолению ведомственных барьеров, нахождению организационных взаимодействий, обеспечивающих успешное выполнение поставленных целей.

Важным вопросом практической реализации метода структуризации является соответствие «дерева взаимосвязей» иерархической организационной структуре, в рамках которой осуществляется выполнение поставленных задач. Однако на практике осуществить такую привязку трудно. Действительно, поставить в соответствие каждому элементу «дерева взаимосвязей» организационный элемент не всегда возможно. Здесь практически всегда нарушается принцип однозначного соответствия, то есть различные задачи, вытекающие из разных элементов «дерева взаимосвязей», выполняются в одном организационном подразделении или, наоборот, одна задача реализуется в нескольких подразделениях различных организационных структур, а интеграция их деятельности происходит на более высоком уровне управления. В этом отношении, видимо, более правильным будет говорить о таком соответствии для «дерева мероприятий», а не для «дерева целей». Действительно, каждое мероприятие должно иметь строгую адресную привязку, что нельзя сказать о функциональных целях. Например, за кем организационно закрепить такую функциональ-

ную цель, как «повышение материального благосостояния»? Ее выполнением занимаются различные органы управления. Обеспечить строгое взаимно-однозначное соответствие между данной целью и определенным элементом организационной структуры управления вряд ли возможно.

«Дерево взаимосвязей» является статической моделью, в то же время реальные социально-экономические процессы носят динамический характер. Можно предложить два подхода к учету динамического характера реальных процессов в методе структуризации.

Первый подход заключается в построении для каждого временного интервала рассматриваемого периода времени своего «дерева взаимосвязей», в котором предусматривается изменение состава целей и средств их достижения, а также их относительной важности.

Второй подход предполагает внесение корректировок в ранее построенное для определенного временного интервала «дерево взаимосвязей» в соответствии с постановкой новых целей и изменением условий их реализации. Частота корректировок должна обеспечивать выявление и своевременное включение в «дерево взаимосвязей» новых целей и задач, учет последних достижений науки и техники, изменений рыночных условий и потребностей, определение области применения выпускаемой продукции и многое другое.

Близкими с точки зрения методов, используемых для построения «деревьев взаимосвязей», являются сетевые модели. Однако сходство между ними носит внешний характер, поскольку по своей сути и области применения – это различные методы. «Деревья взаимосвязей» строятся для одного определенного момента времени, в то время как сетевые модели характеризуют процесс выполнения комплекса каких-то мероприятий, направленных на достижение определенных целей во времени. Дуги между вершинами в «дереве взаимосвязей» характеризуют отношения вида «входит в состав...». Дуги между вершинами в сетевых моделях управления характеризуют процессы, направленные на реализацию определенных мероприятий.

В отличие от «дерева взаимосвязей» сетевой график позволяет отобразить технологическую взаимосвязь всего комплекса работ в целом и его отдельных элементов, увязать входные и выходные параметры каждого элемента структурируемого мероприятия с учетом их соподчиненности, определить продолжительность каждого этапа и всего мероприятия в целом.

Сетевые модели управления следует использовать после построения «дерева взаимосвязей», когда определены и проанализированы цели и мероприятия по их достижению. Те мероприятия, которые на основе использования метода структуризации были включены в планы, в дальнейшем детализируются с

помощью сетевой модели. Таким образом, сетевые модели дополняют «дерево взаимосвязей», позволяют детально проработать плановые задания. Для целей планирования они помогают ответить на вопросы: «Что нужно сделать? Когда работа будет выполнена? Кто в ней участвует?»

Основные недостатки метода структуризации заключаются в отсутствии:

- 1) единых принципов построения «деревьев взаимосвязей»: каждый специалист – системный аналитик может предложить свою конструкцию «дерева», предназначенного для решения одной какой-то проблемы;
- 2) обратной связи, то есть логических элементов, позволяющих обнаружить пропуски или ошибки в структуре «дерева взаимосвязей»; этот недостаток частично может быть преодолен путем систематического введения новых данных и пересмотра старых;
- 3) уверенности в объективности и надежности значений коэффициентов относительной важности, назначаемых экспертно;
- 4) однозначного перехода от «дерева целей» к рекомендациям по решению проблемы.

Известное недоверие к методу структуризации объясняется также тем, что «деревья взаимосвязей», как правило, системные аналитики строят самостоятельно, без привлечения руководителей исследуемого объекта. Необходимо, как это уже указывалось, привлекать к работе по практическому применению метода структуризации лиц, принимающих решения.

Часть названных недостатков вызвана недостаточной разработанностью метода структуризации; другие недостатки являются общими для всех методов, в основе которых лежат экспертные оценки.

### **10.11 Технологии управления по целям**

Технология управления по целям МВО (Management by Objective) была предложена Питером Друкером в 50-е годы XX века. В то время на Западе отчетливо начали понимать, что западные методы требуют изменения и коррекции. Сегодня для оценки эффективности как компаний, так и отдельных работников в менеджменте применяется множество методик. Это, например, сбалансированная система показателей BSC (Balanced Scorecard), управление по целям МВО, управление эффективностью бизнеса BPM (Business Performance Management), управление на основе ключевых показателей эффективности KPI (Key Performance Indicators). В Советском Союзе в 60–70 годы XX века получила распространение концепция программно-целевого планирования (ПЦП), идеи этой концепции во многом перекликаются с идеями МВО.



Большинство американских компаний используют идеи МВО в планировании и управлении. Этой технологии обучают почти во всех американских школах бизнеса. И некоторые авторы относят достигнутый Америкой экономический успех именно на счет этого подхода.

### **10.11.1 Управление по целям как технология управления**

Существует много определений управления по целям:

– систематический и организованный подход, позволяющий менеджменту фокусироваться на достижении целей и добиваться наилучшего результата с помощью доступных ресурсов;

– работа менеджмента по формулировке целей организации, донесения их до сотрудников, обеспечения их необходимыми ресурсами, а также распределение ролей и ответственности за достижение поставленных целей.

Применение МВО систематизирует процесс управления, повышает результативность деятельности предприятия, является эффективным инструментом для постановки и поддержания системы менеджмента качества на предприятии, поддержания качества на всех уровнях предприятия.

Этот подход предъявляет высокие требования к персоналу. Чем лучше работник понимает поставленные перед ним цели и чем точнее последние соответствуют его внутренним устремлениям, тем с большей вероятностью такие цели будут достигнуты.

### **10.11.2 Взаимосвязь стратегии и целевого управления**

Одной из главных особенностей управления по целям считается существование иерархии целей внутри организации. Еще П. Друкер, первым сформулировавший важнейшие принципы МВО, говорил, что каждый руководитель в организации от наивысшего до самого низшего уровня должен иметь четкие задачи, которые обеспечивают поддержку целей более высоких начальников.

Разработка показателей деятельности должна происходить в привязке к стратегическим ориентирам. С одной стороны, понимая связь показателей деятельности и стратегии, сотрудники будут в большей степени вовлечены в деятельность организации, с другой стороны, показатели деятельности должны отражать связь текущей деятельности с достижением стратегических ориентиров организации.

Для стратегического планирования и измерения достижения стратегических целей все чаще используется методология сбалансированной системы показателей (ССП) (BSC – Balanced Scorecard – в переводе с англ. сбалансированная система показателей). СПП – это управленческий инструмент, который позволяет формализовать стратегическое планирование и целеполагание, довести

до персонала стратегические цели компании, а также контролировать достижение этих целей сотрудниками через KPI.

Термин KPI (Key Performance Indicators) переводится в литературе по-разному: «ключевые показатели эффективности», «ключевые показатели результативности». «Эффективность» и «результативность» – принципиально разные понятия. Самый точный перевод – «ключевые показатели деятельности (KПД)» (performance).

Методика MBO в компании может использоваться наравне с технологией BSC. В этой ситуации MBO будет тем механизмом, с помощью которого цели будут распределены по иерархии компании и будет обеспечено вовлечение персонала в их достижение. В этой ситуации KPI являются контрольными точками в процессе достижения целей, характеристиками результативности или эффективности работы сотрудника и бизнес-процессов в целом.

План работы сотрудника на месяц (матрица MBO) представляет собой перечень показателей, установленных в соответствии с зонами ответственности этой позиции. Для показателя определяется весовой коэффициент, отражающий значимость показателя для сотрудника. Сумма весовых коэффициентов равна 100 %. Плановые значения показателей устанавливаются на основе анализа тенденций предыдущих периодов с учетом прогнозов развития компании и планов компании на оцениваемый период.

Пример матрицы MBO для менеджера по продажам приведен в таблице 10.4.

Таблица 10.4 – Целевые показатели

Целевой показатель	Вес, %	План	Фактически	Процент выполнения	КПД, %
Маржа от продажи, руб.	50	150 000	130 000	86,667	43,334
Стандарты, %	10	100	100	100	10
Количество новых клиентов по специализации, шт.	10	5	–	–	–
SMART-задачи, %	10	100	36,364	36,364	3,636
Удовлетворенность клиента, %	10	96	95	98,958	9,896
Количество контактов на открытых мероприятиях, шт.	10	15	–	–	–
<i>Итого</i>					66,866

### **10.11.3 Оценка персонала и материальное вознаграждение**

У метода МВО много сторонников еще и потому, что он дает возможность значительно повысить объективность (насколько это возможно) оценки персонала. Объективность – понятие относительное, тем более в сферах, непосредственно связанных с человеческой деятельностью. По методу МВО оценка делается не на основе личностных качеств и потенциала сотрудника, а на основе оценки результатов его деятельности по заранее установленным параметрам и с использованием количественных методик. Формализованный подход к оценке результатов деятельности позволяет создать алгоритм, который четко и точно определяет размер материального вознаграждения, зависящий от результатов труда. Причем внедрение количественных методик оценки и установление прямой взаимозависимости с системой оплаты труда сами по себе способны принести практическую пользу организации.

### **10.11.4 Эффекты внедрения МВО**

1. Устанавливаются прозрачные и понятные правила определения результата труда и расчета материального вознаграждения.

2. Распределяется степень ответственности между сотрудниками за достижение целей всей организации, обеспечивается вовлечение персонала в деятельность.

3. Увеличивается удовлетворенность работой у персонала, улучшаются отношения в связке «менеджер – исполнитель».

4. Вырастает исполнительская дисциплина и скорость доведения целей и задач до исполнителей.

5. Увеличивается инициативность и самостоятельность сотрудников в решении оперативных задач. Создается система стимулов для личного профессионального развития и совершенствования.

6. Создаются условия для профессионального и карьерного роста сотрудников: определение наиболее эффективно работающих сотрудников создает условия для формирования кадрового резерва на замещение вакантных руководящих позиций.

7. Повышается эффективность использования ресурсов, выявляются и купируются неэффективные бизнес-процессы.

### **10.11.5 Взаимодействие технологии управления по целям с другими технологиями управления**

Для эффективного использования технологии требуется внедрить в практику и автоматизировать несколько управленческих технологий: бюджетирование, CRM, система менеджмента качества (ISO 9001) и т. п.

Внедрение этих технологий приносит самостоятельный эффект, помимо этого, значительно упрощается сбор данных для расчета целевых показателей. Применение этих технологий позволяет собирать данные для показателей системы.

Кроме того, чтобы правильно планировать значения по показателям, необходимо собрать статистическую информацию по предыдущим периодам деятельности. В этом случае установление целевых показателей будет обоснованным и наглядным не только для руководителей, но и для сотрудников. Существовавшая система управленческого учета должна позволять на регулярной основе отслеживать интересующие нас бизнес-индикаторы.

### **Список контрольных вопросов к разделу 10**

1. Почему целеполагание является важным элементом управленческой деятельности?
2. Какие методы целеполагания можно выделить?
3. В чем заключается смысл метода парных сравнений?
4. Как структурировать цели на основе контент-анализа?
5. Почему контент-анализ редко используется при изучении целей и задач управленческой деятельности?
6. Какова суть смешанного подхода целеполагания?
7. Что необходимо учитывать при определении целей нижних уровней?
8. Что такое «дерево взаимосвязей»?
9. Чем «дерево взаимосвязей» отличается от «дерева целей»?
10. Какое одно из основных требований следует учитывать при построении «дерева взаимосвязей»?
11. Какие виды логики используются при построении «дерева взаимосвязей»?
12. В чем смысл конъюнкции?
13. В чем смысл дизъюнкции?
14. Чем конъюнкция отличается от дизъюнкции?
15. Закончите предложение: «Чем ниже уровень дерева взаимосвязей, тем конкретнее становятся формулировки критериев, тем...».
16. Опишите порядок использования метода структуризации.
17. Какие возникают сложности для экспертов при определении коэффициентов относительной важности?
18. Опишите области применения метода структуризации.
19. Что такое управление по целям?
20. Какую главную особенность вы бы выделили в МВО?

## Раздел 11

### МЕТОДЫ ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВ

#### 11.1 Системный подход к разработке альтернатив выбора

В наиболее общем смысле теория принятия эффективных решений представляет собой совокупность математических и численных методов, ориентированных на нахождение наилучших вариантов из множества альтернатив. Решение проблемы разработки и учета всех альтернатив возможно с использованием системного анализа.

Системный анализ – наука, занимающаяся проблемой принятия решения в условиях анализа большого количества информации различной природы [46].

Из определения следует, что целью применения системного анализа к конкретной проблеме или задаче является повышение степени обоснованности принимаемого решения, расширение множества вариантов, среди которых производится выбор с одновременным указанием способов отбрасывания, заведомо уступающих другим.

Использование системного подхода позволяет выявить состав элементов системы, связи между ними, их роль и влияние на достижение поставленной цели.

Выявление элементов системы и связей между ними возможно посредством декомпозиции системы, то есть разбиения системы на подсистемы. Декомпозицию системы целесообразно производить с помощью методик структуризации.

Структура (в переводе с лат. – строение, расположение, порядок) – совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, то есть сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях [26].

Следовательно, методика структуризации (расчленения, разбиения) представляет собой способ выявления внутреннего строения объекта (системы).

Для решения задачи или проблемы необходимо прежде всего грамотно сформулировать проблему или поставить задачу, а затем разработать альтернативные варианты решения. Для разработки таких вариантов следует провести структуризацию проблемы или задачи. При этом выявленные составляющие проблемы или задачи будут являться причинами возникновения проблемы или этапами решения задачи.

Для структуризации проблем и задач существуют соответствующие методики. Приведем краткий анализ этих методик.

В связи с наличием задач военного характера методикой системного анализа, в которой определены порядок и методы формирования и оценки струк-

тур систем, была *методика ПАТТЕРН*, разработанная фирмой «Хониуелл Инк» корпорации РЭНД.

Основные этапы методики ПАТТЕРН [10]:

- разработка «сценария», представляющего собой прогноз политической картины мира на прогнозируемый период;
- разработка прогноза развития науки и техники, который может быть и составной частью «сценария»;
- разработка «дерева целей»;
- оценка составляющих «дерева целей» путем определения коэффициентов относительной важности, состояния разработки и сроков, взаимной полезности;
- обработка результатов оценки (подсчет суммарных коэффициентов с использованием специально разработанной процедуры обработки результатов на ЭВМ) и представление результатов лицам, принимающим решения.

Главное достоинство методики состоит в том, что в ней определены классы критериев оценки (важность, состояние разработки, сроки, взаимная полезность), которые используются в других методиках и служат основой при определении системы оценок составляющих структур.

Основной недостаток методики заключается в отсутствии отработанной логики формирования структуры, то есть принципов и приемов формирования первоначального варианта (вариантов) «дерева целей».

Одной из первых отечественных работ, в которой предложен принцип формирования «дерева целей» и признаки структуризации, была *работа Ю. И. Черняка*, подробно описанная в [46]. В ней формирование верхнего уровня структуры «дерева» определяется тремя вопросами: что нужно узнать, чтобы решить проблему (задачу), что нужно создать для ее решения, что нужно организовать в процессе решения проблемы (задачи). Этот прием применялся при формировании «дерева» проблемы освоения ресурсов Мирового океана, проблем народного хозяйства СССР.

Методикой, ориентированной специально на структуризацию функций систем организационного управления, является *методика С. А. Валюева*. В основу этой методики положены следующие принципы: анализ характеристик организации как системы; определение функций, раскрывающих содержание процесса управления, и учет функций цикла принятия решения [10].

Анализ характеристик организации как системы позволил выделить основные виды управленческой деятельности.

На основе анализа содержания процесса управления выделены основные функции управленческого цикла: планирование, организация, учет, контроль, анализ, регулирование.

Рассмотренные принципы положены в основу названий признаков структуризации методики: «Характеристика организации как системы», в состав которой входят материальные, трудовые и финансовые ресурсы, информация и технологический процесс; «Содержание процесса управления», подразумевающее функции, необходимые для осуществления самого процесса; «Содержание цикла управления» в соответствии с функциями управления. Выделенные по этим признакам функции пересекаются, образуя таким образом более полную формулировку функций.

Рассмотренные методики были ориентированы на структуризацию целей, функций, задач и проблем. Однако они не гарантировали полноту анализа всего объекта (системы). Поэтому в дальнейшем исследователи стали обращаться к философскому определению системы и разрабатывали на его основе модели систем, позволяющие отразить это определение и гарантировать полноту структуризации в рамках принятого определения и соответствующих ему моделей.

Определение системы, данное В. Г. Сагатовским, стало основой еще одной методики, базирующейся на философской концепции. *Методика, учитывающая среду и целеполагание (методика Перегудова – Сагатовского)* предполагает анализ взаимодействия системы со средой. Ее подробное описание приведено в работе [10]. Однако следует отметить, что учет целеполагания, указанного в названии данной методики, осуществляется в любой методике, так как структурируется сама задача, то есть определяются «пути» ее достижения.

Основные этапы методики соответствуют уровням структуризации.

*Уровень 1.* Формирование глобальной цели системы.

Цель должна описывать конечный продукт, для получения которого существует или создается система. Конечным продуктом может быть любой результат деятельности: продукция, новый научный результат, научная информация, управленческие решения и т. п.

*Уровень 2.* Декомпозиция по признаку «Пространство инициирования целей». Формируются подцели исследуемой системы, инициируемые требованиями и потребностями внешней и внутренней среды, влияющей на производство конечного продукта. Объекты внешней среды (заказчики, подрядчики, поставщики, другие предприятия) формируют требования к конечному продукту. Влияние внутренней среды (исследуемой системы) проявляется в форме ограничений на свойства конечного продукта, связанных с возможностями самого предприятия.

*Уровень 3.* Декомпозиция по признаку «Виды конечного продукта». Осуществляется в тех случаях, когда система производит разные виды конечного продукта. При наличии большого числа разновидностей продукции классификатор по этому признаку может быть двухуровневым. Виды конечного продук-

та зависят от того, для чего строится структура целей. Если рассматривается система производства, то конечным продуктом является выпускаемая продукция, а если строится структура целей аппарата управления, то это планы, решения и другие нормативно-методические документы, обеспечивающие выпуск соответствующих видов продукции.

*Уровень 4.* Декомпозиция по признаку «Жизненный цикл». Определяются различные функции, необходимые для получения конечных продуктов. Состав функций зависит от видов конечного продукта.

*Уровень 5.* Декомпозиция по основным элементам (составу) системы. Осуществление потребностей основных элементов системы реализуется через функции. Функции должны быть сформированы с учетом организационной структуры и направлены на реализацию процесса производства конечного продукта.

*Уровень 6.* Декомпозиция по признаку «Управленческий цикл». На этом уровне выделяются основные функции управления.

Методика нашла наиболее широкое практическое применение при разработке «дерева целей» как на уровне микроэкономики, так и на уровне макроэкономики.

Понятие деятельности в той или иной форме используется в любой методике структуризации, однако особенностью методики В. А. Валуева, базирующейся на концепции деятельности, является то, что концепция деятельности является основой формирования структуры, то есть используется на верхних уровнях структуры. Подробно методика рассмотрена в работе [10].

В методике предусмотрено два основных этапа структуризации: 1) этап формирования первоначального варианта (вариантов) структуры проблемы или задачи; 2) оценка, анализ первоначальной структуры (вариантов структуры) и ее корректировка (или выбор наилучшего варианта).

Каждый из этих этапов делится на подэтапы, которые, в свою очередь, разделяются на более мелкие.

*Этап 1. Формирование первоначального варианта (или нескольких вариантов) структуры проблемы или задачи.* При выполнении этого этапа используется одновременно два подхода: целевой (структуризация «сверху») и подход, который называют *лингвистическим, морфологическим, тезаурусным* и т. п. (формирование структуры «снизу»). В соответствии с этими подходами выделены подэтапы 1 и 2, которые могут выполняться параллельно.

*1. Формирование структуры «сверху» (структуризация).* В соответствии с принятой в методике концепцией структуризации деятельности на верхних уровнях структуры целей используются следующие признаки: «сферы деятельности», «структура деятельности», «вид деятельности».



2. *Формирование структуры «снизу» (подготовка предложений)*. Предложения формируются параллельно: возможными исполнителями и на основе анализа научно-технической информации:

а) формирование предложений от исполнителей: при формировании структуры проблемы или задачи предложения собирают от руководителей нижележащих уровней организационной структуры управления – начальников производств, цехов, участков;

б) анализ научно-технической информации (НТИ): на основе анализа различных источников НТИ (отчетов, публикаций, материалов по обмену опытом, патентов и т. п.) можно получить более полный перечень предложений, чем от возможных исполнителей; работу по анализу НТИ должны проводить сотрудники отдела научно-технической информации (ОНТИ) на основе запросов лиц, формирующих структуру;

в) проверка предложений на полноту: для получения более полного перечня предложений полезно сформировать списки понятий, включающие возможные объекты управления или исследования, их характеристики, методы реализации и т. п. Сопоставляя перечни предложений, полученных после выполнения пунктов а и б, формируют новые предложения, которых не было в первоначальных списках.

3. *Объединение структур, полученных с использованием подходов «сверху» и «снизу»*. Этот подэтап завершает формирование варианта (или нескольких вариантов) первоначальной структуры проблемы или задачи, подлежащей оценке и анализу на этапе II.

*Этап II. Оценка, анализ первоначальной структуры (вариантов структуры) и ее корректировка (или выбор наилучшего варианта)*. Этот этап следует выполнять последовательно по уровням структуры сверху вниз.

1. *Оценка составляющих структуры для выявления наиболее значимых составляющих*. При выявлении наиболее значимых составляющих проблемы или задачи используются экспертные и косвенные количественные оценки. Результаты экспертных и косвенных количественных оценок полезно обрабатывать совместно. При этом удобно применять графические представления, которые помогают сравнивать оценки, полученные в разных единицах измерения, приводя их к сопоставимым шкалам. Такое представление ускоряет выявление противоречивых оценок и «редких» мнений, которые затем подлежат более тщательному анализу.

2. *Корректировка структуры на основе полученных результатов оценки*. Составляющие, получившие наименьшие оценки значимости по сравнению с другими и не получившие при этом высоких оценок связности с высокозначимыми, либо исключаются из структуры проблемы или задачи, либо опускаются

на нижележащие уровни иерархии, и, напротив, составляющие, получившие высокие оценки значимости, могут быть перенесены на более высокие уровни иерархической структуры.

*3. Оценка структуры (вариантов структуры) с точки зрения задач управления.* Немаловажной оценкой структуры проблемы или задачи является оценка удобства ее использования руководителем при принятии управленческих решений. На обеспечение этого качества структуры ориентированы определенные требования к ним: единство признака структуризации в пределах уровня иерархии способствует запоминанию структуры руководителем, гипотеза Миллера ограничивает число составляющих в пределах уровня и обеспечивает лучшую равномерность структуры и т. п.

*4. Выбор варианта структуры проблемы или задачи, или корректировка структуры.* На основе сравнительного анализа вариантов структуры и других учитываемых информационных оценок и требований к структуре выбирается лучший вариант, то есть производится корректировка структуры: объединение (разукрупнение) составляющих структуры, изменение последовательности признаков структуризации с тем, чтобы получить желаемую степень централизации или, напротив, предоставить большую самостоятельность исполнителям, улучшить условия решения управленческих задач и т. п.

Достоинство данной методики связано с возможностью оценки выделенных составляющих проблемы или задачи, то есть возможностью выявления приоритетных задач и направлений решения проблемы или задачи.

Несмотря на то что методы структуризации проблем или задач отличаются универсальностью, их успешное применение в значительной мере зависит от профессиональной подготовки специалиста, который должен иметь четкое представление о специфических особенностях изучаемой системы и уметь корректно поставить задачу или сформулировать проблему.

## **11.2 Оценка альтернатив для различных типов управленческих задач**

Для выбора наиболее эффективных альтернатив решения, касающихся различных аспектов управленческой деятельности (стратегий, мероприятий, вариантов оргструктур управления, методов мотивации труда, решения кадровых вопросов и т. п.), используются разные методы. Их выбор во многом определяется типом конкретной управленческой задачи. В зависимости от степени определенности постановки проблем и условий их решения, как отмечалось ранее, встречаются три типа задач: детерминированные, вероятностные и задачи в условиях неопределенности.

Для решения задач первого типа используется широкий набор математических методов, например, математическое программирование. И хотя для решения управленческих проблем детерминированные задачи не являются типичными, поясним возможные подходы к их решению с помощью матрицы решений.

Допустим, что решается вопрос о выпуске швейных машин при различных предположениях о емкости рынка. Считаем, что основным критерием выбора стратегии выпуска является максимизация прибыли.

Расчетная прибыль (Пр), которую может получить завод, выражается в виде

$$\text{Пр} = P - Z, \quad (11.1)$$

где  $P$  – стоимость реализованной продукции;

$Z$  – полные затраты предприятия, включающие себестоимость продукции, плату за фонды, затраты на маркетинг и другие платежи.

Допустим, что отпускная цена одной швейной машины 1 тыс. руб. Полные затраты в расчете на производство одной машины для простоты примера будем считать не зависящими от объема выпуска продукции и равными 0,5 тыс. руб. Таким образом, от каждой реализованной машины завод получает 0,5 тыс. руб. расчетной прибыли.

Планируя объем выпуска швейных машин, нужно не только исходить из производственных возможностей, но прежде всего учитывать емкость рынка. Возможные результаты осуществления различных вариантов плана в зависимости от прогнозных вариантов емкости рынка приведены в таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Прибыль при осуществлении различных вариантов плана выпуска

В млн руб.

Альтернатива плана, тыс. шт.	Емкость рынка, тыс. шт.			
	100	200	300	400
100	50	50	50	50
200	0	100	100	100
300	-50	50	150	150
400	-100	0	100	200

Числа, стоящие в каждой ячейке таблицы, показывают ожидаемую прибыль. Знак «минус» означает убытки. Видно, что каждому значению емкости рынка соответствует определенный вариант плана, обеспечивающий максимальную прибыль.

Детерминированная задача предполагает, что нам точно известна емкость рынка. В соответствии с этой емкостью и выбирается плановая стратегия.

Для оценки альтернатив для других типов задач принятия решений широко используются экспертные оценки.

Предположим, что нам точно неизвестно, какой будет емкость рынка, но известны вероятности ее различных значений, определенные экспертами и образующие полную группу взаимоисключающих событий:

$$P_1 = 0,1; P_2 = 0,2; P_3 = 0,5; P_4 = 0,2, \quad (11.2)$$

где  $P$  характеризует вероятности каждой из четырех возможных емкостей рынка.

В качестве критерия выбора лучшей стратегии для вероятностных задач наиболее часто применяется критерий, максимизирующий математическое ожидание (в данном примере – прибыли). Тогда эффективность ( $\mathcal{E}$ ) каждого варианта определится как:

$$\mathcal{E}_1 = 50 \cdot 0,1 + 50 \cdot 0,2 + 50 \cdot 0,5 + 50 \cdot 0,2 = 50; \quad (11.3)$$

$$\mathcal{E}_2 = 0 + 100 \cdot 0,2 + 100 \cdot 0,5 + 100 \cdot 0,2 = 90; \quad (11.4)$$

$$\mathcal{E}_3 = -50 \cdot 0,1 + 50 \cdot 0,2 + 150 \cdot 0,5 + 150 \cdot 0,2 = 110; \quad (11.5)$$

$$\mathcal{E}_4 = -100 \cdot 0,1 + 0 + 100 \cdot 0,5 + 200 \cdot 0,2 = 80. \quad (11.6)$$

Видно, что в данной задаче следует выбрать третью стратегию.

Обычно данный критерий используется, когда рассматриваются повторяющиеся решения и когда одно плохое решение не грозит катастрофическими последствиями.

Другим критерием, который может применяться при решении вероятностных задач, является математическое ожидание полезности. Поясним его применение на более простом примере определения численности сотрудников отдела сбыта в зависимости от емкости рынка. В ячейках таблицы 11.2 представлены расчетные значения прибыли или убытков в рублях.

Таблица 11.2 – Прибыль от реализации товара в зависимости от емкости рынка и численности сотрудников отдела сбыта

В рублях

Альтернатива численности, кол-во чел.	Емкость рынка, шт.		
	2000	3000	4000
Пять	-20 000	50 000	60 000
Девять	-40 000	40 000	70 000

При выборе лучшей альтернативы с помощью критерия математического ожидания полезности будем руководствоваться следующими рассуждениями. Потеря 20 000 руб. нежелательна, но потеря 40 000 руб. является катастрофической, то есть полезность непропорциональна прибыли, особенно когда ставки высоки. При увеличении прибыли полезность также увеличивается, но в меньшей степени, при уменьшении прибыли полезность уменьшается с увеличивающейся скоростью. Однако полезность практически пропорциональна прибыли в пределах «нормального» диапазона.

Данные рассуждения результируются в таблице 11.3, в ячейках которой приведены величины полезности (в единицах полезности).

Таблица 11.3 – Величины полезности разных альтернатив для различных значений емкости рынка

Альтернатива численности, кол-во чел.	Емкость рынка, шт.		
	2000	3000	4000
Пять	-1,2	1,0	1,05
Девять	-4,0	0,9	1,08

Вероятности различных емкостей рынка равны

$$P_1 = 0,2; P_2 = 0,3; P_3 = 0,5 ; \quad (11.7)$$

$$\mathcal{E}_1 = -1,2 \cdot 0,2 + 1,0 \cdot 0,3 + 1,05 \cdot 0,5 = 0,585; \quad (11.8)$$

$$\mathcal{E}_2 = -4,0 \cdot 0,2 + 0,9 \cdot 0,3 + 1,08 \cdot 0,5 = 0,01. \quad (11.9)$$

Очевидно, что необходимо выбрать первую альтернативу. Этот же результат получается, если в данном примере поиск лучшей альтернативы вести с помощью критерия математического ожидания прибыли. Однако с помощью критерия математического ожидания полезности рекомендации получаются более категоричными.

При принятии решений в условиях неопределенности чаще всего используют критерии типа минимакса (пессимизма) и максимакса (оптимизма). Здесь руководствуются следующей логикой рассуждений (см. таблицу 11.2): если мы выберем первую альтернативу, то наши возможные максимальные потери составят 20 000 руб.; если мы выберем вторую альтернативу, то эти потери могут составить 40 000 руб. Выбираем первую альтернативу, минимизирующую наши возможные максимальные потери. Данный подход характеризует выбор осторожного человека, ориентирующегося в своем решении на самое неблагоприятное стечение событий.

Применение критерия оптимизма характеризуется следующими рассуждениями. При выборе первой альтернативы возможная максимальная прибыль

составит 60 000 руб., при выборе второй альтернативы – 70 000 руб. Выбираем вторую альтернативу, максимизирующую возможную максимальную прибыль. Данный подход характеризует решение человека, склонного к риску, надеющегося на удачу. Он может много выиграть, но и много проиграть. Возможны и другие критерии. Их выбор в существенной мере зависит от личностных особенностей применяющих их специалистов и руководителей.

При принятии решений в условиях почти полного отсутствия информации желательно провести дополнительные исследования и сделать задачу более определенной, что повышает возможность принятия более обоснованных решений.

Безусловно, были рассмотрены только простейшие модели выбора эффективных альтернатив. При их оценке используются и другие методы, в частности, метод «дерева решений», а также многокритериальной оценки.

При существовании значительного числа альтернатив, перед тем как искать наилучший вариант решения, целесообразно сократить круг поиска такого варианта путем выявления множества предпочтительных (эффективных) вариантов решений на основе использования оптимизации по Парето, основанной на методе парных сравнений.

Множество эффективных решений является множеством недоминированных решений, обладающих следующими свойствами:

1. Любые два эффективных решения между собой несравнимы.
2. Для любого решения, не принадлежащего множеству эффективных решений, всегда найдется по крайней мере одно эффективное решение, которое является строго лучшим (по всем оценочным показателям).

Из этих свойств вытекает, что оптимальное решение находится среди эффективных.

Рассмотрим на основе оптимизации по Парето задачу. Оценим только четыре альтернативы выбора варианта организации выпуска какого-то нового продукта –  $A_1, A_2, A_3, A_4$ . Как и ранее, используется два оценочных критерия: объем выпуска, обеспечиваемый с помощью выбранной альтернативы ( $O$ ), и себестоимость единицы продукта ( $C$ ). В таблице 11.4 приводятся результаты экспертной ранговой оценки рассматриваемых альтернатив (по 5-ранговой шкале).

Таблица 11.4 – Оценка альтернативных вариантов решения

Критерий	Альтернатива			
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$
$C$	3	1	2	4
$O$	2	3	1	3

Данные таблицы 11.4 можно представить в графической форме (рисунок 11.1).

Альтернативы  $A_1$  и  $A_2$  несравнимы, так как по двум критериям имеются противоречивые оценки. Альтернатива  $A_3$  лучше альтернативы  $A_1$  по двум критериям. Поэтому альтернатива  $A_1$  не может быть эффективной, поскольку есть доминирующее лучшее решение  $A_3$ . Следовательно, альтернатива  $A_1$  исключается из дальнейшего рассмотрения. По двум критериям альтернатива  $A_3$  лучше альтернативы  $A_4$ , поэтому альтернатива  $A_4$  также является неэффективной. Из исходного множества четырех решений остались только два решения  $A_2$  и  $A_3$ . Сравнивая оценки этих альтернатив по двум критериям, приходим к выводу, что эти альтернативы несравнимы. Таким образом, из четырех допустимых альтернатив эффективными являются решения  $A_2$  и  $A_3$ .

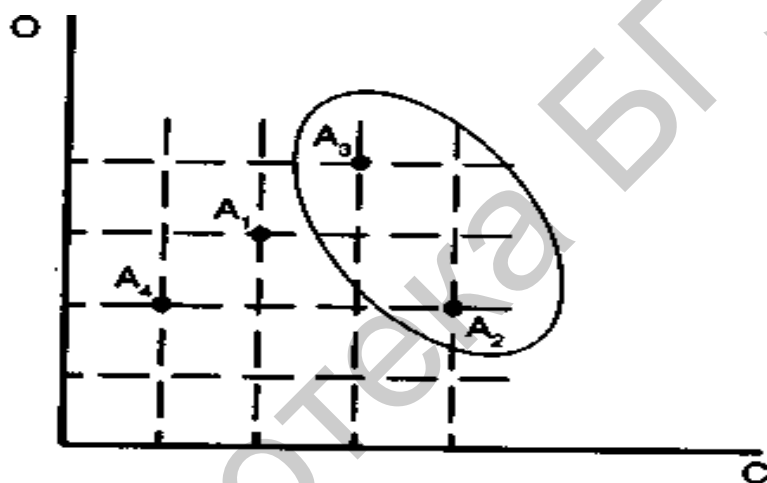


Рисунок 11.1 – Определение эффективных альтернатив

### 11.3 Методы оценки альтернатив выбора

При разработке альтернативных вариантов посредством проведения структуризации необходимо выявить мнение как можно большего числа работников, поскольку работники при этом чувствуют свою причастность к управлению предприятием. Разработка вариантов решения – творческий процесс, требующий активизации мышления. В этом процессе необходим обмен мнениями, обсуждение, то есть применение тех или иных форм коллективной работы.

После разработки некоторого количества альтернатив решения проблемы (задачи) необходимо осуществить выбор одной из них, а значит сравнить их между собой, осуществив оценку вариантов. Для этого следует определить критерий оценки, то есть показатель, характеризующий варианты решения, который будет использован для оценки.

Выбор варианта решения может осуществляться по следующим общим критериям:

1. Полнота решения проблемы (или количественная оценка результата решения).
2. Ресурсы, используемые в процессе принятия решения: материальные, трудовые, финансовые.
3. Время, необходимое для решения проблемы (задачи).
4. Социальная и экологическая допустимость принятия решения.
5. Побочные последствия осуществления решения.

Одним из наиболее распространенных критериев является второй, то есть стоимостная оценка вариантов. В этом случае обычно выбираются показатели затрат, прибыли и эффективности альтернативного варианта решения. При этом наилучшему варианту будет соответствовать экстремальное значение (минимум или максимум) критерия оценки.

После разработки вариантов решения проблемы или задачи и определения критерия оценки необходимо осуществить выбор наиболее эффективного варианта.

Поскольку системный подход позволяет определить множество вариантов решения, то сначала следует произвести предварительный отсев вариантов. Для этого не требуется сравнения альтернатив с выбранными критериями, следует просто проверить варианты на наличие некоторых качеств, признанных обязательными для данного решения. Это могут быть неблагоприятные экологические последствия, необеспеченность кадрами соответствующей квалификации, отсутствие производственных площадей и т. п.

Рассмотрим конкретные примеры системной разработки альтернативных вариантов и методов их оценки.

*Пример 1.* Имеются два объекта инвестирования с одинаковой прогнозной суммой требуемых капитальных вложений. Величина планируемого дохода в каждом случае не определена и приведена в виде распределения вероятностей (таблица 11.5).

В данном случае используется вероятностный подход, предполагающий прогнозирование возможных исходов и присвоение им вероятностей. При этом пользуются предыдущими распределениями вероятностей (например, из выборочных обследований или статистики предшествующих исследований) или субъективными оценками, сделанными аналитиком самостоятельно либо с привлечением группы экспертов. При этом каждому исходу присваивается вероятность с учетом того, что сумма всех вероятностей равна единице.



Таблица 11.5 – Планируемый доход

Проект А		Проект В	
Прибыль	Вероятность	Прибыль	Вероятность
3000	0,10	2000	0,10
3500	0,20	3000	0,20
4000	0,40	4000	0,35
4500	0,20	5000	0,25
5000	0,10	8000	0,10

Согласно критерию «затраты – прибыль» наилучшим будет проект, предполагающий минимум затрат и (или) максимум прибыли. Поскольку затраты по обоим проектам равны, то в качестве критерия выбора используем максимум прибыли.

Математическое ожидание прибыли для рассматриваемых проектов будет соответственно равно

$$A = 0,1 \cdot 3000 + 0,2 \cdot 3500 + 0,4 \cdot 4000 + 0,2 \cdot 4500 + 0,1 \cdot 5000 = 4000; \quad (11.10)$$

$$B = 0,1 \cdot 2000 + 0,2 \cdot 3000 + 0,35 \cdot 4000 + 0,25 \cdot 5000 + 0,1 \cdot 8000 = 4250. \quad (11.11)$$

Таким образом, проект В более предпочтителен. Однако следует отметить, что этот проект является и относительно более рискованным, поскольку имеет большую вариацию прибыли по сравнению с проектом А (размах вариации проекта А = 5000 – 3000 = 2000, проекта В = 8000 – 2000 = 6000).

*Пример 2.* Управляющему нужно принять решение о целесообразности приобретения станка М<sub>1</sub> либо станка М<sub>2</sub>. Станок М<sub>2</sub> более экономичен, что обеспечивает больший доход на единицу продукции, вместе с тем он более дорогой. Расчетный срок службы станков 5 лет. Значения затрат на приобретение станка и дохода на единицу продукции представлены в таблице 11.6.

Таблица 11.6 – Значения затрат и дохода

Вариант покупки	Затраты на приобретение	Операционный доход на единицу продукции
Станок М <sub>1</sub>	15 000	20
Станок М <sub>2</sub>	21 000	24

Управляющий оценил возможные варианты годового спроса на продукцию и соответствующие им вероятности следующим образом: 1200 единиц с вероятностью 0,4; 2000 единиц с вероятностью 0,6.

Рассчитаем варианты возможного дохода по каждому станку при разных значениях годового спроса.

Станок  $M_1$ :

$$20 \cdot 1200 - 15\,000 = 9000; \quad (11.12)$$

$$20 \cdot 2000 - 15\,000 = 25\,000. \quad (11.13)$$

Станок  $M_2$ :

$$24 \cdot 1200 - 21\,000 = 7800; \quad (11.14)$$

$$24 \cdot 2000 - 21\,000 = 27\,000. \quad (11.15)$$

С учетом вероятности значений годового спроса доход составит:

$$M_1 = 9000 \cdot 0,4 + 25\,000 \cdot 0,6 = 18\,600; \quad (11.16)$$

$$M_2 = 7800 \cdot 0,4 + 27\,000 \cdot 0,6 = 19\,320. \quad (11.17)$$

Расчет показал, что более дорогой станок  $M_2$  обеспечивает и большую годовую прибыль, поэтому для выбора варианта по критерию «затраты – прибыль» необходимо рассчитать отношение прогнозируемой прибыли за весь срок службы к затратам на приобретение станка:

– для станка  $M_1$ :  $18\,600 \cdot 5 / 15\,000 \cdot 100\% = 620\%$ ;

– для  $M_2$ :  $19\,320 \cdot 5 / 21\,000 \cdot 100\% = 460\%$ .

Таким образом, вариант с приобретением станка  $M_1$  экономически более целесообразен.

#### 11.4 Многокритериальные оценки альтернатив

В данном подразделе иллюстрируются возможности применения достаточно простых методов выбора альтернатив, основанных на экспертных оценках.

Прежде всего охарактеризуем простейший, наименее строгий метод, носящий чисто качественный характер. Рассмотрим задачу выбора лучшего варианта какого-либо проекта, например, выпуска нового продукта. Считаем, что существуют только две альтернативы проекта (1 и 2 в таблице 11.7). В данной таблице также приводится перечень оценочных критериев, который для других задач может быть иным. Используется качественная шкала оценок, состоящая в данном случае из пяти градаций: «очень хороший», «хороший», «удовлетворительный», «слабый», «очень слабый». Возможно использование других вариантов шкалы оценок. Знаком «плюс» в таблице 11.7 обозначен уровень соответствия каждого проекта оценочным критериям.

Таблица 11.7 – Качественная оценка проектов

Критерий оценки	Ранг					Номер проекта
	очень хороший	хороший	удовлетворительный	слабый	очень слабый	
Соответствие основной деятельности	+	–	–	–	–	1
	+	–	–	–	–	2
Технические возможности	+	–	–	–	–	1
	–	–	–	–	+	2
Затраты ресурсов	+	–	–	+	–	1, 2
Влияние на выпускаемую продукцию	–	+	–	–	–	1
	–	–	–	–	+	2
Патентная чистота	–	+	–	–	–	1
	+	–	–	–	–	2
Экономическая активность	–	–	–	+	–	1
	–	–	+	–	–	2
Вероятность успеха	–	–	+	–	–	1
	–	–	+	–	–	2

По таблице 11.7 определяем, какой проект имеет большее число более высоких оценок. В данном примере это первый проект.

К числу главных недостатков данного метода следует отнести прежде всего отсутствие количественных оценок, применение которых, как правило, делает выбор лучшей альтернативы более убедительным. Ведь определить объективно, насколько отличается «очень хороший» уровень от «хорошего» достаточно сложно.

Еще одним недостатком является то, что не учитывается степень отличия оценок двух альтернатив по одному и тому же критерию. Эти оценки могут находиться в смежных градациях, как, например, оценки по критерию «патентная чистота» (с учетом точности экспертных оценок они практически являются одинаковыми), и в противоположных градациях, как, например, оценки по критерию «технические возможности».

Кроме того, в данном методе не учитывается относительная важность (веса) отдельных критериев.

Указанные недостатки частично преодолеваются при использовании количественных оценок. Простейший вариант такой оценки для ранее рассмотренной задачи приводится в таблице 11.8.

Таблица 11.8 – Простейший вариант количественной оценки проектов

Критерий оценки	Вес (А)	Уровень значения критерия (Б)					Взвешенная оценка (А · Б)	Номер проекта
		очень хороший (1,0)	хороший (0,75)	удовлетворительный (0,5)	слабый (0,25)	очень слабый (0)		
Соответствие основной деятельности	0,10	++					0,1; 0,1	1, 2
Технические возможности		+					0,15	1
						+	0	2
Затраты ресурсов		+					0,1	1
						+	0,025	2
Влияние на выпускаемую продукцию	0,20		+				0,15	1
						+	0	2
Патентная чистота	0,05		+				0,375	1
		+					0,05	2
Экономическая эффективность						+	0,05	1
				+			0,1	2
Вероятность успеха	0,20			+			0,1	1
				+			0,1	2
<i>Всего</i>							0,69	1
							0,38	2

В данном случае используется количественная балльная шкала. Оценки находятся в диапазоне от 0 до 1 и имеют шаг, кратный 0,25. Назначение четкой количественной меры каждому диапазону оценок в условиях слабоструктурированных измерений облегчает экспертам проставление оценок. Возможно использование других шкал измерений, что не скажется на конечных выводах. Выбор шкалы в данном случае определяется прежде всего удобством проведения измерений и обработки полученных оценок.

Кроме того, определены веса критериев. «Взвешенные» по каждому критерию оценки проектов суммируются. Лучшей является альтернатива, имею-

щая наибольшую интегральную оценку. В данном случае это первый проект. В приведенном примере для иллюстрации расчетной методики используются десятые и сотые доли оценок. С практической точки зрения это не имеет смысла, и конечные оценки лучше округлить до целых чисел или только до десятых долей. При выборе лучшей альтернативы следует иметь в виду, что различие оценок в 10–15 % заведомо находится в диапазоне точности измерений и с этой точки зрения они неразличимы.

Хотя выводы, полученные на основе использования обоих рассмотренных методов, совпадают, рекомендации второго метода являются более убедительными.

У второго метода можно отметить недостаток, присущий многим подобным методам измерений: эксперту необходимо поместить свою оценку в точно выбранную градацию, даже если у него нет уверенности и он считает, что с определенной вероятностью оценка может быть и «очень хорошей», и просто «хорошей»? Этот недостаток преодолевается путем использования вероятностного метода оценки альтернатив (таблица 11.9). В данной таблице приводятся результаты оценки первого варианта проекта рассматриваемой задачи. Чтобы не перегружать таблицу цифрами, рекомендуется для отдельных альтернатив заполнять отдельные таблицы. В целях облегчения расчетов веса критериев определяются по шкале от 1 до 100 баллов. Этому условию соответствуют цифры в нижней части ячеек столбца «Вес». В ячейках оценок приводятся вероятности получения тех или иных оценок. Поскольку одновременно нельзя получить несколько оценок, то они представляют полную группу взаимоисключающих событий, поэтому сумма вероятностей равна единице.

Таблица 11.9 – Вероятностная оценка проекта

Критерий оценки	Вес	Уровень значения критерия					Вероятностный вес уровня	Суммарный вероятностный вес уровня
		очень хороший (1,0)	хороший (0,75)	удовлетворительный (0,5)	слабый (0,25)	очень слабый (0)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соответствие основной деятельности	0,10 10,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0	0,6	0,066
Технические возможности	0,15 15,0	0	0	0,2	0,4	0,4	0,2	3

Продолжение таблицы 11.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Затраты ресурсов	0,10 10,0	0	0	0,5	0,2	0,2	0,375	3,75
Влияние на выпускаемую продукцию	0,20 20,0	0,9	0,1	0	0	0	0,375	19,5
Патентная чистота	0,05 5,0	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,625	3,11
Экономическая эффективность	0,20 20,0	0,9	0,1	0	0	0	0,375	19,5
Вероятность успеха	1,0 100	0,8	0,1	0,1	0	0	0,323	18,5
<i>Всего</i>	1,0 100	–	–	–	–	–	–	73,36

Вначале определяется вероятностный вес уровня, рассчитываемый, например, для критерия «соответствие основной деятельности»:  $1,0 \cdot 0,2 + 0,75 \cdot 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 + 0,25 \cdot 0,2 + 0 = 0,6$ .

Суммарный вероятностный вес уровня определяется путем умножения на соответствующий вес (на 0,1 или 10). Итоговая интегральная оценка первого проекта равна 73,36 балла (с округлением – 73,4 балла).

Таким образом, при применении рассмотренных методов возникают две главные проблемы:

1. Как получить оценки по отдельным критериям?
2. Как интегрировать (агрегировать) полученные оценки? Эксперты играют роль «измерительных приборов», фиксирующих значения отдельных критериев.

В ряде случаев приходится решать обратную задачу, например, какой из альтернативных продуктов следует снимать с производства в первую очередь?

В таблице 11.10 дается описание метода оценки перспективности продукта. Используется графический вариант оценочной шкалы, в которой эксперты дают оценку степени соответствия продукта каждому критерию (для каждого продукта строится отдельная таблица). Здесь  $R_i$  – оценка продукта по  $i$ -му критерию.



зателей и находят точки, характеризующие эквивалентные их сочетания. Соединив эти точки, получают «кривую безразличия».

Рассмотрим более подробно выбор лучшей альтернативы с помощью «кривых безразличия» на примере определения оптимальной производственной программы. На рисунке 11.2 приводятся такие кривые, построенные исходя из возможности производства различного количества продукции (от 200 до 900 единиц) при различных сочетаниях требуемых трудовых ресурсов и используемого оборудования.

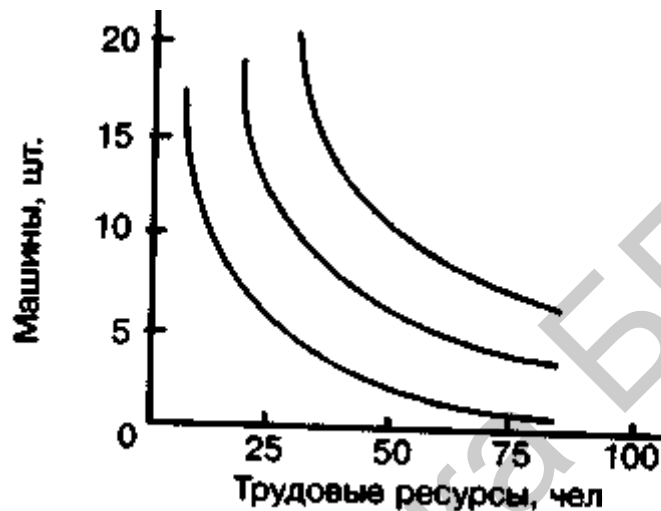


Рисунок 11.2 – «Кривые безразличия»

Для выбора лучшей альтернативы нам необходимо также знание величин затрат, требуемых для реализации той или иной стратегии. На рисунке 11.3 приводятся прямые равных стоимостей. При построении этих прямых предполагалось, что каждая единица рабочей силы обходится в 200 стоимостных ед. и что каждая машина стоит 1000 стоимостных ед. Таким образом, затраты в 10 000 ед. только на одни машины будут означать приобретение 10 машин. Подобные затраты только на рабочую силу будут означать использование 50 чел. Все другие комбинации количества рабочей силы и машин, требующие для своей реализации 10 000 ед. стоимости, будут лежать на прямой 10 000 ед. Если мы совместим «кривые безразличия» с линиями равных стоимостей, то получим рисунок 11.4. Оказалось, что линия равных стоимостей в 20 000 ед. касается «кривой безразличия», обеспечивающей выпуск 900 ед. продукции только в одной точке. Отсюда следует, что минимальные возможные затраты для выпуска 900 ед. продукции равны 20 000 ед. стоимости при использовании 10 машин и 50 чел.



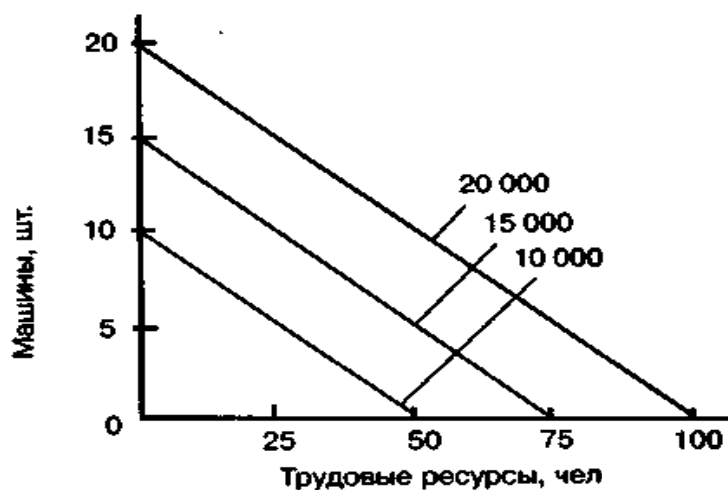


Рисунок 11.3 – Прямые равных стоимостей

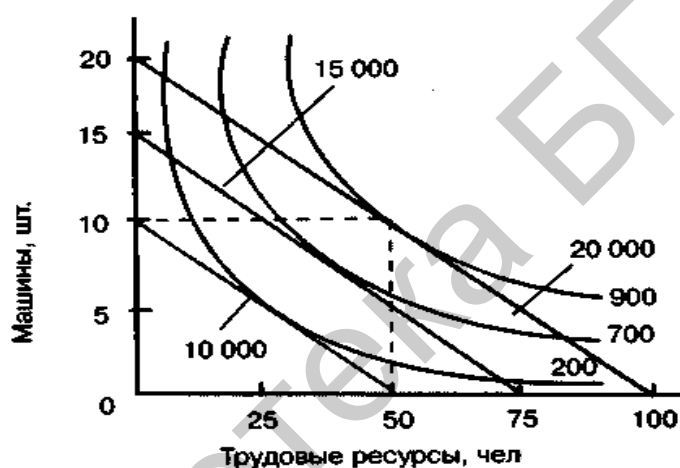


Рисунок 11.4 – «Кривые безразличия» и прямые равных стоимостей

Справедлива и обратная постановка задачи: затраты в 20 000 ед. могут обеспечить максимально возможный выпуск продукции, равный 900 ед., при использовании 10 машин и 50 чел. При другом сочетании используемого количества машин и рабочей силы при затратах в 20 000 ед. выпуск 900 ед. продукции не может быть достигнут.

На рисунке 11.5 приводится график зависимости максимально возможного количества выпускаемой продукции от величины затрат или минимальных затрат при заданном уровне выпуска продукции.

Теперь, располагая некоторыми дополнительными данными о спросе на продукцию, ресурсах и др., можно определить оптимальную производственную программу.

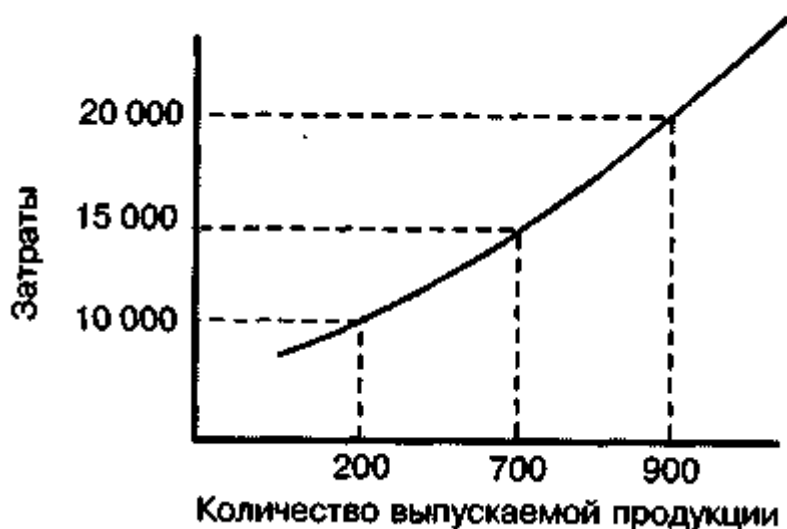


Рисунок 11.5 – Зависимость величины затрат от объема и выпуска продукции

### 11.6 Принятие срочных решений

Как отмечалось ранее, к категории срочных решений относятся решения, на принятие которых порой отводятся минуты и даже секунды. Как правило, такие решения принимаются в условиях чрезвычайных ситуаций, когда время для использования развернутых процедур принятия решений отсутствует. В лучшем случае имеется возможность в сжатом масштабе времени оценить плюсы и минусы быстро выявленных альтернатив решений, число которых может быть неполным.

Наиболее часто практикуемыми методами обучения навыкам принятия решений в чрезвычайных обстоятельствах являются разбор конкретных ситуаций и использование тренажеров для создания учебных чрезвычайных ситуаций (для операторов АЭС, пилотов и т. п.).

В обстоятельствах, когда все же имеется некоторое время, для выбора лучших альтернатив решения можно рекомендовать использовать следующие два метода, предполагающие коллективную (экспертную) оценку альтернатив решения.

Первый метод основан на экспертном подходе к выявлению и оценке альтернатив. Основой данного подхода является открытое коллективное экспертное обсуждение возникшей проблемы типа метода мозговой атаки. На таком подходе основаны достаточно часто используемые в управленческой практике «оперативки» и «пятиминутки». Вначале эксперты стараются составить наиболее полный перечень альтернатив, а затем обсудить их достоинства и недостатки, число которых для разных альтернатив в общем случае является разным. Полученные результаты ведущий обсуждения фиксирует на доске или экране в виде формы, представленной в таблице 11.11. Затем производится коллектив-

ное сравнение достоинств и недостатков выявленных альтернатив и выбор той альтернативы, для которой ее достоинства в наибольшей степени преобладают над ее недостатками. Для сокращения числа одновременно рассматриваемых факторов перед выбором лучшей альтернативы рекомендуется исключить из рассмотрения те достоинства и недостатки, которые для разных альтернатив имеют одинаковое или сильно сходное содержание.

Таблица 11.11 – Оценка альтернатив при принятии срочных решений

Альтернатива 1		Альтернатива 2		Альтернатива N	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3

## 11.7 Методы и модели принятия решений

Принятие решений является и наукой и искусством. Методология принятия решений опирается на такие дисциплины, как исследование операций, теория оптимального управления, теория игр и др. При этом сохраняют свое значение и традиционные методы принятия решений на основе изучения опыта, обобщения результатов, интуиции. Выбор конкретного метода (методов) определяется как объективными факторами (объект управления), так и субъектом их применения (руководителем и его командой). Не существует единственного лучшего метода принятия решений вообще, как и самого лучшего метода организации, самого лучшего метода руководства. К наиболее часто используемым методам принятия решений относятся следующие:

- взвешенных средних;
- лексикографической оптимизации;
- уступок;
- принятия решения индивидуальным ЛПР с использованием максимума среднего выигрыша;
- принятия решения индивидуальным ЛПР с использованием принципа пессимизма;
- принятия решения групповым ЛПР с использованием принципа Парето.

### 11.7.1 Метод взвешенных средних

Метод взвешенных средних применяется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается индивидуальным ЛПР в

условиях определенности. Множество альтернатив  $Y$  представлено перечнем. Критерии принятия решения сравнимы, имеются веса критериев. Функция предпочтения задана в количественной шкале. Нет контакта с ЛПР. Требуется найти наилучшие решения в условиях одной проблемной ситуации  $S$ .

Предполагается, что различные функции предпочтения удастся выразить в единых полезностных единицах и, используя веса критериев, характеризующие их относительную значимость  $P_\ell$ , построить единый критерий оптимальности:

$$K = \sum_{\ell=1}^L P_\ell f_\ell(Y_i) \rightarrow \max Y_i^0 \quad (i = \overline{1, m}). \quad (11.18)$$

Оптимальным считается тот вариант решения, который обеспечивает максимальное значение обобщенной функции предпочтения:

$$f^0 = \sum_{\ell=1}^L P_\ell f_\ell(Y_i) \quad (i = \overline{1, m}). \quad (11.19)$$

### 11.7.2 Метод лексикографической оптимизации

Метод лексикографической оптимизации применяется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается индивидуальным ЛПР в условиях определенности. Множество альтернатив задано перечнем. Решение принимается по нескольким критериям, критерии сравнимы и упорядочены. Функции предпочтения заданы в количественной шкале. Нет контакта с ЛПР. Требуется выделить подмножество лучших решений в условиях одной проблемной ситуации  $S$ .

Алгоритм решения сводится к следующим этапам:

1. Все критерии располагаются в порядке убывания их важности:

$$f_1(Y) > f_2(Y) > \dots > f_\ell(Y) > \dots > f_L(Y). \quad (11.20)$$

2. Решение находят по критерию  $f_1(Y) \rightarrow \max Y$ . В общем случае решением будет некоторое подмножество  $Y^1 \subset Y$ .

3. Из подмножества  $Y^1$  выбирают лучшие варианты по критерию  $f_2(Y) \rightarrow \max Y$  и т. д.

Подмножество  $Y^L$  является подмножеством лучших решений.

Данный метод не всегда дает решение, поскольку уже при оптимизации по первому критерию мы можем получить единственное решение, а не подмножество. В этом случае оптимизация по  $f_2(Y)$  и по всем последующим критериям не имеет смысла.

### 11.7.3 Метод уступок

Метод уступок используется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается индивидуальным ЛПР в условиях определенности. Множество альтернатив задано перечнем. Решение принимается по нескольким сравнимым, упорядоченным критериям. Функции предпочтения заданы в количественной шкале. Предусматривается контакт с ЛПР. Требуется выделить подмножество лучших решений в условиях одной проблемной ситуации.

Алгоритм поиска решения состоит из следующих этапов:

1. Все критерии располагаются в порядке убывания их важности:

$$f_1(Y) > f_2(Y) > \dots > f_l(Y) > \dots > f_L(Y). \quad (11.21)$$

2. Решение находят по критерию  $f_1(Y) \rightarrow \max Y$ . В общем случае решением будет некоторое подмножество  $Y^1 \subset Y$ . Затем ЛПР просят определить некоторую уступку по первому критерию  $\Delta f_1$  для того, чтобы полнее учесть прочие критерии. Тогда подмножество  $Y^1$  лучших решений по первому критерию определится следующим образом: в  $Y^1$  входят все те варианты, которые доставят первому критерию оптимальное значение минус некоторую уступку  $\Delta f_1$ :

$$Y^1 = \{Y_i: f_1(Y_i) = \max Y f_1(Y_i) - \Delta f_1\}. \quad (11.22)$$

3. Ищется решение по критерию  $f_2(Y) \rightarrow \max$  на множестве  $Y^1$ . Затем ЛПР просят определить некоторую уступку по второму критерию  $\Delta f_2$  для того, чтобы полнее учесть прочие критерии. Тогда подмножество  $Y^2$  определяется следующим образом: в  $Y^2$  входят все те варианты из  $Y^1$ , которые доставят второму критерию оптимальное значение минус некоторую уступку  $\Delta f_2$ :

$$Y^2 = \{Y_i: f_2(Y_i) = \max Y^1 f_2(Y_i) - \Delta f_2\} \quad (11.23)$$

и т. д., пока не будут рассмотрены все критерии.

### 11.7.4 Метод принятия решения индивидуальным ЛПР с использованием принципа максимума среднего выигрыша

Метод с использованием принципа максимума среднего выигрыша применяется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается индивидуальным ЛПР в условиях определенности, когда имеется множество проблемных гипотетических ситуаций принятия решения:  $S = (S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_n)$  с известными вероятностями их появления  $P = (P_1, P_2, \dots,$

$P_j, \dots, P_n$ ). Множество альтернатив задано перечнем  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_m)$ . На множестве ситуаций и решений определена функция предпочтения, оценивающая качество каждого решения в каждой ситуации  $f(Y_i, C_j) = f_{ij}$ . Требуется найти решение, используя принцип максимума среднего выигрыша для случаев, когда  $f_{ij}$  может быть задана в порядковой или количественной шкале.

Поставим в соответствие каждому  $i$ -му варианту решения коэффициенты  $a_i$ . Эти коэффициенты определяются значениями функции предпочтения и вероятностями ситуаций. Алгоритмы вычисления коэффициентов  $a_i$  будут рассмотрены отдельно для количественных и качественных шкал.

Чем больше коэффициент  $a_i$ , тем более предпочтительным является соответствующее ему решение. Используя коэффициенты решений, критерий максимума среднего выигрыша представим в виде

$$\max a_i (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m). \quad (11.24)$$

Номер наибольшего коэффициента определяет номер решения, которое является оптимальным.

1. Функция предпочтения задана в количественной шкале. Коэффициенты решений вычисляются как сумма взвешенных вероятностями ситуаций значений функции предпочтения:

$$a_i = \sum_{j=1}^n P_j f_{ij} \quad (i = \overline{1, m}). \quad (11.25)$$

2. Функция предпочтения задана в порядковой шкале. Пусть имеется  $n$  ситуаций принятия решения  $C_j, j = \overline{1, n}$ . Заданы вероятности появления ситуаций  $P_j, \sum_{j=1}^n P_j = 1$ . В каждой ситуации ЛПР ранжирует варианты решений  $Y_i, i = \overline{1, m}$ . Результаты ранжирования представлены рангами, которые и являются в данном случае значениями функции предпочтения  $f_{ij}$ .

На основе ранжирования вариантов решения в каждой ситуации  $j (j = \overline{1, n})$  строим матрицу парных сравнений с элементами  $x_{ik}^j, i, k = \overline{1, m}$ , пользуясь следующими соотношениями:

$$x_{ik}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } f_{ij} \leq f_{kj}, \\ 0 & \text{при } f_{ij} > f_{kj}. \end{cases} \quad (11.26)$$

Итак, от  $n$  ранжировок вариантов решений в заданных ситуациях принятия решения переходим к  $n$  матрицам парных сравнений. Затем формируем элементы  $b_{ik}$  обобщенной матрицы по формуле

$$b_{ik} = \sum_{j=1}^n P_j x_{ik}(j, k = \overline{1, m}), \quad (11.27)$$

где  $b_{ik}$  – взвешенная сумма  $I$ ;

$k$  – элементы всех матриц парных сравнений, причем весами служат вероятности появления ситуаций.

Коэффициенты решений  $a_i$  вычисляются по формуле

$$a_i^t = \left( \sum_{k=1}^m b_{ik} a_k^{t-1} \right) / \left( \sum_{i,k=1}^m b_{ik=1} a_k^{t-1} \right), \quad (11.28)$$

где  $t = 1, 2, \dots$  – номер шага приближения.

Процесс приближения обычно завершается тогда, когда значения коэффициентов  $a_i^t$  стабилизируются.

### 11.7.5 Метод принятия решения индивидуальным ЛПР с использованием принципа пессимизма

Метод с использованием принципа пессимизма применяется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается индивидуальным ЛПР в условиях определенности, когда имеется множество проблемных гипотетических ситуаций принятия решений, то есть  $S = (S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_n)$ , однако вероятности их появления неизвестны. Множество альтернатив задано перечнем  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_m)$ . На множестве ситуаций и решений определена функция предпочтения, оценивающая качество каждого решения  $Y$  в каждой ситуации  $S_j - f(y_j, S_j) = f_{ij}$ . Требуется найти решение, используя принцип пессимизма для случаев, когда  $f_{ij}$  может быть задана в порядковой или количественной шкале.

Каждому решению  $Y_j$  в каждой ситуации  $S_j$  приписывается коэффициент  $a_{ij}$ , тогда критерии выбора оптимального решения с использованием принципа пессимизма можно записать в виде

$$\max_i \min_j a_{ij}, \quad (11.29)$$

где  $a_{ij}$  – коэффициенты решений  $Y_j$ , алгоритм расчета которых зависит от того, в какой шкале задана функция предпочтения.

1. Функция предпочтения задана в количественной шкале. В данном случае коэффициенты решений  $a_{ij}$  совпадают со значениями функции предпочтения:

$$f_{ij} : a_{ij} = f_{ij} \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}). \quad (11.30)$$

Таким образом, критерии выбора оптимального решения переписываются в виде

$$\max_i \min_j f_{ij}. \quad (11.31)$$

2. Функция предпочтения задана в порядковой шкале. Если значения функции предпочтения представлены в виде матрицы парных сравнений, то коэффициенты решений  $a_{ij}$  вычисляются по формуле

$$a_{ij} = \left( \sum_{k=1}^m X_{ik}^j \right) / \left( \sum_{i,k=1}^m X_{ik}^j \right), \quad (11.32)$$

где  $X_{ik}^j$  –  $i$ -й,  $k$ -й элемент матрицы парных сравнений вариантов решений в  $j$ -й ситуации.

Если предварительно функция предпочтения была задана в рангах, то от ранжировок в каждой ситуации к матрицам парных сравнений переходят по формуле (11.32).

### 11.7.6 Метод принятия решения групповым ЛПР с использованием принципа Парето

Метод с использованием принципа Парето применяется при следующем сочетании признаков, влияющих на выбор: решение принимается групповым ЛПР в условиях определенности и одной проблемной ситуации  $S$ . Множество альтернатив представлено перечнем  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_m)$ . Заданы значения функции предпочтения каждого  $s$ -го члена группового ЛПР  $f_s(Y_j)$ ,  $s = 1, \dots, d$  в количественной или порядковой шкале. Требуется определить подмножество лучших решений, используя в качестве принципа согласования предпочтений отдельных членов группового ЛПР принцип Парето.

В соответствии с принципом Парето один вариант решения предпочтается другому, если вектор, составленный из функций предпочтения членов группового ЛПР для одного решения, не хуже, чем тот же вектор предпочтения для другого решения. Следовательно,  $Y_j$  предпочтительнее  $Y_k$ , если

$$[f_1(Y_i), f_2(Y_i), \dots, f_d(Y_i)] \geq [f_1(Y_k), f_2(Y_k), \dots, f_d(Y_k)]. \quad (11.33)$$



Записанное соотношение является векторным отношением «не хуже». Выполнение этого отношения означает, что все члены группы оценили решение  $Y_j$  не хуже  $Y_k$ , и по крайней мере один член группового ЛПР высказался за строгое предпочтение  $Y_j$  решению  $Y_k$ . Формально это условие можно записать в виде неравенств:

$$f_s(Y_j) \geq f_s(Y_k) \quad (s, q = \overline{1, d}; s \neq q); \quad (11.34)$$

$$f_q(Y_j) \geq f_q(Y_k) \quad (i, k = \overline{1, m}; i \neq k). \quad (11.35)$$

Для случая порядковых шкал, когда значения функции предпочтения выражены в рангах, неравенства (11.34) и (11.35) имеют противоположный знак.

Вариант является оптимальным по Парето, если при его сопоставлении с любым другим вариантом выполняются неравенства (11.34) и (11.35). Однако на практике единственное оптимальное решение, как правило, найти не удается. На основе использования принципа Парето формируется чаще всего множество лучших решений, называемое также множеством эффективных решений, или множеством недоминируемых решений, или множеством Парето.

Множество Парето обладает следующими свойствами: любые два решения из этого множества являются недоминирующими по отношению друг к другу; для любого решения, не принадлежащего множеству Парето, найдется по крайней мере одно эффективное решение, которое над ним доминирует.

Перечисленные свойства множества эффективных решений приводят к следствию: оптимальное решение находится среди эффективных решений.

Рассмотренные в данном разделе методы составляют лишь небольшую часть существующих методов принятия решений. Введение в число условий, которые определяют выбор того или иного метода принятия решения, других признаков или других реализаций уже названных признаков, помимо приведенных, требуют модификации рассмотренных методов или разработки новых методов принятия решений. Так, например, насчитывается 12 модификаций метода принятия решения групповым ЛПР с использованием принципа большинства.

### **Список контрольных вопросов к разделу 11**

1. Дайте определение понятиям «системный анализ», «структура».
2. Назовите основные этапы методики *ПАТТЕРН*.
3. Назовите достоинства и недостатки методики *ПАТТЕРН*.
4. Назовите одну из первых отечественных методик, в которой предложен принцип формирования «дерева целей» и признаки структуризации. Кратко опишите суть данной методики.

5. Перечислите уровни структуризации методики, учитывающей среду и целеполагание (методика Перегудова – Сагатовского).
6. Назовите особенности методики В. А. Валуева, базирующейся на концепции деятельности.
7. Перечислите этапы и подэтапы методики В. А. Валуева, базирующейся на концепции деятельности.
8. Назовите достоинства и недостатки методики В. А. Валуева, базирующейся на концепции деятельности.
9. Назовите три типа задач, тип которых определяется зависимостью от степени определенности постановки проблем и условий их решения.
10. Приведите пример детерминированной задачи и поясните принцип ее решения.
11. Опишите алгоритм принятия решения в условиях неопределенности и почти полного отсутствия информации.
12. Опишите алгоритм принятия решения на основе оценки альтернативы выбора.
13. Опишите алгоритм принятия решения на основе оценки альтернатив по многим критериям.
14. Объясните использование «кривых безразличия» при выборе альтернатив решений.
15. Объясните особенности принятия срочных решений.
16. Опишите принцип метода взвешенных средних.
17. Опишите принцип метода лексикографической оптимизации.
18. Опишите принцип метода уступок.
19. Опишите принцип максимума среднего выигрыша.
20. Опишите принцип пессимизма.
21. Опишите принцип Парето.

## Раздел 12

### МЕТОДЫ ПРЕДПЛАНОВОГО СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В настоящее время важным аспектом успешной деятельности организации является планирование. Планирование – это процесс, в рамках которого определяются цели, задачи, стратегии и мероприятия по их достижению в течение определенного периода. Ключевую роль в решении стратегических задач выполняет стратегическое планирование. Стратегическое планирование – это плановый процесс создания и поддержания стратегического соответствия между целями организации, ее потенциальными возможностями и шансами на успех рыночной деятельности.

Для успешного планирования необходимо проведение предпланового стратегического анализа. Прежде всего осуществляется оценка текущего состояния бизнеса и перспективности отдельных видов деятельности на уровне организации в целом и отдельных продуктов. В последующем результаты такой оценки используют для принятия решений о том, какие направления деятельности следует поддерживать, а какие ликвидировать. Для оценки текущего состояния бизнеса и перспектив его развития разработан ряд аналитических подходов, наиболее важными из которых являются:

- а) анализ хозяйственного и продуктового портфелей;
- б) ситуационный анализ.

Целью проведения маркетинговых исследований позиции организации в конкурентной борьбе является сбор и анализ информации, необходимой для выбора конкурентных стратегий. При этом исследуется привлекательность отрасли и конкурентные позиции организации по сравнению с другими организациями отрасли. Выявляются приоритетные конкуренты и определяются силы их позиций, исследуется конкурентоспособность продуктов, маркетинговой деятельности и организации в целом.

Раскрытие данной темы проводится на основе работ [38, 39].

#### **12.1 Оценка текущего состояния бизнеса и перспектив его развития**

##### **12.1.1 Анализ хозяйственного и продуктового портфелей**

Организации для грамотного осуществления стратегического планирования должны четко идентифицировать свои направления производственно-хозяйственной деятельности – стратегические хозяйственные единицы (СХЕ). При определении СХЕ необходимо учитывать следующие три критерия:

- а) СХЕ должна обслуживать внешний по отношению к организации рынок, а не удовлетворять потребности других подразделений организации;
- б) СХЕ должна иметь своих, отличных от других, потребителей и конкурентов;
- в) руководство СХЕ должно контролировать все ключевые факторы, которые определяют успех на рынке.

Таким образом, СХЕ могут представлять отдельную компанию, отделение компании, продуктовую линию и даже отдельный продукт.

Хозяйственный портфель – совокупность отдельных направлений деятельности и продуктов организации; применительно к отдельным стратегическим хозяйственным единицам характеризует совокупность продуктов, предлагаемых ими потребителям. В данном смысле понятие «хозяйственный портфель» аналогично понятию «продуктовая номенклатура». Хозяйственный портфель должен соответствовать возможностям организации, учитывать ее сильные и слабые стороны, принимать в расчет конкретные условия внешней среды. Организация на основе периодически проводимого анализа хозяйственного портфеля должна определять, какие направления деятельности следует развивать и в какой степени, а какие ликвидировать. Эти данные используются при выборе стратегий организации.

Оценка степени привлекательности СХЕ организации обычно осуществляется по двум направлениям: привлекательность рынка или отрасли, к которой принадлежит СХЕ, и сила позиции данной СХЕ на данном рынке или в данной отрасли.

Существует ряд методов анализа СХЕ, наиболее распространенные среди них:

- а) матрица Бостонской консультационной группы (БКГ) (матрица «скорость роста рынка – рыночная доля»);
- б) матрица корпорации General Electric (GE).

Матрица «скорость роста рынка – рыночная доля» предназначена для классификации СХЕ организации с помощью двух параметров: относительная рыночная доля, характеризующая силу позиции СХЕ на рынке, и скорость роста рынка, характеризующая его привлекательность. На рисунке 12.1 приводится матрица БКГ, использующая показатели относительной рыночной доли и относительной скорости роста рынка для отдельных оцениваемых продуктов. Относительность означает деление оценочных показателей для конкретных продуктов на их наибольшие значения для своих продуктов или продуктов конкурентов. Скорость роста рынка определяется за определенный интервал времени.

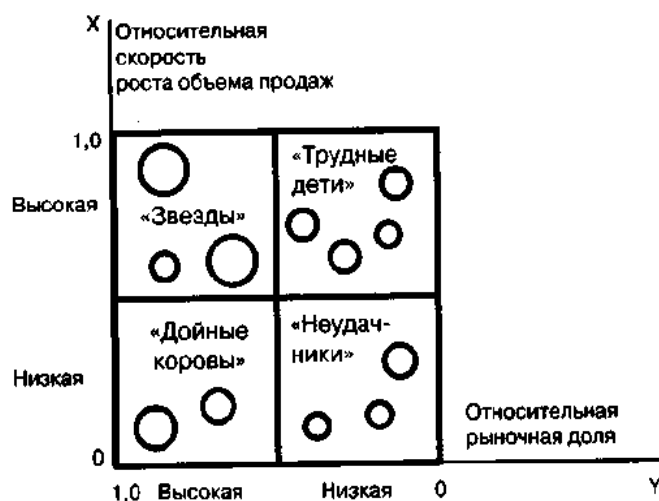


Рисунок 12.1 – Матрица Бостонской консультационной группы

Если все продукты (СХЕ) входят в одну стратегическую группу конкуренции, относительную долю рынка рассчитывают по отношению к лидеру этой группы. Сравнение изменения объема продаж для рынка в целом и исследуемой стратегической группы дает возможность отследить изменение ее положения на рынке.

Матрица БКГ основывается на следующих допущениях: чем больше скорость роста, тем больше возможности развития, чем больше доля рынка, тем сильнее позиции организации в конкурентной борьбе.

Если продукты характеризуются высокими значениями обоих показателей, то они называются «звездами», их следует поддерживать и укреплять. Так как рынок развивается высокими темпами, то «звезды» требуют высоких инвестиций, таким образом «проедая» заработанные ими деньги.

«Дойные коровы» являются генераторами денежных средств организации, поскольку не требуется вкладывать средства в развитие продукта и рынка (рынок не растет или растет незначительно), но за ними нет будущего.

Продукты «трудные дети» надо изучать, чтобы установить, не смогут ли они при известных инвестициях превратиться в «звезды».

Продукты, называемые «неудачниками», приносят малую прибыль или малые убытки, от них надо по возможности избавляться, если нет веских причин для их сохранения.

Обычно при использовании матрицы БКГ применяется третий показатель, значение которого пропорционально радиусу окружности, проведенной вокруг точки, характеризующей положение продукта в матрице. В качестве такого показателя в большинстве случаев используется объем реализации или прибыль.

Удачные продукты, как правило, начинают свою жизнь на рынке как «трудные дети», затем они переходят в «звезды», по мере насыщения спроса переходят в

«дойные коровы» и заканчивают свою рыночную жизнь как «неудачники».

Матрица БКГ строится как для отдельных рынков, так и для суммарного рынка.

Матрица БКГ имеет определенные недостатки. Существуют трудности сбора данных о рыночной доле и скорости роста рынка. Для преодоления этого недостатка могут использоваться качественные шкалы со следующими градациями: больше, меньше, равно и т. п. Также матрица БКГ дает статическую картину положения СХЕ и видов бизнеса на рынке, на основе которой невозможно делать прогнозные оценки. Данную ситуацию можно исправить, если проводить через определенные интервалы времени повторные измерения и фиксировать направления перемещения по полю матрицы отдельных продуктов. Такая информация уже обладает определенной прогнозной ценностью. К числу недостатков матрицы БКГ можно отнести тот факт, что она не учитывает взаимозависимость отдельных видов бизнеса. Если такая зависимость существует, данная матрица дает искаженные результаты. Кроме того, поток наличности определяется не только показателями доли рынка и изменения объема продаж. Следует отметить, что более широкое применение при оценке инвестиционной привлекательности находит показатель, характеризующий прибыль на инвестиционный капитал.

Оценка привлекательности рынка по показателю скорости изменения объема продаж и силы позиции бизнеса по показателю рыночной доли является сильным упрощением. По каждому из этих направлений должна быть проведена многокритериальная оценка, что и делается при использовании матрицы компании General Electric (рисунок 12.2).

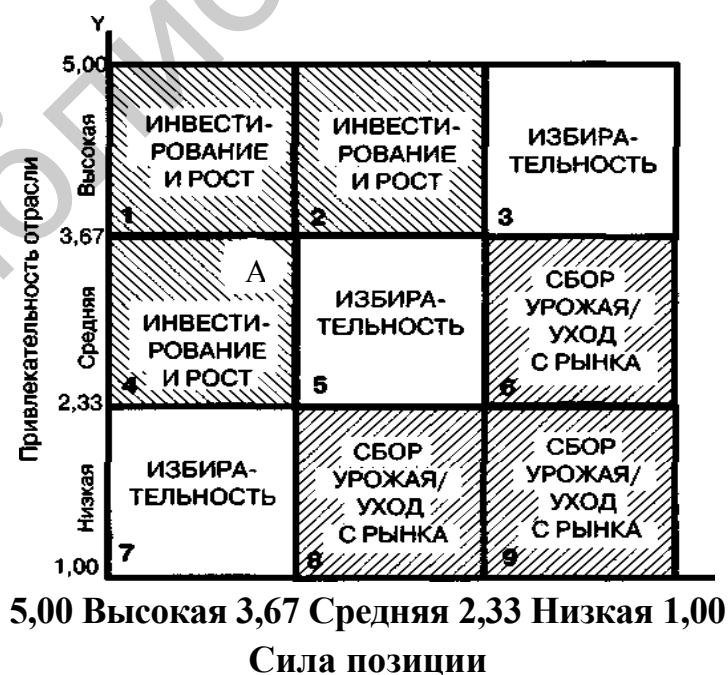


Рисунок 12.2 – Матрица GE

Матрица GE используется при оценке привлекательности отдельных СХЕ на основе двух параметров: сила позиции СХЕ в отрасли и привлекательность отрасли. Каждый из этих параметров определяется с учетом нескольких критериев.

В таблицах 12.1 и 12.2 приводится пример многокритериальной оценки гипотетической СХЕ. В ней содержатся отдельные критерии для осей  $X$  и  $Y$  и их оценки без учета и с учетом весов этих критериев, а также интегральные оценки. Сумма весов всех критериев принимается равной 1.

Взвешенные оценки рассчитываются путем умножения оценки каждого показателя (при оценке использовалась шкала от 1 до 5, хотя возможно использование других шкал) на вес данного критерия. Критерии должны учитывать специфику бизнеса и могут отличаться как по формулировкам, так и по их количеству.

На рисунке 12.2 оцененная СХЕ изображена в виде окружности  $A$ , радиус которой характеризует размер отраслевого рынка и размер сектора – величину доли рынка данной СХЕ. Очевидно, что, как и в случае матрицы БКГ, матрица GE при соответствующей трансформации может использоваться на уровне отдельных продуктов.

Таблица 12.1 – Многокритериальная интегральная оценка привлекательности отрасли

Критерий привлекательности отрасли	Вес	Оценка	Взвешенная оценка
1. Общая емкость отраслевого рынка	0,15	5	0,75
2. Скорость роста	0,10	4	0,40
3. Среднеотраслевой показатель прибыли	0,10	1	0,10
4. Интенсивность конкуренции	0,25	3	0,75
5. Влияние инфляции	0,15	4	0,60
6. Капиталоемкость	0,05	2	0,10
7. Технологические требования	0,10	4	0,40
8. Воздействие внешней предпринимательской среды	0,10	5	0,50
<i>Итого</i>			3,60

Таблица 12.2 – Многокритериальная интегральная оценка силы позиции СХЕ

Критерий силы позиции СХЕ	Вес	Оценка	Взвешенная оценка
1. Доля рынка	0,10	4	0,40
2. Динамика изменения доли рынка	0,15	2	0,30
3. Качество продукта	0,10	4	0,40
4. Репутация марки	0,10	5	0,50
5. Конкурентность цены	0,05	4	0,20
6. Эффективность сбыта	0,05	3	0,15
7. Эффективность производства	0,05	3	0,15
8. Возможности производства	0,05	2	0,10
9. Эффективность НИОКР	0,15	3	0,45
10. Эффективность продвижения	0,05	5	0,25
11. Эффективность работы сотрудников	0,10	3	0,30
12. Эффективность снабжения	0,05	4	0,20
<i>Итого</i>			3,40

Пересечение линий, характеризующих различные уровни значений этих двух интегральных оценок, образуют решетку, которая делится на три зоны (рисунок 12.2):

- зону, в которую организация должна инвестировать;
- зону, в которой организация должна поддерживать инвестиции на прежнем уровне;
- зону, в которой надо получить максимально возможную прибыль, после чего ее следует покинуть.

Стратегии, рекомендуемые для отдельных квадратов решетки, формулируются следующим образом:

- 1) сохранение и упрочение позиции на рынке:
  - инвестирования для обеспечения роста с максимально возможной скоростью;
  - концентрация усилий по поддержанию сильных сторон бизнеса;
- 2) инвестирование в борьбу за лидерство, выборочное инвестирование в сильные стороны деятельности, укрепление наиболее уязвимых сторон деятельности;
- 3) обеспечение выборочного роста:
  - специализация на основе сильных сторон деятельности;



- поиск путей преодоления слабых сторон деятельности;
- уход с рынка, если отсутствуют указания о приемлемом росте объема продаж;

4) крупное инвестирование в наиболее привлекательные рыночные сегменты; поддержание способности противодействовать конкурентам; обеспечение высокой прибыльности путем повышения производительности;

5) защита существующих программ рыночной деятельности, концентрация инвестиций в сегменты, где прибыльность является высокой, а риск относительно низким;

6) ограниченное расширение деятельности или «сбор урожая»: обеспечиваются за счет поиска путей расширения деятельности, не связанной с высоким риском, при этом следует минимизировать инвестиции и рационализировать все производственно-сбытовые операции;

7) сохранение позиции и перефокусировка деятельности:

- перенесение акцента на зарабатывание текущих денег;
- концентрация на привлекательных сегментах;
- защита сильных сторон деятельности;

8) главный акцент на зарабатывании денег:

- защита позиций на наиболее прибыльных сегментах;
- модернизация продуктовой линии;
- минимизация инвестиций;

9) уход с рынка, при этом необходимо:

- вовремя распродать товары по выгодной цене;
- резко снизить постоянные издержки, избегая при этом инвестирования.

В настоящее время существуют разнообразные вариации матрицы GE. В основе всех их лежат, как правило, стремления увеличить число и разнообразие учитываемых в ходе анализа факторов или предложить больше вариантов стратегических решений для той или иной позиции.

Схожие результаты, полученные с помощью различных методов анализа, повышают доверие к результатам анализа, способствуют выработке более четких решений относительно судьбы отдельных видов бизнеса.

Другим инструментом портфельного анализа является матрица Shell/DPM (матрица направленной политики) (таблица 12.3). В данной матрице по сравнению с матрицей GE сделан еще больший упор на количественные показатели бизнеса. Если критерий стратегического выбора в матрице БКГ основывался на потоке денежной наличности, который, по сути, является показателем краткосрочного планирования, в матрице GE, наоборот, на оценке отдачи инвестиций, являющейся показателем долгосрочного планирования, то модель Shell/DPM

предлагает при принятии стратегических решений держать фокус одновременно на двух этих показателях.

Таблица 12.3 – Матрица Shell/DPM

Привлекательность отрасли (отдача инвестиций) Привлекательность отрасли (поток денежной наличности)	Низкая	Средняя	Высокая
Высокая	Удвоить объем производства или свернуть бизнес	Стратегия усиления конкурентных преимуществ	Стратегия лидерства в данном виде бизнеса
Средняя	Продолжать бизнес с осторожностью или частично свертывать производство	Продолжать бизнес с осторожностью	Стратегия роста
Низкая	Стратегия свертывания производства	Стратегия частичного свертывания	Стратегия генерации денежной величины

Несмотря на видимые преимущества модели Shell/DPM как матрицы многопараметрического стратегического анализа, ее популярность оказалась ограниченной рамками ряда очень капиталоемких отраслей промышленности, таких, как химическая, нефтеперерабатывающая, металлургическая.

Основопологающей идеей модели Shell/DPM является идея, заимствованная из матрицы БКГ и состоящая в том, что общая стратегия фирмы должна обеспечивать поддержание баланса между денежным излишком и его дефицитом путем регулярного развития новых перспективных видов бизнеса, основанных на последних научно-технических разработках, которые будут поглощать излишки денежной массы, порождаемые видами бизнеса, находящимися в фазе зрелости своего жизненного цикла. Модель Shell/DPM ориентирует руководителей на перераспределение определенных финансовых потоков из бизнес-областей, порождающих денежную массу в бизнес-области с высоким потенциалом отдачи инвестиций в будущем.

В качестве еще одного подхода к оценке продуктового портфеля можно упомянуть использование матрицы «конкурентоспособность – стадия жизненного цикла» (рисунок 12.3). Анализируемые продукты могут попасть в одну из трех зон выбора стратегий.



Рисунок 12.3 – Матрица «конкурентоспособность – стадия жизненного цикла»

Наиболее широкий диапазон выбора стратегий имеют «молодые» продукты, занимающие доминирующие позиции на рынке. «Старые», неконкурентоспособные продукты, расположенные в правом нижнем углу матрицы, требуют наиболее радикальных решений, связанных с резким сокращением или ликвидацией данного бизнеса.

Эти методы являются достаточно привлекательными в силу того, что они позволяют проводить сравнение различных альтернатив с помощью одних и тех же показателей на единой методической основе. Они дают возможность упростить очень сложные проблемы, исключив из рассмотрения массу не очень важных деталей. Такое упрощение позволяет лучше понять исследуемые проблемы, делает оценку стратегических альтернатив проще и понятнее.

Несмотря на всю привлекательность подобных подходов, основанных на рассмотренных матрицах, они обладают и рядом недостатков. Они достаточно трудоемки и дорогостоящи, ряд показателей трудно измерить, концентрируют внимание на текущих СХЕ и дают мало информации о планировании новых СХЕ, как правило, основываются на экспертных оценках сотрудников данной организации.

### **12.1.2 Ситуационный анализ**

Наиболее распространенным методом ситуационного анализа является SWOT-анализ (от первых букв английских слов: strengths – сильные стороны, weaknesses – слабые стороны, opportunities – возможности, threats – опасности, угрозы), который может осуществляться как для организации в целом, так и для отдельных видов бизнеса. Его результаты в дальнейшем используются при разработке стратегических планов и планов маркетинга.

Методология SWOT-анализа предполагает вначале выявление сильных и слабых сторон, а также угроз и возможностей, а далее установление цепочек связей между ними, которые в дальнейшем могут быть использованы для формулирования стратегий организации.

Анализ сильных и слабых сторон характеризует исследование внутренней среды организации. Внутренняя среда имеет несколько составляющих, каждая из которых включает набор ключевых процессов и элементов организации, состояние которых в совокупности определяет тот потенциал и те возможности, которыми располагает организация. Внутренняя среда включает маркетинговую, финансовую, производственную и кадрово-организационную составляющие, каждая из которых имеет свою структуру. В таблице 12.4 приводится пример возможной формы для анализа сильных и слабых сторон организации.

Выбор шкал измерения при проведении SWOT-анализа определяется возможностями получения детальной исходной информации, требованиями к точности получаемых результатов, другими факторами. Очевидно, что большая дробность шкалы измерения – это еще не факт получения более точных результатов анализа. Внутренняя среда полностью пронизывается организационной культурой, которая так же, как и отдельные составляющие, должна подвергаться самому серьезному изучению в процессе анализа внутренней среды организации. Так как организационная культура не имеет четкого проявления, то ее анализ на формальной основе весьма затруднен. Хотя, конечно, можно попытаться экспертно по приведенной форме оценить такие факторы, как наличие миссии, объединяющей деятельность сотрудников; наличие неких общих ценностей; гордость за свою организацию; система мотивации, четко увязанная с результатами работы сотрудников; психологический климат в коллективе и т. п.

Таблица 12.4 – Анализ сильных и слабых сторон организации

Составляющие внутренней среды	Эффективность составляющих внутренней среды					Важность (вес)		
	очень сильная	сильная	нейтральная	слабая	очень слабая	высокая	средняя	низкая
<b>Маркетинг:</b>								
Репутация организации и продуктов								
Рыночная доля								
Качество продуктов								
Уровень сервиса								
Производственные издержки								
<b>Финансы:</b>								
Уровень прибыльности								
Финансовая стабильность								
Рентабельность инвестиций								
<b>Производство:</b>								
Уровень НИОКР								
Состояние основных фондов								
<b>Организация и кадры:</b>								
Предпринимательская ориентация								
Уровень организации управления								
Квалификация руководства								

Организационная культура может способствовать тому, что организация выступает сильной, устойчиво выживающей в конкурентной борьбе структурой. Но может быть и так, что организационная культура ослабляет организацию, не давая ей успешно развиваться даже в том случае, если она имеет высокий технико-технологический и финансовый потенциал. Особая важность анализа организационной культуры для стратегического планирования состоит в том, что она не только определяет отношения между людьми в организации, но также оказывает сильное влияние на то, как организация строит свое взаимодействие с внешним окру-

жением, как относится к своим клиентам и какие методы выбирает для ведения конкурентной борьбы.

Если объединить данные таблицы 12.4, то можно построить матрицу «важность – эффективность» (таблица 12.5), в ячейках которой делаются выводы по результатам анализа тех составляющих внутренней среды, которые размещаются в этих ячейках.

Таблица 12.5 – Матрица «важность – эффективность»

Важность	Эффективность	
	низкая	высокая
Высокая	Требует особого внимания	Сохранять высокий уровень
Низкая	Низкий приоритет	Чрезмерное внимание малозначимым факторам

Для того чтобы успешно выживать в долгосрочной перспективе, организация должна уметь прогнозировать новые возможности, которые могут открыться для нее, и трудности, которые могут возникнуть на ее пути в будущем.

Для оценки возможностей применяется метод позиционирования каждой конкретной возможности на матрице возможностей (таблица 12.6).

Таблица 12.6 – Матрица возможностей

Вероятность использования возможностей	Влияние возможностей на организацию		
	сильное	умеренное	малое
Высокая	ПОЛЕ «ВС» 1. Уход с рынка ряда конкурентов. 2. Привлечение необходимых инвестиций	ПОЛЕ «ВУ» 1. Заключение договора с новым поставщиком. 2. Введение новых таможенных пошлин	ПОЛЕ «ВМ» Появление в отрасли новой дистрибьюторской организации
Средняя	ПОЛЕ «СС» Принятие нового налогового законодательства	ПОЛЕ «СУ» Стабилизация политической ситуации в стране	ПОЛЕ «СМ» Повышение покупательной способности населения
Низкая	ПОЛЕ «НС» 1. Создание вертикальной маркетинговой системы. 2. Снижение криминальной обстановки в стране	ПОЛЕ «НУ» Сохранение стабильного курса рубля	ПОЛЕ «НМ» Изменение антимонопольного законодательства

Полученные внутри матрицы девять полей возможностей имеют разное значение для организации. Возможности, попадающие на поля «ВС», «ВУ» и «СС», имеют большое значение для организации, и их надо обязательно использовать. Возможности же, попадающие на поля «СМ», «НУ» и «НМ», практически не заслуживают внимания. В отношении возможностей, попавших на оставшиеся поля, руководство должно принять позитивное решение об их использовании, если у организации имеется достаточно ресурсов.

Похожая матрица составляется для оценки угроз (таблица 12.7).

Таблица 12.7 – Матрица угроз

Вероятность реализации угроз	Влияние угроз на организацию			
	разрушение	критическое состояние	тяжелое состояние	«легкие ушибы»
Высокая	ПОЛЕ «ВР» Появление про-дукта-заменителя	ПОЛЕ «ВК» Резкое снижение ввозных тамо-женных пошлин	ПОЛЕ «ВТ» Криминогенная обстановка в стране не будет улучшена	ПОЛЕ «ВЛ» Падение курса рубля
Средняя	ПОЛЕ «СР» Дальнейшее ухудшение эконо-мической си-туации в стране	ПОЛЕ «СК» Существенный рост цен на энер-гоносители	ПОЛЕ «СТ» 1. Появление но-вых конкурентов. 2. Новое налого-вое законодатель-ство не будет принято	ПОЛЕ «СЛ» Главный конку-рент создаст вертикальную маркетинговую систему
Низкая	ПОЛЕ «НР» Дезинтеграция страны	ПОЛЕ «НК» Введение внеш-него управления	ПОЛЕ «НТ» 1. Не удастся при-влечь инвестиции. 2. Политическая ситуация в стране не нормализуется	ПОЛЕ «НЛ» Таможенное за-конодательство остается без из-менений

Те угрозы, которые попадают на поля «ВР», «ВК» и «СР», представляют очень большую опасность для организации и требуют немедленного и обязательного устранения. Угрозы, попавшие на поля «ВТ», «СК» и «НР», также должны находиться в поле зрения высшего руководства и быть устранены в первую очередь. Что касается угроз, находящихся на полях «НК», «СТ» и «ВЛ», то здесь требуется внимательный и ответственный подход к их устранению.

Попавшие на оставшиеся поля угрозы также не должны выпадать из поля зрения руководства организации, должно осуществляться внимательное отслеживание их развития, хотя при этом не ставится задача их первостепенного устранения.

Рекомендуется осуществлять анализ внешней среды в трех измерениях: страна в целом (влияние макрофакторов); отрасль, к которой принадлежит данная организация; сама организация, проводящая анализ.

Направления анализа внешней среды могут быть определены на основании так называемого STEP(PEST)-подхода, включающего социальные, технологические, экономические и политические факторы. Иногда добавляются экологические факторы (PEEST-анализ). Очевидно, что в данных подходах указаны не все факторы внешней среды. В частности, отсутствуют правовые факторы.

Источником возникновения возможностей и угроз могут быть потребители, конкуренты, изменения факторов внешней среды, например, законодательной базы, таможенной политики. Целесообразно проводить анализ возможностей и угроз, отвечая на следующие вопросы:

1. Каковы характер возможности (угрозы) и причина ее возникновения?
2. Как долго она будет существовать?
3. Какой силой она обладает?
4. Насколько она ценна (опасна)?
5. Какова степень ее влияния?

Далее устанавливается связь между ними. Для этого составляется матрица SWOT, которая имеет следующий вид (таблица 12.8).

На пересечении разделов образуется четыре поля: «СИВ» (сила и возможности); «СИУ» (сила и угрозы); «СЛВ» (слабость и возможности); «СЛУ» (слабость и угрозы). На каждом из данных полей исследователь должен рассмотреть все возможные парные комбинации и выделить те, которые должны быть учтены при разработке стратегии поведения организации. В отношении тех пар, которые были выбраны с поля «СИВ», следует разрабатывать стратегию по использованию сильных сторон организации, для того чтобы получить отдачу от возможностей, которые появились во внешней среде. Для тех пар, которые оказались на поле «СЛВ», стратегия должна быть построена таким образом, чтобы за счет появившихся возможностей попытаться преодолеть имеющиеся в организации слабости. Если пара находится на поле «СИУ», то стратегия должна предполагать использование силы организации для устранения угроз. Наконец, для пар, находящихся на поле «СЛУ», организация должна выработать такую стратегию, которая позволила бы ей как избавиться от слабости, так и попытаться предотвратить нависшую над ней угрозу.

Выявленные стратегические рекомендации должны быть конкретизированы на основе использования других методов анализа, в частности, финансового.



Перебор всех возможных пар потребует выработки большого числа стратегических рекомендаций. Однако многие из их числа будут носить однотипный характер, что приведет к существенному сокращению их числа.

Для анализа среды также может быть использован метод составления ее профиля. Данный метод удобно применять отдельно для составления профилей макроокружения, непосредственного окружения (микросреды) и внутренней среды. С помощью метода составления профиля среды удастся оценить относительную значимость для организации отдельных факторов среды.

Таблица 12.8 – Матрица SWOT

Наименование показателя	Возможности: 1. Благоприятный курс рубля. 2. Возможность привлечения инвестиций	Угрозы: 1. Появление продуктов-заменителей. 2. Главный конкурент выпустит новый продукт
Сильные стороны: 1. Высокий показатель рыночной доли. 2. Высокое качество продуктов	ПОЛЕ «СИБ»	ПОЛЕ «СИУ»
Слабые стороны: 1. Узкий ассортимент. 2. Низкая доля новых продуктов. 3. Старая технология	ПОЛЕ «СЛВ»	ПОЛЕ «СЛУ»

Метод составления профиля среды заключается в следующем. В таблицу профиля среды вписываются отдельные факторы среды (таблица 12.9). Каждому из них экспертным путем даются следующие оценки:

- важности для отрасли по шкале: 3 – сильная, 2 – умеренная, 1 – слабая;
- влияния на организацию по шкале: 3 – сильное, 2 – умеренное, 1 – слабое, 0 – не влияет;
- направленности влияния по шкале: +1 – позитивное, –1 – негативное.

Таблица 12.9 – Профиль среды

Фактор среды	Важность для отрасли (А)	Влияние на организацию (В)	Направленность влияния (С)	Степень важности $D=A \cdot B \cdot C$

Далее все три экспертные оценки перемножаются и получается интегральная оценка, показывающая степень важности данного фактора для организации. По этой оценке руководство может заключить, какие из факторов среды имеют относительно большее значение для их организации и, следовательно, заслуживают самого серьезного внимания, а какие факторы заслуживают меньшего внимания.

В то же время надо себе отдавать отчет в ограниченности методов ситуационного анализа. Решения, основанные на подобных методах, могут быть эффективными лишь на относительно непродолжительном интервале времени. Надо уметь к месту и корректно их использовать, постоянно отслеживать изменения внешних и внутренних условий и своевременно вносить коррективы в ранее принятые решения.

## **12.2 Оценка уровня конкурентоспособности**

### **12.2.1 Выявление приоритетных конкурентов и определение силы их позиций**

Если в отрасли существует много организаций-конкурентов, отслеживание деятельности всех этих организаций может представлять достаточно трудоемкую, а зачастую и ненужную задачу. Поэтому возникает необходимость выявления приоритетных конкурентов.

Можно выделить следующие типы конкурентов:

1. Подобные по всем аспектам производственно-сбытовой деятельности (производят те же самые продукты, используют ту же технологию, ведут коммерческую деятельность на тех же целевых рынках).
2. Подобные по общим направлениям производственно-сбытовой деятельности (производят те же самые продукты, но продают их на других рыночных сегментах).
3. Удовлетворяющие одни и те же потребности, но различными средствами.
4. Полностью разные, конкурирующие за привлечение денег потребителей.

Учитывая данную информацию, руководство организации должно решать, с кем действительно они конкурируют.

Определение приоритетных конкурентов для отдельных направлений деятельности обычно осуществляется исходя из определенных концепций. Так, в зависимости от своей роли в конкурентной борьбе все организации могут быть разделены на четыре группы: рыночный лидер, рыночный претендент, рыночный последователь, организация, нашедшая рыночную нишу.

Рыночный лидер – организация с наибольшей рыночной долей в отрасли. Такие организации обычно бывают также лидерами в области качества, ценовой

политики, разработки новых продуктов, использования разнообразных распределительных систем, оптимизации затрат. Иногда явно выраженного лидера в отрасли не существует, и в качестве лидеров рассматривается несколько организаций.

Рыночный претендент – организация в отрасли, которая борется за увеличение своей рыночной доли, за вхождение в число лидеров. Для того чтобы бороться, организация должна обладать определенными преимуществами над рыночным лидером (предлагать лучший продукт, продавать продукт по более низкой цене и т. д.).

Рыночный последователь – организация в отрасли, которая проводит политику следования за отраслевыми лидерами, предпочитает сохранять свою рыночную долю, не принимая рискованных решений. Однако это не говорит о том, что рыночный последователь должен проводить пассивную политику. Он может выбирать и стратегию расширения своей деятельности, но такую, которая не вызывает активного противодействия со стороны конкурентов. Преимущества стратегии рыночного последователя заключаются в том, что он может опираться на опыт рыночных лидеров, копировать или улучшать продукты и действия лидера обычно при меньшем уровне инвестиций и риска. Такая стратегия может обеспечить достаточно высокий уровень прибыльности. Рыночные последователи обычно в первую очередь атакуются рыночными претендентами.

Организация, действующая в рыночной нише, обслуживает маленькие рыночные сегменты, которые другие организации-конкуренты или не заметили, или не приняли в расчет. Рыночная ниша – это по сути сегмент в сегменте. Ключевая идея действия в рыночной нише – высокий уровень специализации относительно рынка, потребителей, продуктов, других аспектов деятельности. Рыночные ниши могут быть достаточно прибыльными за счет высокого уровня качества удовлетворения специфических потребностей ограниченного круга потребителей по повышенным ценам. Чтобы снизить риск от деятельности в одной нише, стараются найти несколько ниш. Желательно, чтобы рыночная ниша обладала потенциалом роста, не вызывала интереса у сильных конкурентов, и чтобы у организации была сильная поддержка со стороны ее потребителей.

Исходя из вышеизложенного, приоритетными конкурентами для лидера являются другие лидеры и некоторые претенденты, для претендентов – другие претенденты и некоторые лидеры. Очевидно, что лидеры и претенденты, с одной стороны, и организации, нашедшие нишу, с другой стороны, находятся в разных «весовых категориях» и их интересы сильным образом на рынке не пересекаются.

Другая концепция выделения приоритетных конкурентов основана на разделении выпускаемых продуктов на продукты данной группы и на продукты-заменители. Далее для уточнения списка приоритетных конкурентов могут проводиться специальные маркетинговые исследования.

После того как конкуренты выявлены, целесообразно в зависимости от фокусировки их деятельности и выбранных стратегий сгруппировать их в кластеры (стратегические группы). На рисунке 12.4 приводится пример подобной группировки. Вертикальная ось характеризует географический спектр деятельности. Горизонтальная ось характеризует диапазон предоставляемых услуг, начиная со специализированных.

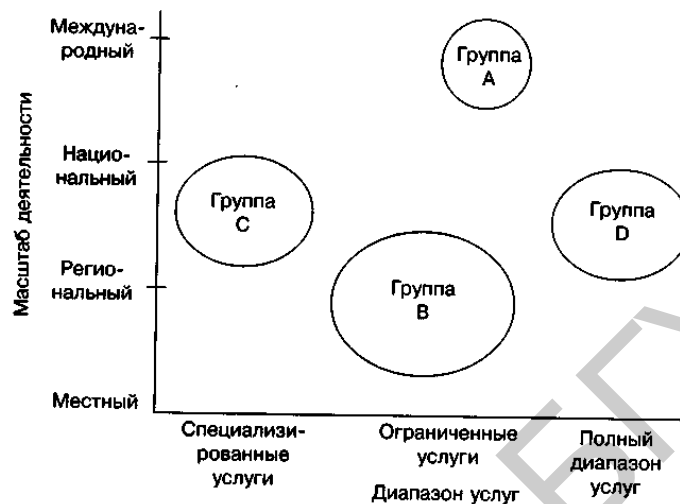


Рисунок 12.4 – Группировка конкурентов

После того как были идентифицированы кластеры, в каждой группе выделяют сильных и слабых конкурентов и определяют их стратегические возможности. При выявлении кластеров конкурентов могут использоваться различные характеристики, представленные на рисунке 12.5.



Рисунок 12.5 – Атрибуты для выявления групп конкурентов

При изучении конкурентоспособности продуктов вместо термина «характеристика» более уместно использовать термин «атрибут». Данное понятие включает не только количественно измеряемые характеристики продукта (мощность, габариты), но также характеризует эстетические и эмоциональные аспекты. Помимо самого продукта атрибуты характеризуют выгоды потребителей, способ применения продукта и его пользователей.

Далее с помощью выбранных атрибутов выявляются позиции продуктов различных конкурентов. Важным является определение, какие конкуренты воспринимаются потребителями похожими или различными.

Например, часто выявление стратегических групп осуществляется на основе показателей «качество» и «цена». Для этого строится карта восприятия, позиционирования в виде двухмерной матрицы, в которой представлены продукты конкурирующих организаций.

На рисунке 12.6 представлена карта позиционирования гипотетических конкурирующих продуктов на определенном целевом рынке по показателям: цена и качество. В кружках, радиусы которых пропорциональны объему реализации, буквы обозначают названия конкурирующих продуктов. Знак вопроса обозначает возможный выбор позиции на рынке для новой организации-конкурента исходя из анализа позиции на данном рынке продуктов других организаций. Данный выбор обосновывается стремлением занять такое место на целевом рынке, где меньше накал конкурентной борьбы (в данном примере это продукт относительно высокого качества, реализуемый по средней цене).

Очевидно, что чем ближе расположены на карте восприятия оцениваемые продукты, тем более схожими они являются и тем сильнее при прочих равных условиях они конкурируют.

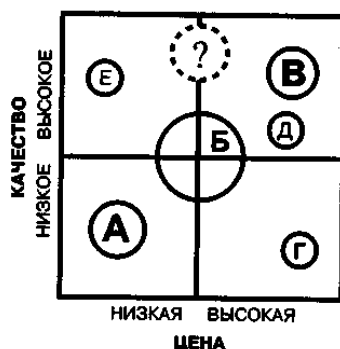


Рисунок 12.6 – Карта позиционирования конкурирующих продуктов

Оценку по показателям «цена – качество» рекомендуется осуществлять в определенной последовательности:

1) оцениваются продукты организации и ее главных конкурентов на исследуемом рынке по двум критериям: интегральному показателю качества, в данном случае характеризующему уровень потребительских свойств продукта и его способность решать проблемы потребителей, и цене; в случае, когда имеется ограниченное число ведущих показателей качества, возможно использование отдельных показателей и цены, то есть параллельное проведение нескольких оценок;

2) все исследуемые продукты наносятся на поле матрицы «цена – качество», при том в случае необходимости в качестве третьей координаты (радиус окружности) используется объем реализации;

3) для всей совокупности анализируемых продуктов определяется среднее значение показателя качества и цены и проводятся линии, характеризующие эти средние значения;

4) подобная оценка проводится для всех важнейших рынков;

5) по степени концентрации продуктов конкурентов в различных квадрантах матрицы, характеризующих возможность существования определенных стратегических групп, определяется острота конкурентной борьбы на отдельных рынках и на совокупном рынке;

б) исходя из принципа предпочтительности деятельности на рынках, корректируется производственно-сбытовая политика с точки зрения качества, цены выпускаемой продукции и рынка сбыта.

Выявив главных конкурентов, далее обычно ищут ответ на вопросы: «Что они ищут на конкретном рынке? Что определяет их поведение?» Иными словами, речь идет о целях и стратегиях рыночной деятельности конкурентов.

Дальнейшие исследования для выделенной группы приоритетных конкурентов можно проводить в следующих направлениях:

а) исследование конкурентоспособности продуктов и маркетинговой деятельности;

б) изучение конкурентоспособности организации в целом.

### **12.2.2 Исследование конкурентоспособности продуктов и маркетинговой деятельности**

При оценке конкурентоспособности отдельных продуктов организаций-конкурентов собираемую информацию целесообразно представить в виде таблицы 12.10.

Успех продукта на рынке, признание его потребителем определяются не только его атрибутами, но также эффективностью проведения маркетинговой

деятельности.

При сравнительной оценке эффективности маркетинговой деятельности организаций-конкурентов (в целом по совокупности деятельности на всех рынках или относительно отдельных рынков) возможно использование следующих критериев, которые целесообразно сгруппировать по отдельным элементам комплекса маркетинга и внести в таблицу 12.10:

- продукт;
- цена;
- доведение продукта до потребителя;
- продвижение продукта.

Часть атрибутов не может быть оценена количественно. Вследствие этого широко используются балльные оценки или качественные шкалы измерений. Если используются балльные оценки, то можно рассчитать интегральный показатель конкурентоспособности отдельных продуктов. При этом можно «взвесить» отдельные атрибуты конкурентоспособности. Представляется, что за исключением случаев использования в дальнейших расчетах количественного интегрального показателя конкурентоспособности или проведения конкурсов продуктов сравнительный и содержательный анализ по отдельным атрибутам конкурирующих продуктов является более полезным, нежели расчет интегрального показателя конкурентоспособности ( $K$ ).

При выборе образца-конкурента необходимо, чтобы он и оцениваемый продукт были аналогичными по назначению и условиям использования и предназначались для одной группы потребителей.

Когда сравнение проводится с продуктом-конкурентом, то  $K < 1$  означает, что анализируемый продукт уступает образцу по конкурентоспособности,  $K > 1$ , что продукт превосходит образец.

Таблица 12.10 – Сравнительный анализ эффективности маркетинговой деятельности конкурентов

Переменная маркетинга	Наша организация	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент $N$
Продукт				
Цена				
Доведение продукта до потребителя				
Продвижение продукта				

Рекомендации по заполнению таблицы:

1. Где возможно, используются количественные показатели, например, цены, затраты на рекламу. Если это сделать нельзя, то используется качественная шкала.

2. Качественные показатели, в зависимости от их содержания и возможностей получения информации, измеряются или в указанной качественной шкале, или в балльных оценках.

3. Если в исследовании балльные шкалы являются предпочтительными (поскольку они дают возможность измерить как количественные, так и качественные атрибуты), то количественные показатели также переводятся в балльную шкалу.

Для завоевания крепких позиций в конкурентной борьбе, исходя из результатов исследования конкурентоспособности, организация выделяет атрибуты продукта и маркетинговой деятельности, которые могут с выгодной стороны отличать ее продукты от продуктов конкурентов, то есть проводит дифференциацию своих продуктов. Выделяют продуктовую дифференциацию, сервисную дифференциацию, дифференциацию персонала и дифференциацию имиджа.

### **12.2.3 Исследование конкурентоспособности организации в целом**

Возможности завоевать ведущие позиции в конкурентной борьбе во многом определяются конкурентоспособностью организации в целом. Изучение позиций и возможностей организаций-конкурентов в целом предполагает поиск ответов на четыре основные группы вопросов, вокруг которых строится структура системы слежения за конкуренцией:

1. Каковы основные цели конкурента?

2. Каковы текущие стратегии достижения этих целей?

3. Какими средствами располагают конкуренты, чтобы реализовать свои стратегии?

4. Каковы их вероятные будущие стратегии?

Ответы на первые три группы вопросов должны обеспечить исходные данные для предвидения будущих стратегий. Анализ совокупности сведений по указанным четырем областям дает достаточно полную картину действий конкурентов, то есть информацию о потенциале организаций-конкурентов и уровне его использования. Имеются в виду такие составляющие потенциала, как финансово-экономическая, производственная, научно-техническая, кадровая, организационно-лоббистская, маркетинговая.

С точки зрения результативности деятельности организаций-конкурентов на рынке и завоевания ими там сильных позиций можно выделить следующие основные факторы, требующие изучения:

1. Имидж организации.



2. Концепция продукта, на которой базируется деятельность организации.
3. Качество продуктов, уровень их соответствия мировому уровню (обычно определяется путем опросов, сравнительных тестов или расчетов).
4. Уровень диверсификации производственно-хозяйственной деятельности (видов бизнеса), разнообразие номенклатуры продуктов.
5. Суммарная рыночная доля главных видов бизнеса.
6. Мощность научно-исследовательской и конструкторской базы, характеризующей возможности по разработке новых продуктов.
7. Мощность производственной базы, характеризующей возможности перестраиваться на выпуск новых продуктов и наращивать объемы выпуска освоенных продуктов.
8. Стабильность финансово-экономического положения.
9. Финансы, как собственные, так и привлекаемые со стороны.
10. Рыночная цена с учетом возможных скидок или наценок.
11. Частота и глубина проводимых маркетинговых исследований, их бюджет.
12. Предпродажная подготовка, которая свидетельствует о способности организаций привлекать и удерживать потребителей за счет более глубокого удовлетворения их потребностей.
13. Эффективность сбыта с точки зрения используемых каналов товародвижения.
14. Уровень стимулирования сбыта (работников сбытовых служб предприятия, торговых организаций и потребителей).
15. Уровень рекламной деятельности.
16. Уровень послепродажного обслуживания.

Данный перечень можно детализировать и дополнить за счет факторов по изучению конкурентоспособности продуктов и эффективности маркетинговой деятельности. Какие-то факторы наоборот могут быть исключены, например, о пред- и послепродажном обслуживании многих товаров текущего спроса. Собранный информацию целесообразно представить в виде таблицы 12.10, но с соответствующими показателями.

На основе анализа полученных оценок выявляются сильные и слабые стороны конкурентной борьбы по всем изученным направлениям конкурентоспособности. Далее разрабатываются мероприятия по закреплению сильных сторон и ликвидации слабых мест.

Результаты исследования всех аспектов деятельности конкурентов используются для определения, с кем из них можно конкурировать, а с кем не стоит «ввязываться в конкурентную борьбу», а также служат целям выбора эффективных стратегий рыночной деятельности.

## Список контрольных вопросов к разделу 12

1. Какие критерии используют при выделении стратегических хозяйственных единиц?
2. Что такое хозяйственный портфель?
3. Какие методы анализа СХЕ наиболее распространены?
4. Какие параметры используются в матрице БКГ?
5. Какие основные группы продуктов выделяются в матрице БКГ?
6. Назовите недостатки матрицы БКГ.
7. Назовите параметры, используемые матрицей GE.
8. Какие зоны определяются в ходе анализа с помощью матрицы GE?
9. Назовите основную идею модели Shell/DPM.
10. Опишите суть использования матрицы «конкурентоспособность – стадия жизненного цикла».
11. Назовите этапы проведения SWOT-анализа.
12. Для чего используется матрица «важность – эффективность»?
13. Что такое STEP-подход?
14. Опишите метод составления профиля среды.
15. В чем заключается ограниченность методов ситуационного анализа?
16. Назовите основные типы конкурентов.
17. Назовите группы организаций, выделяющиеся в конкурентной борьбе.
18. На основании чего выделяются стратегические группы конкурентов?
19. Что такое карта восприятия?
20. Какие способы оценки атрибутов продукта вы знаете?
21. Что обозначает интегральный показатель конкурентоспособности?
22. Какие элементы комплекса маркетинга можно использовать при оценке эффективности маркетинговой деятельности?
23. Назовите основные группы вопросов, которые изучаются при оценке конкурентоспособности организации в целом.
24. Что дает организации анализ оценок характеристик конкурентов?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Даль, В. Толковый словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://slovari.yandex.ru/~книги/Толковый%20словарь%20Даля/>.
2. Ожегов, С. Толковый словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ozhegov.org/words/32490.shtml>.
3. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bse.sci-lib.com/article052663.html>.
4. Герасимов, Б. И. Основы теории системного анализа: качество и выбор / Б. И. Герасимов, Н. В. Злобина. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.
5. Волкова, В. Н. Системный анализ и принятие решений. Словарь-справочник : учеб. пособие для вузов / В. Н. Волкова, В. Н. Козлова. – М. : Высш. шк., 2004. – 616 с.
6. Голубков, Е. П. Системный анализ как методологическая основа принятия решений / Е. П. Голубков // Менеджмент в России и за рубежом – 2003. – №4. – 144 с.
7. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем / В. М. Казиев. – М. : ИНТУИТ : БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 248 с.
8. Системный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Системный\\_подход](http://ru.wikipedia.org/wiki/Системный_подход).
9. Дроздов, Н. Д. Основы системного анализа : учеб. пособие / Н. Д. Дроздов. – Тверь : Сев.-Зап. акад. гос. службы, 1997. – 51 с.
10. Волкова, В. Н. Теория систем : учеб. пособие / В. Н. Волкова. – М. : Высш. шк., 2006. – 511 с.
11. Антонов, Л. В. Системный анализ : учебник для вузов / А. В. Антонов. – М. : Высш. шк., 2004. – 454 с.
12. Дубина, И. Н. Математические основы эмпирических социально-экономических исследований : учеб. пособие / И. Н. Дубина. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2006. – 263 с.
13. Елисеева, И. И. Общая теория статистики / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев. – М. : Финансы и статистика, 1996. – 236 с.
14. Орлов, А. И. Эконометрика / А. И. Орлов. – М. : Экзамен, 2002. – 576 с.
15. Осипов, Г. В. Методы измерения в социологии / Г. В. Осипов. – М. : Наука, 2003 – 108 с.
16. Стражева, Н. С. Бухгалтерский учет : учеб.-метод. пособие / Н. С. Стражева, А. В. Стражев. – Минск : Современ. шк., 2011. – 944 с.

17. Мансурова, Ю. Т. Эконометрический анализ : учеб. пособие по дисциплине «Эконометрика» / Ю. Т. Мансурова, Е. Г. Мухтарова. – Уфа : Уфимс. гос. авиац. техн. ун-т, 2011. – 161 с.
18. Черноруцкий, И. Г. Методы принятия решений : учеб. пособие / И. Г. Черноруцкий. – СПб. : БХВ–Петербург, 2005. – 416 с.
19. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учеб. пособие / А. И. Орлов. – М. : Экзамен, 2006. – 573 с.
20. Нечеткие множества и теория возможностей: последние достижения / под ред. Р. Р. Ягера ; пер. с англ. В. Б. Кузьмина. – М. : Радио и связь, 1986. – 405 с.
21. Кормен, Х. Т. Алгоритмы: построение и анализ / Х. Т. Кормен, И. Ч. Лейзерсон. – 2-е изд. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1296 с.
22. Струков, А. В. Использование теории игр в практике принятия управленческих решений / А. В. Струков // Студенческий научный форум 2012 : материалы IV Междунар. студенч. электрон. науч. конф. [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа : <http://www/rae.ru/forum2012/327/3002>.
23. Дорофеюк, А. А. Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления / А. А. Дорофеюк, И. В. Покровская, А. Л. Чернявский // Автоматика и телемеханика. – 2004. – №10. – С. 172–188.
24. Бойко, И. И. Классический маркетинг и маркетинговые экспертные оценки : учеб. пособие для высших учебных заведений / И. И. Бойко. – Киев : Кондор, 2008. – 301 с.
25. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 2002. – 184 с.
26. Литвак, Б. Г. Экспертные технологии управления / Б. Г. Литвак. – 2-е изд. – М. : Дело, 2004. – 398 с.
27. Методические рекомендации по проведению оценки результативности системы менеджмента качества с применением экспертной балльной оценки: ТК РБ 4.2–МР–16–2002. – Введ. 16.10.2002. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 11 с.
28. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект / В. Г. Тоценко. – Киев : Наук. думка, 2002. – 381 с.
29. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник. В 3 ч. Ч. 1 : Нечисловая статистика / А. И. Орлов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2009. – 541 с.
30. Орлов, А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений / А. И. Орлов. – М ; Ростов н/Д : МарТ, 2005. – 496 с.
31. Гурвич, Ф. Г. Экспертные оценки / Ф. Г. Гурвич. – М. : Наука, 2003. – 9 с.

32. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
33. Гапоненко, Н. В. Форсайт: теория, методология, опыт / Н. В. Гапоненко. – М. : ЮНИТИ : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 238 с.
34. Масленников, Е. В. Экспертное знание: интеграционный подход и его приложение в социологическом исследовании / Е. В. Масленников. – М. : Наука, 2001. – 225с.
35. Финансы. Экономика. Банковское дело [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.finekon.ru/>.
36. Основы социального управления : учеб. пособие / В. Н. Иванов [и др.] / под ред. В. Н. Иванова. – М. : Высш. шк., 2001. – 271 с.
37. Процесс принятия и реализации управленческих решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://quality.eur.ru/MATERIALY3/ppur.htm>.
38. Голубков, Е. П. Технология принятия управленческих решений / Е. П. Голубков. – М. : Экономика, 2005. – 255 с.
39. Голубков, Е. П. Основы маркетинга : учебник / Е. П. Голубков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М : Финпресс, 2003. – 687 с.
40. Фатхутдинов, Р. А. Разработка управленческого решения : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 344 с.
41. Голубков, Е. П. Технология принятия управленческих решений / Е. П. Голубков. – М. : Дело и сервис, 2005. – 544 с.
42. Кирилов, В. И. Квалиметрия и системный анализ : учеб. пособие / В. И. Кирилов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 440 с.
43. Когнитивная бизнес-аналитика : учебник / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. М. Абдикеева. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 511 с. – 1 электрон. опт. диск.
44. Калинин, В. Н. Теоретические основы системных исследований: краткий авторский курс лекций для адъюнктов академии / В. Н. Калинин. – СПб. : ВКА им. А. Ф. Можайского, 2011. – 278 с.
45. Кононюк, А. Е. Основы научных исследований (Общая теория эксперимента) : монография / А. Е. Кононюк. – Киев, 2012. – 508 с.
46. Черняк, Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой / Ю. И. Черняк. – М. : Экономика, 1985. – 191 с.

*Учебное издание*

**Живицкая Елена Николаевна**

**ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *М. А. Зайцева*

Корректор *Е. Н. Батурчик*

Компьютерная правка, оригинал-макет *А. А. Луцикова*

Подписано в печать 12.04.2017. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 17,32. Уч.-изд. л. 18,5. Тираж 50 экз. Заказ 268.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,

№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.

ЛП №02330/264 от 14.04.2014.

220013, Минск, П. Бровки, 6