

А. М. АБДУЛЛАЕВ, Ш. Х. ДАДАБОВЕВ,  
М. М. ТОШХУЖАЕВ

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ



**АБДУЛЛАЕВ А. М. ДАДАБОЕВ Ш. Х.**

**ТОШХУЖАЕВ М.М.**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**В ЭКОНОМИКЕ**

**под редакцией академика С.С. Гулямова**

Тошкент 2005.

**Абдуллаев А.М. Дадабоев Ш.Х. Тошхужаев М.М.**

**Информационные системы в экономике**

**/под ред. акад. С.С. Гулямова. Т. ТГЭУ, 2005 г. 229с.**

Целью учебного пособия является ознакомление бакалавров обучающихся по специальности информационные системы в экономике с проблематикой и областями использования искусственного интеллекта, экспертными системами, и функционированием систем, привитие навыков практических работ по проектированию баз знаний, а также методов экспертных оценок.

Рекомендуется как бакалаврам, магистрам, специалистам занятым проблемами информационной службы, разработкой автоматизированных информационных систем, так и экономистам, администраторам, которым необходимо овладение современных подходов к информации.

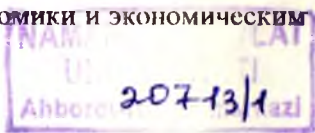
**Рецензенты:**

доктор экономических наук, профессор. Бегалов Б.А.

доктор экономических наук, профессор. Ирматов М.

доктор экономических наук, профессор. Шермухаммедов А.Т.

Утверждено ученым советом ТГЭУ качестве учебного пособия для бакалаврам высших учебных заведений, обучающихся по направлению экономики и экономическим специалистам специальностям



© Ташкентский Государственной Экономический Университет  
Коллектив авторов, 2005 г.

## Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Экономические информационные системы.....</b>	<b>8</b>
1.1. Понятие и свойства экономических информационных систем.....	8
1.2. Принципы построения экономических информационных систем.....	10
1.3. Моделирование экономических информационных систем. Средства реализации моделей.....	12
1.4. Уровни отображения предметной области. Типы описания моделей.....	14
1.5. Классификация и требования к экономико – математическим моделям.....	16
1.6. Свойства экономико - математических моделей. Этапы моделирования.....	18
1.7. Моделирование в бухгалтерских информационных системах.....	20
1.8. Разработка формальных языков моделирования.....	22
1.9. Методологические основы применения метода имитационного моделирования в экономических информационных системах.....	23
1.10. Классификация имитационных моделей.....	29
<b>Глава 2. Интеллектуальные и экспертные системы.....</b>	<b>37</b>
2.1. Интеллектуальные системы.....	37
2.1.1. Бионическое моделирование.....	50
2.1.2. Эвристическое программирование.....	50
2.1.3. Эволюционное моделирование.....	51
2.2. Экспертные системы.....	55
2.2.1. Что такое экспертные системы?.....	55
2.2.2. Для чего вам нужна экспертная система?.....	57

2.2.3.	Для чего люди хотят иметь экспертную систему?....	58
2.2.4.	Что вы хотели бы получить от экспертной системы.....	59
2.2.5.	Экспертные системы: некоторые неверные представления.....	61
2.2.6.	Когда разработка экспертной системы возможна?.....	63
2.2.7.	Когда разработка экспертной системы оправдана?.....	65
2.2.8.	Когда разработка экспертной системы разумна?	67
2.2.9.	Построение экспертной системы.....	71
2.2.10.	Уровни разработки экспертной системы.....	76
2.2.11.	Выбор инструментального средства построения экспертных систем.....	78
2.3.	Особенности и признаки интеллектуальных информационных систем.....	83
2.3.1.	Системы с интеллектуальным интерфейсом.....	88
2.3.2.	Архитектура экспертной системы.....	90
2.3.3.	Классы экспертных систем.....	93

### **Глава 3. Технология создания экспертных систем.....**

3.1.	Этапы создания экспертной системы.....	99
3.2.	Идентификация проблемной области.....	104
3.3.	Построение концептуальной модели.....	106

### **Глава 4. Реализация экспертных систем в экономике.....**

4.1.	Особенности экспертных систем экономического анализа.....	109
4.2.	Экспертная система анализа эффективности результатов финансово - хозяйственной деятельности предприятия.....	113
4.3.	Особенности экспертных систем инвестиционного проектирования.....	115
4.4.	Экспертная система формирования портфеля инвестиций.....	117

<b>Глава 5. Динамических экспертных системы.....</b>	<b>123</b>
5.1. Особенности динамических экспертных системы.....	123
5.2. Экспертная система динамического управления запасами.....	126
5.2.1 Система с фиксированным размером заказа.....	129
5.2.2. Система с фиксированным интервалом времени между заказами .....	130
5.2.3. О экспертные системах.....	132
1. Примеры ЭС.....	132
2. Назначения и особенности ЭС.....	133
3. Структурная схема ЭС.....	134
4. Классификация ЭС.....	136
5. Методология разработки.....	138
6. Основные свойства ЭС.....	139
7. Черты ЭС.....	139
8. Первое поколение ЭС.....	140
9. Второе поколение ЭС.....	141
<b>Глава 6. Метод экспертных оценок.....</b>	<b>143</b>
6.1. Организация экспертного оценивания.....	147
6.2. Основные положения и принципы экспертизы проектов планов совершенствования управления.....	150
6.3. Факторы, учитывающие при проведении экспертизы проектов планов совершенствование управления.....	155
6.4. Оценочная система в экспертной системы.....	159
<b>Глава 7. Подбор экспертов.....</b>	<b>163</b>
7.1. Проблемы подбора экспертов.....	163
7.2. Характеристики экспертов.....	164
7.3. Характеристики группы экспертов.....	173
7.4. Организация процедуры подбора.....	174

<b>Глава 8. Опрос экспертов.....</b>	<b>177</b>
8.1. Содержание и виды опроса.....	177
8.2. Анкетирование и интервьюирование.....	181
8.3. Дискуссия.....	184
8.4. Совещания.....	190
8.5. Мозговой штурм.....	193
<b>Глава 9. Обработка экспертных оценок.....</b>	<b>198</b>
9.1. Задачи обработки.....	198
9.2. Групповая оценка объектов.....	201
9.3. Оценка согласованности мнений экспертов.....	202
9.4. Обработка материалов коллективной экспертной оценки.....	208
<b>Глава 10. Применение метода экспертных оценок.....</b>	<b>211</b>
10.1. Метод Дельфы.....	211
10.2. Метод прогнозного графа.....	218
Образец письма и анкет.....	220
<b>Литература .....</b>	<b>225</b>

## Введение

Целью учебного пособия является ознакомление студентов, обучающихся по специальности «экспертные системы в экономике», с проблематикой и областями использования искусственного интеллекта в экономических информационных системах, освещение теоретических и организационно-методических вопросов построения и функционирования систем, основанных на знаниях, привитие навыков практических работ по проектированию баз знаний а также методы экспертных оценке. В результате изучения учебного пособия студенты получают знания по архитектуре и классификации ИИС, методам представления знаний, областям применения, а также научатся выбирать адекватные проблемной области инструментальные средства разработки ИИС и методы проектировании базы знаний и методы экспертного оценки в экономике.

Учебное пособие «Экспертные системы в экономике» предназначено также для студентов экономических специальностей, которые в результате изучения учебного пособия освоят методы принятия управленческих решений, основанные на классификации ситуаций, построении деревьев целей и решений, логической и эвристической аргументации, расчете рейтингов на базе нечеткой логики, динамического моделирования ситуаций.

Учебное пособие может быть полезно для специалистов, разрабатывающих и использующих системы поддержки принятия управленческих решений и корпоративные информационные системы, а также для преподавателей и аспирантов вузов, занимающихся исследованиями в области применения интеллектуальных информационных технологий в управлении экономическими объектами и процессами.



# ГЛАВА 1

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

### 1.1 Понятие и свойства экономических информационных систем

Информационная система экономического объекта является основой системы управления, она постоянно видоизменяется, появляются новые информационные потоки, обусловленные широким внедрением средств вычислительной техники и расширением производственных и финансовых связей предприятия. Функциональное назначение и тип информационной системы зависят от того, чьи интересы и на каком уровне она обслуживает.

*Экономическая информационная система* - это среда, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, персонал, технические и программные средства связи. Это система, направленная на достижение множества целей, одной из которых является производство информации, необходимой для поддержки принятия управленческих решений.

*Свойства экономических информационных систем:*

- они динамичны, постоянно развиваются, могут быть подвергнуты анализу;
- при их проектировании используется принцип системного отхода, предполагающий наличие и учет большого числа условий их взаимодействия с внешней средой, при наличии общей для них цели управления;
- в процессе реализации функций управления имеет место постоянное взаимодействие пользователей и технических средств;
- необходимые для управления решения принимаются на

основе получаемой в процессе функционирования системы выходной информации.

*Понятия экономических информационных систем:*

- понятие «интегрируемость» обеспечивает взаимодействие системы с вновь подключаемыми компонентами или подсистемами;
- понятие «масштабируемость» характеризует возможность расширения системных ресурсов и производительной мощности;
- понятие «управляемость» характеризует возможность гибкого управления системой;
- понятие «адаптивность» характеризует возможность системы приспосабливаться к условиям конкретной предметной области;
- понятие «используемость» обеспечивает возможность реализации заложенных в систему функций;
- понятие «обоснованность» позволяет получать обоснованные результаты в ходе выполнения прикладных программ;
- понятие «реактивность» характеризует способность системы реагировать на внутренние и внешние воздействия;
- понятие «безопасность» характеризует возможность предотвращения разрушения системы в результате несанкционированного доступа, и др.

*Качество экономических информационных систем*

Экономические информационные системы характеризуются разной сложностью создания, сопровождения и интеграции с другими системами. Их функционирование обычно направлено на реализацию нескольких целей, поэтому их качество определяется совокупностью свойств, характеризующих способность системы удовлетворять потребности пользователя.

К функциональным относятся показатели, характеризующие функциональную полноту, адаптивность, корректность системы.

Экономические показатели - это стоимость создания или приобретения системы, затраты на ее внедрение и эксплуатацию, эффект, получаемый от функционирования системы.

К эксплуатационным показателям качества относятся показатели, определяющие набор требований к аппаратуре, характеризующие возможность работы в сети, легкость и простоту установки, надежность программного обеспечения, удобство ос-

воения, качество помощи, и пользовательского интерфейса, степень автоматизации функций, возможность защиты данных и самой системы и другие.

### *Классификация экономических информационных систем*

Существуют различные классификации экономических информационных систем, каждый из которых преследует определенные цели. Важными классификационными признаками являются: масштаб систем и интеграция ее компонентов, степень структурированности решаемых задач, сложность алгоритмов обработки и другие.

По сфере применения различают информационные системы бухгалтерские, банковские, страховые, налоговые и другие.

По степени автоматизации информационных процессов различают информационные системы ручные, автоматические, автоматизированные.

По характеру решаемых задач различают системы, разрабатываемые для решения структурированных (формализуемых), неструктурированных (неформализуемых) и частично структурированных задач (у большинства решаемых задач известны не все элементы и взаимосвязи между ними),

По режиму обработки различают информационные системы, работающие в пакетном и в интерактивном режимах.

## **1.2 Принципы построения экономических информационных систем**

*Принцип системного подхода* - первый и основополагающий принцип построения предполагает, что каждое явление (процесс, объект) рассматривается и оценивается во взаимосвязи с другими процессами и объектами как единое целое, а не совокупность его отдельных частей. Свойства системы могут быть оценены только с позиций всей системы, так как ее составные элементы и происходящие в ней процессы взаимосвязаны с учетом внутренних и внешних факторов. Системный подход позволяет глубже изучить объект, получить более полное представление о нем, выявить причинно следственные связи между отдельными его частями. При формировании системы определяются: цели и требования к системе, выделяются функциональные подсистемы, их структуры

и решаемые в них задачи, выявляются и анализируются связи между подсистемами. Данный принцип влияет на другие принципы, определяя их успешную реализацию.

*Принцип решения новых задач* предполагает, что в систему должны постоянно вводиться новые задачи, что обеспечивает ее эффективность.

*Принцип первого руководителя* означает, что самые ответственные решения, связанные с проектированием и функционированием системы, принимает руководитель предприятия. Пользуясь своими полномочиями, он координирует ход работ, выявляет их приоритетные направления, выделяет необходимые материальные и людские ресурсы, разрешает возникающие спорные вопросы, предоставляет разработчикам системы необходимую информацию.

*Принцип типовости проектных решений* означает, что разработчик системы обязан стремиться к тому, чтобы разработанные им проектные решения подходили к возможно более широкому кругу заказчиков.

*Принцип непрерывного развития* означает, что создаваемая система должна постоянно совершенствоваться и развиваться, быстро реагировать на возникновение новых задач управления, обеспечивать возможность совершенствования уже решаемых задач.

*Принцип совместимости* означает, что при разработке системы должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря чему она может взаимодействовать с другими системами в соответствии с установленными правилами.

*Принцип модульности построения* программного и информационного обеспечения означает, что система строится из набора функционально независимых блоков-модулей, обладающих определенной степенью законченности и устойчивости к изменениям.

*Принцип разработки «сверху - вниз»* означает, что проектируемая система рассматривается как древовидная структура, состоящая из отдельных, функционально связанных блоков.

*Принцип эффективности* означает, что затраты на создание системы должны окупаться.

*Принцип единой информационной базы* означает, что многочисленные задачи управления могут решаться, базируясь на еди-

ной информационной базе.

### **1.3 Моделирование экономических информационных систем. Средства реализации моделей**

Моделирование является универсальным методом исследования систем, позволяющим сконструировать изучаемую предметную область, изобразить ее с помощью формул, таблиц, графиков, числовых примеров. Модель-это образ реального объекта (процесса), отражающий его существенные свойства и замещающий его в ходе исследования и управления.

Описание деятельности экономического объекта средствами моделирования находит все более широкое применение в качестве методологии описания происходящих там процессов. Метод основывается на принципе аналогии, т.е. возможности изучения реального объекта не непосредственно, а через рассмотрение подобного ему и более доступного объекта-модели.

Важнейшим понятием экономико-математического моделирования является понятие адекватности модели, т.е. ее соответствия моделируемому объекту или процессу. Адекватность-это понятие условное, так как полного соответствия модели реальному объекту быть не может. Поэтому при моделировании имеется в виду не просто адекватность, а соответствии его тем свойствам системы, которые считаются наиболее существенными для исследования.

*Основные понятия моделирования:*

- информационная модель представляет собой отражение предметной области в виде информации;
- предметная область представляет собой часть реального мира, которая исследуется или используется. Если, например, объектом рассмотрения является предприятие, то его предметной областью будет множество его составных частей, их свойств и связей между ними. Обычно выделяется ограниченная совокупность предметов, их свойств и связей, которые рассматриваются как существенные с точки зрения поставленных целей;
- информационные элементы - это различные типы входных, промежуточных и выходных данных, составляющие аналогичные наборы данных.

### *Свойства систем, учитываемых при моделировании:*

Таковыми свойствами являются:

- целостность системы - определяет наличие свойств, которые не присущи ни одному из составляющих ее элементов, взятому в отдельности, вне системы. Поэтому такие системы исследуются и моделируются в целом;
- массовый характер экономических явлений и процессов не позволяет выявить закономерности экономических процессов на основании небольшого числа наблюдений. Поэтому моделирование в экономике должно опираться на массовые наблюдения;
- динамичность экономических процессов характеризует возможность изменения параметров и структуры экономических систем под влиянием внешних факторов;
- случайность и неопределенность в развитии экономических явлений обуславливают вероятностный характер экономических явлений и процессов;
- невозможность изоляции протекающих в экономических системах процессов от окружающей среды для исследования их в чистом виде;
- активная реакция на появляющиеся новые факторы, способность систем к активным и не всегда предсказуемым действиям в зависимости от ее отношения к этим факторам, способам и методам их воздействия.

Необходимость учета названных свойств усложняет процесс моделирования и проектировщикам систем всегда приходится их иметь в виду, начиная с момента выбора типа модели и заканчивая вопросами использования результатов моделирования.

### *Средства реализации моделей*

Моделирование требует разработки искусственных, формализованных языков описания структуры информации и алгоритмов ее преобразования. Средствами формализации являются:

- алгоритмические языки - это машинноориентированные языки, позволяющие детально описывать учетный процесс, начиная от получения исходных данных и до формирования резульатной информации. Используются при реализации на ЭВМ экономико-математических и имитационных моделей;
- информационные языки - это формализованные языки для

однозначной записи информации с целью ее дальнейшего накопления и поиска. Применяются в информационно-справочных и поисковых экономических информационных системах;

- сетевые графики - служат для анализа и совершенствования потоков информации в процессе внедрения моделей в учетную практику.
- схемы информационных связей с их помощью представляются потоки информации, взаимосвязь решаемых задач, взаимодействие подразделений предприятия. Используются для представления функциональных блоков и связей между ними;
- таблицы - содержат логические отношения между условиями и действиями, на основании которых выполняются преобразования данных. Необходимы для формализованной записи и анализа принятия решений.

## 1.4 Уровни отображения предметной области.

### типы описания моделей

Представления всегда носят субъективный характер, поскольку люди часто имеют разные мнения об одних и тех же предметах. Однако в них присутствует элемент общности, что и позволяет реализовать интегрирующий процесс:

- внешнее представление данных является совокупностью требований к данным некоторой программы или задачи. С точки зрения пользователя внешнее представление является совокупностью требований к данным, отражающих информационные потребности *пользователя*. С точки зрения прикладного программиста внешнее представление отображает элементы данных и их взаимосвязи, необходимые для решения задачи;

- инфологическое представление (концептуальная модель) связано с отображением знаний о предметной области. Модель обеспечивает описание предметной области без ориентации на используемые в дальнейшем программные и технические средства. Такая модель обеспечивает интегрированное представление предметной области и имеет слабо формализованный характер, она отражает данные предметной области в виде совокупности информационных объектов, каждый из которых характеризуется совокупностью логически взаимосвязанных реквизитов и связей

между ними. Объекты информационно-логической модели размещаются таким образом, что становится наглядной их иерархическая подчиненность и уровень связей между ними. Для построения информационной базы необходимо построение следующие модели:

- логическая модель формируется из концептуальной путем выделения отдельной ее части, ее детализации и формализации. Для каждого объекта инфологической модели создается таблица данных, между которыми устанавливаются связи, соответствующие выявленным между объектами. Схема данных фиксирует логические связи между таблицами. Логическая модель, формализующая взаимосвязи на языке математики, называется математической моделью;

- алгоритмическая модель-это преобразованная математическая модель, задающая последовательность действий по достижению поставленной цели управления. На основе алгоритмической модели создается машинная программа решения задач;

- внутреннее (физическое) представление данных выражает их представление системными программистами и связано с организацией хранения данных на физических носителях информации.

Возможно использование различных типов и уровней описания, что позволяет выделять различные стороны бизнес-процессов, рассматривать их с разных точек зрения, составлять содержательные описания различных видов, уменьшая в результате сложность их представления.

#### *Типы описания моделей:*

- функциональное описание - функциональная модель - включает описание выполняемых функций и иерархию их внутренних взаимосвязей;

- описание на основе данных - модель данных - включает описание событий и состояний с точки зрения структуры используемой информации;

- организационное описание - организационная модель -- представляет описание организационных единиц и человеческих ресурсов, участвующие в реализации процессов управления и их структуры;

- управленческое описание - управленческая модель -



устанавливает связи между вышеназванными типами моделей.

- поведенческая модель описывает информационные процессы и динамику функционирования вышеназванных типов моделей. Здесь фигурируют такие категории, как состояние системы, событие, последовательность событий, переход из одного состояния в другое, условия перехода, осуществляется привязка событий ко времени;

- структурная модель характеризует построение системы состав ее подсистем и их взаимосвязи.

*Уровни описания моделей:*

- описание требований - предполагает описание концепции бизнес - приложения, которая будет поддерживаться таким образом, чтобы обеспечить ее адекватную реализацию в терминах информационных технологий;

- проектные спецификации-при переводе содержательной части описания требований в категории информационных технологий происходит переход на уровень спецификации проекта;

- выполнение - на уровне выполнения спецификации проекты превращаются в конкретные компоненты информационной системы.

## **1.5 Классификация и требования к экономико-математическим моделям**

*Классификация экономико-математических моделей.* Экономика - математические модели классифицируют, исходя из особенностей моделируемого объекта, цели моделирования, используемого инструментария:

- прикладные модели дают возможность оценить характер функционирования объекта и сформулировать рекомендации для принятия практических решений;

- статистические модели описывают состояние объекта (системы) в конкретный момент или период времени. В таких моделях экономическая система отображается в неподвижности лишь за один период;

- динамические модели включают взаимосвязи переменных во времени. В таких моделях системы рассматриваются в своем развитии в течение нескольких периодов;

- детерминированные модели отражают теоретически пред-

полагаемые жесткие функциональные прямые связи между переменными. В таких моделях все ограничения и целевая функция абсолютно достоверны;

- стохастические модели учитывают комплекс реальных взаимосвязей факторов и действия обратных связей. В таких моделях учитывается случайный характер протекающих экономических процессов, для них характерна неопределенность.

По признаку получения точного решения модели делятся на точные и приближенные.

По специфике применяемого метода решения модели бывают - корреляционные и регрессионные, балансовые, модели математического программирования, модели исследования операций, модели теории графов, имитационные модели. Последние используются в случаях особой важности экономических систем. В случаях, когда возможность получения оптимального решения доказана, но необходимые для этого расчеты громоздки и требуют больших затрат времени, пользуются эвристическими или экспертными методами. Эвристические методы основаны на накопленном опыте, интуиции. С их помощью можно получать приближенное решение поставленной задачи. При отсутствии достаточно полной информации и надежных методов составления математической модели экспертные оценки являются единственным методом решения многих экономических задач.

По признаку оптимальности модели подразделяются на оптимизационные, описывающие взаимодействие структурных и функциональных составляющих системы (либо поведение одной из составляющих), и не оптимизационные. В зависимости от используемых средств моделирования модели делятся на две группы - материальные и абстрактные. Материальные модели воспроизводят геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики изучаемого объекта. Абстрактными называются экономико-математические, имитационные, эвристические и графические модели.

По масштабу моделируемой системы различают модели: макроэкономические (межотраслевой баланс национального хозяйства), отраслевые (модели производства, распределения и потребления продукции отрасли), функциональные (модель поведения потребителей в условиях свободного рынка), модели региональных комплексов.

По длительности рассматриваемого периода времени различают модели краткосрочного (до 1 года), среднесрочного (до 5 лет), долгосрочного (10-15 и более лет) прогнозирования и регулирования экономики.

#### *Требования к экономико-математическим моделям*

К экономико-математическим моделям предъявляют следующие требования:

- математическая модель объекта управления должна, полно, (адекватно) описывать основные закономерности его функционирования;
- модели должны быть не только эквивалентны реальным проблемам, но и решаться с помощью имеющихся вычислительных средств;
- разрабатываемая модель должна быть ориентирована на использование определенных методов (или групп методов), с помощью которых можно найти искомое решение, причем время нахождения управляющих решений должно быть приемлемым;
- модели должны быть пригодны для непосредственного использования в процессе управления;
- модели должны быть обеспечены соответствующей информацией. Как бы хорошо модель не описывала поведение объекта, если на практике невозможно получить достоверные данные о значениях входящих в нее переменных, использовать ее невозможно;
- модели требуют наличия соответствующей нормативной базы, классификаторов, оперативно корректируемой информации, адекватного технического обеспечения.

### **1.6 Свойства экономико-математических моделей. Этапы моделирования**

В отношениях соответствия между системой управления и ее моделью проявляется совокупность свойств модели, которые могут быть простыми и совокупными, элементными и системными:

- такие свойства модели, как точность, надежность, агрегированность, относятся к простым элементным свойствам;
- такие свойства модели, как полнота, ценность, полезность,

относятся к простым системным свойствам;

- из простых свойств могут образовываться совокупные семантические, синтаксические и прагматические свойства.

Наиболее объективную оценку качества модели с целью обоснования наилучших решений можно получить с помощью оптимизационных методов и обобщенных показателей качества.

Сложность реальных задач, необходимость учета множества и часто весьма разнородных параметров и ограничений, случайных событий определяют трудности разработки математических моделей для непосредственного использования в процессах управления. Классические аналитические методы, с успехом применяемые при управлении техническими объектами, не всегда «работают» в системах организационного управления. Аналитические методы пригодны тогда, когда модель представляет собой систему сравнительно небольшого числа линейных уравнений, и малопригодны в случаях больших порядков, при необходимости учета случайных возмущений. На практике не так много задач, которые могут быть решены классическими оптимизационными методами или методами математического программирования.

## **Этапы экономико-математического моделирования**

### *Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ*

На данном этапе формулируется сущность проблемы, принимаемые предпосылки и допущения, выделяются черты и свойства моделируемого объекта, изучается его структура, взаимосвязь элементов.

### *Построение математической модели*

Это этап формализации экономической проблемы, выражения ее в виде конкретных математических зависимостей. На данном этапе определяется тип экономико-математической модели, изучаются возможности ее применения в конкретной задаче, уточняется перечень переменных и параметров, форма связей. Для сложных объектов обычно строится несколько моделей, каждая из которых характеризует лишь некоторые стороны объекта, а другие учитываются приближенно.

### *Математический анализ модели*

На данном этапе с помощью математических приемов исследования выявляются общие свойства модели и ее решений. Важным моментом является доказательство существования решения сформулированной задачи. При исследовании выясняется, единственно ли решение, какие переменные могут входить в решение, каковы тенденции их изменения.

#### *Подготовка исходной информации*

Это наиболее трудоемкий этап моделирования. Здесь принимаются во внимание не только возможность получения информации требуемого качества, но и затраты на подготовку информационных массивов. При системном экономико - математическом моделировании результаты функционирования одних моделей служат исходной информацией для других моделей.

#### **Численное решение**

Данный этап включает разработку алгоритмов численного решения задачи, подготовку программ и непосредственное проведение расчетов. Численное решение существенно дополняет результаты аналитического исследования, а для многих задач является единственно возможным.

#### **Анализ численных результатов и их применение**

На данном этапе решается вопрос о правильности и полноте результатов моделирования, применимости их как в практической деятельности, так и в целях усовершенствования модели. Проверяется адекватность модели по тем свойствам, которые были выбраны в качестве существенных.

Перечисленные этапы экономико-математического моделирования находятся в тесной взаимосвязи, могут иметь место обратные связи этапов.

## **1.7 Моделирование в бухгалтерских информационных системах**

В бухгалтерском учете многое базируется на достигаемых соглашениях и договоренностях и такая ситуация тормозит процессы унификации и стандартизации, переход на международную систему бухгалтерского учета. Поэтому формализация учета и разработка его моделей является задачей актуальной. Система учета, представленная в виде модели, способна выполнять унифицирующие и обобщающие функции.

Традиционные классификации в системе бухгалтерского

учета

Систему бухгалтерского учета можно рассматривать как информационную систему, имеющую входной и выходной языки (языки первичных и результатных документов). Традиционно используемые классификации учетной информации являются структурообразующими элементами и важными факторами *его* существования и развития. Такими классификациями являются:

- модели планов счетов;
- группировки счетов;
- статьи в балансовых отчетах;
- группировки, связанные с финансовыми результатами.

Группировками последнего вида являются статьи или элементы издержек производства и обращения, статьи и виды доходов, группировки учетной информации в управленческом учете. Классификационные модели могут быть представлены в разных формах, но, как правило, это графические и табличные формы представления.

*Возможности моделей бухгалтерского учета:*

- модель учета выступает как основа *его* комплексной формализации, повышает строгость и точность бухгалтерских построений (в части определения терминов, формулировки отдельных положений и обоснования теоретических положений);
- моделирование учета создает условия для выделения общих моментов, присущих учету в различных отраслях и системах народного хозяйства. Это позволяет выработать методику учета, приемлемую для всех отраслей и систем, каждая из которых трактуется как частный, локальный случай глобальной модели;
- моделирование позволяет проследить все возможные комбинации учетных признаков, выявить взаимосвязи между элементами системы;
- учетные модели дают возможность сопоставить различные системы учета, оценить их и выбрать наиболее эффективную;
- модельные описания систем учета реализуются на ЭВМ. На основе одних и тех же последовательностей хозяйственных операций возможна прогонка на ЭВМ моделей различных систем учета и сопоставление полученных результатов. Реализация модели на ЭВМ усиливает познавательные возможности учета, обеспечивает увязку *его* задач с задачами планирования и анализа;

• закономерности, выявленные на основе экономического модельного эксперимента и анализа, могут быть использованы в управлении хозяйственным процессом.

*Состав моделей бухгалтерского учета:*

В составе моделей бухгалтерского учета выделяют:

- модели первичной учетной информации;
- модели системы счетов;
- модели отчетности;
- модели соответствия между моделью первичной учетной информации, моделью системы счетов и моделью отчетности.

Методика описания модели предусматривает возможность внесения необходимых изменений, что обеспечивает открытость системы учета. Все возможные изменения будут осуществляться в рамках интерпретации одной и той же модели и не потребуют ломки всей системы учета. Изменениями такого рода могут быть увеличение или уменьшение номенклатуры показателей, изменения в плане счетов и классификаторах, расширение или сокращение количества реквизитов в первичных документах, и др.

## 1.8 Разработка формальных языков моделирования

Разработка формальных языков в условиях автоматизации является важным этапом развития системы учета. В зависимости от характера задач и поставленных целей формальные языки учета могут быть модельными (реляционными, логическими), процедурными (алгоритмическими) и объектно-ориентированными. Логические (реляционные) языки разрабатываются с ориентацией на связь исходных и результатных данных в виде логических уравнений или соотношений.

*Языки логического программирования характеризуются:*

- высоким уровнем;
- строгой ориентацией на символьные вычисления;
- отсутствием деления переменных в процедурах на входные и выходные.

Процедурные языки (универсальные, специализированные, машинно-ориентированные) основаны на детальном описании каждого шага процесса, ведущего к получению результатных данных из исходных. Программа на процедурном языке программирования состоит из последовательности операторов (ин-

струкций), задающих процедуру решения задачи.

*Процедурные языки характеризуются:*

- необходимостью явного управления памятью, в частности, описанием переменных;
- малой пригодностью для символьных переменных;
- отсутствием строгой математической основы;
- высокой степенью эффективности реализации на традиционных ЭВМ.

Важнейшим классификационным признаком процедурного языка является его уровень, определяемый смысловой емкостью его конструкций и степенью ориентации на программиста. Чем более язык ориентирован на человека, тем выше его уровень:

- Pascal (Borland Pascal, Turbo Pascal) является одним из наиболее популярных процедурных языков программирования, отличающийся высоким уровнем, широкими возможностями, простотой, высокой эффективностью реализации на ЭВМ;
- C++, Java являются современными объектно ориентированными языками программирования;

## **1.9 Методологические основы применения имитационного моделирования в экономических информационных системах**

Имитационное моделирование - есть процесс конструирования на ЭВМ модели сложной реальной системы, функционирующей во времени, и постановки экспериментов на этой модели с целью либо поведения системы, либо оценить различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы

Выделим в этом определении ряд важнейших обстоятельств, учитывая особенности применения метода для исследования экономических информационных систем (ЭИС).

Во - первых, имитационное моделирование предполагает два этапа: конструирование модели на ЭВМ и проведение экспериментов с этой моделью. Каждый из этих этапов предусматривает использование собственных методов. Так, на первом этапе весьма важно грамотно провести информационное обследование, разработку всех видов документации и их реализацию. Второй этап должен предполагать использование методов планирования эксперимента с учетом особенностей машинной имитации.



Во-вторых, в полном соответствии с системными принципами четко выделены две возможные цели имитационных экспериментов:

- либо понять поведение исследуемой системы (о которой по каким-либо причинам было "мало" информации) - потребность в этом часто возникает, например, при создании принципиально новых образцов продукции;
- либо оценить возможные стратегии управления системой, что также очень характерно для решения широкого круга экономико-прикладных задач.

В-третьих, с помощью имитационного моделирования исследуют сложные системы. Понятие "сложность" является субъективным и по сути выражает отношение исследователя к объекту моделирования. Укажем пять признаков "сложности" системы, по которым можно судить о ее принадлежности к такому классу систем:

- наличие большого количества взаимосвязанных и взаимодействующих элементов;
- сложность функции (функций), выполняемой системой;
- возможность разбиения системы на подсистемы (декомпозиции);
- наличие управления (часто имеющего иерархическую структуру), разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации;
- наличие взаимодействия с внешней средой и функционирование в условиях воздействия случайных (неопределенных) факторов.

Очевидно, что некоторые приведенные признаки сами предполагают субъективные суждения. Вместе с тем становится понятным, почему значительное число ЭИС относят к сложным системам и, следовательно, применяют метод имитационного моделирования. Отметим, что последний признак определяет потребность развития методов учета случайных факторов, т. е. проведения так называемой стохастической имитации.

В-четвертых, методом имитационного моделирования исследуют системы, функционирующие во времени, что определяет необходимость создания и использования специальных методов (механизмов) управления системным временем.

Наконец, в-пятых, в определении прямо указывается на необходимость использования ЭВМ для реализации имитационных моделей, т.е. проведения машинного эксперимента (машинной имитации), причем в подавляющем большинстве случаев применяются ЭВМ.

Даже столь краткий анализ позволяет сформулировать вывод о целесообразности (а следовательно, и необходимости) использования метода имитационного моделирования для исследования сложных человеко-машинных систем экономического назначения. Особо выделим наиболее характерные обстоятельства применения имитационных моделей:

- если идет процесс познания объекта моделирования;
- если аналитические методы исследования имеются, но составляющие их математические процедуры очень сложны и трудоемки;
- если необходимо осуществить наблюдение за поведением компонент системы в течение определенного времени;
- если необходимо контролировать протекание процессов в системе путем замедления или ускорения явления в ходе имитации;
- если особое значение имеет последовательность события в проектируемых системах и модель используется для предсказания так называемых "узких" мест;
- при подготовке специалистов для приобретения необходимых навыков в эксплуатации новой техники;
- и, конечно, если имитационное моделирование оказывается единственным способом исследования из-за не возможности проведения реальных экспериментов.

До настоящего момента особое внимание в толковании термина "имитационное моделирование системы" было уделено первому слову. Однако не следует упускать из вида, что создание любой (в том числе и имитационной) модели предполагает, что она будет отражать лишь наиболее существенные с точки зрения конкретной решаемой задачи свойства объекта-оригинала. Важно отметить еще один аспект: создание любой (в том числе и имитационной модели) есть процесс творческий (не случайно Р. Шеннон назвал свою книгу "Имитационное моделирование систем - искусство и наука"), и, вообще говоря, каждый автор имеет право

на собственную версию модели реальной системы. Однако за достаточно длительное время применения метода накоплены определенный опыт и признанные разумными рекомендации, которыми целесообразно руководствоваться при организации имитационных экспериментов.

Укажем ряд основных достоинств и недостатков метода имитационного моделирования.

Основные достоинства:

- имитационная модель позволяет, в принципе, описать моделируемый процесс с большей адекватностью, чем другие;
- имитационная модель обладает известной гибкостью варьирования структуры, алгоритмов и параметров системы;
- применение ЭВМ существенно сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натурным экспериментом (если он возможен), а также их стоимость.

Основные недостатки:

- решение, полученное на имитационной модели, всегда носит частный характер, так как оно соответствует фиксированным элементам структуры, алгоритмам поведения и значениям параметров системы;
- большие трудозатраты на создание модели и проведение экспериментов, а также обработку их результатов;
- если использование системы предполагает участие людей при проведении машинного эксперимента, на результаты может оказать влияние, так называемый хауториский эффект (закрывающийся в том, что люди, зная (чувствуя), что за ними наблюдают, могут изменить свое обычное поведение).

Итак, само использование термина "имитационное моделирование" предполагает работу с такими математическими моделями, с помощью которых результат исследуемой операции нельзя заранее вычислить или предсказать, поэтому необходим эксперимент (имитация) на модели при заданных исходных данных. В свою очередь, сущность машинной имитации заключается в реализации численного метода проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение сложной системы в течение заданного или формируемого периода времени.

Каждая имитационная модель представляет собой ком-

бинацию шести основных составляющих:

- компонентов;
- переменных;
- параметров;
- функциональных зависимостей;
- ограничений;
- целевых функций.

Под компонентами понимают составные части, которые при соответствующем объединении образуют систему. Компоненты называют также элементами системы или ее подсистемами. Например, в модели рынка ценных бумаг компонентами могут выступать отделы коммерческого банка (кредитный, операционный и т. д.), ценные бумаги и их виды, доходы, котировка и т. п.

Параметры - это величины, которые исследователь (пользователь модели) может выбирать произвольно, т.е. управлять ими.

В отличие от них переменные могут принимать только значения, определяемые видом данной функции.

Различают экзогенные (являющиеся для модели выходными и порождаемые вне системы) и эндогенные (возникающие в системе в результате воздействия внутренних причин) переменные. Эндогенные переменные иногда называют переменными состояния.

Функциональные зависимости описывают поведение параметров и переменных в пределах компонента или же выражают соотношения между компонентами системы. Эти соотношения могут быть либо детерминированными, либо стохастическими.

Ограничения - устанавливаемые пределы изменения значений переменных или ограничивающие условия их изменения. Они могут вводиться разработчиком (и тогда их называют искусственными) или определяться самой системой вследствие присущих ей свойств (так называемые естественные ограничения).

Целевая функция предназначена для измерения степени достижения системой желаемой (требуемой) цели и вынесения оценочного суждения по результатам моделирования. Эту функцию также называют функцией критерия. По сути, весь машинный эксперимент с имитационной моделью заключается в поиске таких стратегий управления системой, которые удовлетворяли бы одной из трех концепций ее рационального поведения: оптимиза-

гии, пригодности или адаптивизация. Если показатель эффективности системы является скалярным, проблем с формированием критерия не возникает и, как правило, решается оптимизационная задача—поиска стратегии, соответствующей максимуму или минимуму показателя. Сложнее дело обстоит, если приходится использовать векторный показатель. В этом случае для вынесения оценочного суждения используются методы принятия решений по векторному показателю в условиях определенности (когда в модели учитываются только детерминированные факторы) или неопределенности (в противном случае).

При реализации имитационной модели, как правило, рассматриваются не все реально осуществляемые функциональные действия (ФД) системы, а только те из них, которые являются наиболее существенными для исследуемой операции. Кроме того, реальные ФД аппроксимируются упрощенными действиями ФД' причем степень этих упрощений определяется уровнем детализации учитываемых в модели факторов. Названные обстоятельства порождают ошибки имитации процесса функционирования реальной системы, что, в свою очередь, обуславливает адекватность модели объекту оригиналу и достоверность получаемых в ходе моделирования результатов.

Очевидно, что в реальной системе в различных ее компонентах могут одновременно (параллельно) производиться функциональные действия и, соответственно, наступать события. В большинстве же современных ЭВМ в каждый из моментов времени можно обрабатывать лишь один алгоритм какого-либо ФД. Возникает вопрос: каким образом учесть параллельность протекания процессов в реальной системе без потери существенной информации о ней?

Для обеспечения имитации наступления параллельных событий в реальной системе вводят специальную глобальную переменную которую называют модельным (системным) временем. Именно с помощью этой переменной организуется синхронизация наступления всех событий в модели ЭИС и выполнение алгоритмов функционирования ее компонент. Принцип такой организации моделирования называется принципом квазипараллелизма.

Таким образом, при реализации имитационных моделей используют три представления времени:

- реальное время системы;

- модельное (системное) время;
- машинное время имитации.

### 1.10 Классификация имитационных моделей

Имитационные модели принято классифицировать по четырем наиболее распространенным признакам:

- типу используемой ЭВМ;
- способу взаимодействия с пользователем;
- способу управления системным временем (механизму системного времени);
- способу организации квазипараллелизма (схеме формализации моделируемой системы).

Первые два признака позволяют разделить имитационные модели на совершенно понятные (очевидные) классы, поэтому их рассмотрение не займет много места.

По типу используемой ЭВМ различают аналоговые, цифровые и гибридные имитационные модели. Достоинства и недостатки моделей каждого класса общеизвестны.

По способу взаимодействия с пользователем имитационные модели могут быть автоматическими (не требующими вмешательства исследователя после определения режима моделирования и задания исходных данных), и интерактивными (предусматривающими диалог с пользователем в том или ином режиме в соответствии со сценарием моделирования). Отметим, что моделирование сложных систем, относящихся, как уже отмечалось, к классу эргатических систем, как правило, требует применения диалоговых моделей.

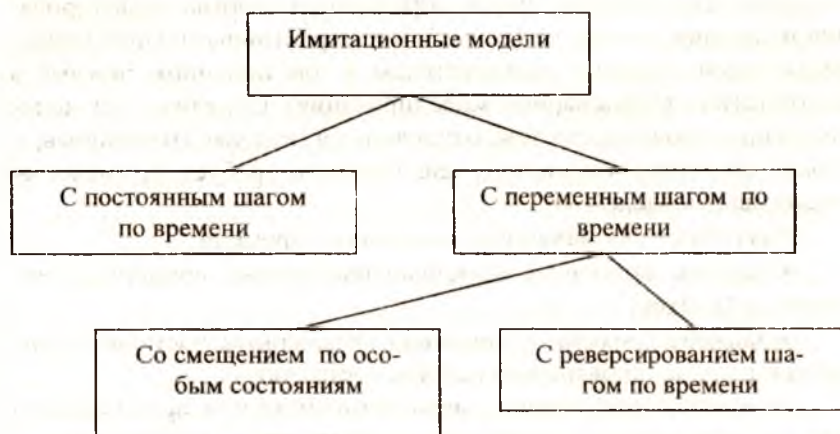
Различают два механизма системного времени:

- задание времени с помощью постоянных временных интервалов (шагов);
- задание времени с помощью переменных временных интервалов (моделирование по особым состояниям).

При реализации первого механизма системное время сдвигается на один и тот же интервал (шаг моделирования) независимо от того, какие события должны наступать в системе. При этом наступление всех событий, имевших место на очередном шаге, относят к его окончанию.

При моделировании по особым состояниям системное время каждый раз изменяется на величину, соответствующую интервалу времени до планируемого момента наступления следующего события, т.е. события обрабатываются поочередно - каждое "в свое время". Если в реальной системе какие-либо события наступают одновременно, это фиксируется в модели. Для реализации этого механизма требуется специальная процедура, в которой отслеживаются времена наступления всех событий и из них выделяется ближайшее по времени. Такую процедуру называют календарем событий.

Существует не столь распространенная разновидность механизма моделирования по особым состояниям, предусматривающая возможность изменения порядка обработки событий, так называемый механизм моделирования с реверсированием (обращением) шага по времени. Согласно этому механизму все события в системе разбиваются на два класса: фазовые и простые. К первым относят события, порядок моделирования которых нельзя изменять во избежание нарушения причинно-следственных связей в моделируемой системе. Остальные события относят к простым. Таким образом, сначала моделируют очередное фазовое событие, а затем все простые события до этого фазового, причем в произвольном порядке.



**Рис. 1.** Механизмы управления системным временем

На рис. 1. приведены перечисленные способы управления

системным временем.

Очевидно, что механизм системного времени с постоянным шагом легко реализуем: достаточно менять временную координату на фиксированный шаг и проверять, какие события уже наступили.

Метод фиксированного шага целесообразно применять в следующих случаях:

- события в системе появляются регулярно;
- число событий велико;
- все события являются для исследователя существенными (или заранее неизвестно, какие из них существенны).

Как уже отмечалось, механизм с переменным шагом по времени требует наличия специального программного средства, способного определять интервал временного сдвига до очередного особого состояния, что осложняет его реализацию.

Вопрос о том, каким же механизмом системного времени воспользоваться, решается путем анализа достоинств и недостатков каждого применительно к конкретной модели и требует от разработчика высокой квалификации. В некоторых моделях используют комбинированные механизмы системного времени в целях исключения перечисленных недостатков.

Важнейшим классификационным признаком имитационных моделей является схема формализации моделируемой системы (способ организации квазипараллелизма).

Наибольшее распространение получили пять способов:

- просмотр активностей;
- составление расписания событий;
- управление обслуживанием транзактов;
- управление агрегатами;
- синхронизация процессов.

Характеристика этих способов требует введения ряда понятий. Основными составными частями модели ЭИС являются объекты, которые представляют компоненты реальной системы. Для задания свойств объектов используются атрибуты (параметры). Совокупность объектов с одним и тем же набором атрибутов называют классом объектов. Все объекты подразделяют на активные (представляющие в модели те объекты реальной системы; которые способны функционировать самостоятельно и выпол-



ять некоторые действия над другими объектами) и пассивные (представляющие реальные объекты, самостоятельно в рамках данной модели не функционирующие).

Работа (активность) представляется в модели набором, операций, выполняемых в течение некоторого времени и приводящих к изменению состояний объектов системы. В рамках конкретной модели любая работа рассматривается как единый дискретный шаг (возможно, состоящий из других работ). Каждая работа характеризуется временем выполнения и потребляемыми ресурсами.

Событие представляет собой мгновенное изменение состояния некоторого объекта системы (т. е. изменение значения его атрибутов). Окончание любой активности в системе является событием, так как приводит к изменению состояния объекта (объектов), а также может служить инициатором другой работы в системе.

Под процессом понимают логически связанный набор активностей, относящихся к одному объекту. Выполнение таких активностей называют фазой процесса. Различие между понятиями "активность" и "процесс" полностью определяется степенью детализации модели. Например, смена позиций мобильным объектом в одних моделях может рассматриваться, как сложный процесс, а в других - как работа по изменению за некоторое время номера позиции. Процессы, включающие одни и те же типы работ и событий относят к одному классу. Таким образом, моделируемую систему можно представить соответствующим числом классов процессов. Между двумя последовательными фазами (работами) некоторого процесса может иметь место любое число фаз других процессов, а их чередование в модели, собственно, и выражает суть квазипараллелизма.

В ряде случаев ФД компонент (объектов) реальной системы одинаковы, а общее их число ограничено. Каждое ФД можно описать простейшими работами, которые приводят лишь к изменению значений временных - координат компонент системы. Взаимодействие такого рода активностей аналогично функционированию системы массового обслуживания. Однотипные активности объединяются и называются приборами массового обслуживания. Инициаторами появления событий в такой модели становятся заявки (транзакты) на обслуживание.

В некоторых реальных системах ФД отдельных компонент тесно взаимодействуют друг с другом. Компоненты обмениваются между собой сигналами, причем выходной сигнал одной компоненты может поступать на вход другой, а сами ФД можно в явном виде описать математическими зависимостями. Если появление выходного сигнала таким образом определяется соответствующим набором "входов", можно реализовать так называемый модульный принцип построения модели. Каждый из модулей строится по стандартной (унифицированной, типовой) структуре и называется агрегатом. С помощью агрегатов (на базе одной из типовых математических схем описания объектов) можно решать весьма широкий круг задач.

Вернемся к характеристике способов организации квазипараллелизма.

Способ просмотра активностей применяется при следующих условиях:

- все ФД компонент реальной системы различны, причем для выполнения каждого из них требуется выполнение некоторых (своих) условий;
- условия выполнимости известны исследователю заранее и могут быть заданы алгоритмически;
- в результате ФД в системе наступают различные события;
- связи между ФД отсутствуют и они осуществляются независимо друг от друга.

В этом случае имитационная модель состоит из двух частей:

- множества активностей (работ);
- набора процедур проверки выполнимости условий инициализации активностей, т. е. возможности передачи управления на реализацию алгоритма этой активности.

Проверка выполнимости условия инициализации работы основана либо на анализе значений параметров и/или переменных модели, либо вычислении моментов времени, когда должно осуществляться данное ФД.

После выполнения каждой активности производится модификация системного времени для данного компонента и управление передается в специальный управляющий модуль, что и составляет суть имитации для этого способа организации квазипараллелизма.

Составление расписания событий применяется в тех случаях, когда реальные процессы характеризуются рядом достаточно строгих ограничений:

- различные компоненты выполняют одни и те же ФД;
- начало выполнения этих ФД определяется одними и теми же условиями, причем они известны исследователю и заданы алгоритмически;
- в результате ФД происходят одинаковые события не зависимо друг от друга;
- связи между ФД отсутствуют, а каждое ФД выполняется независимо

В таких условиях имитационная модель по сути состоит из двух процедур:

- проверки выполнимости событий;
- обслуживания (обработки) событий.

Выполнение этих процедур синхронизируется в модельном времени так называемым списковым механизмом планирования. Процедура проверки выполнимости событий схожа с ранее рассмотренными для просмотра активностей (напомним, что окончание любой работы является событием и может инициализировать другую активность) с учетом того, что при выполнении условия происходит не инициализация работы, а обслуживание (розыгрыш) события с последующим изменением системного времени для данного компонента. Корректировка системного времени осуществляется календарем событий, о котором более подробно будет сказано ниже.

Условия применимости транзактного способа организации квазипараллелизма были приведены при определении понятия "транзакт". Связь между приборами массового обслуживания устанавливается с помощью системы очередей, выбранных способов генерации, обслуживания и извлечения транзактов. Так организуется появление транзактов, управление их движением, нахождение в очереди, задержки в обслуживании, уход транзакта из системы и т.п. Событием в такой имитационной модели является момент инициализации любого транзакта. Типовыми структурными элементами модели являются источники транзактов; их поглотители; блоки, имитирующие обслуживание заявок; управляющий модуль. Имитация функционирования реальной системы

производится путем выявления очередной (ближайшей по времени) заявки, ее обслуживания, обработки итогов обслуживания (появления нового транзакта; поглощения заявки; изменения возможного времени поступления следующего транзакта и т. п.), изменения системного времени до момента наступления следующего события.

В случае построения имитационной модели с агрегатным способом организации квазипараллелизма особое внимание следует уделять оператору перехода системы из одного состояния в другое. Имитация производится за счет передачи управления от агрегата к агрегату при выполнении определенных условий, формирования различных сигналов и их доставки адресату, отработки внешних сигналов, изменения состояния агрегата и т. п. При этом в управляющем модуле осуществляется временная синхронизация состояний всех агрегатов. Отметим, что выделение такого способа реализации квазипараллелизма является достаточно условным, так как квазипараллельная работа агрегатов системы может быть организована другими способами-активностями, планированием событий, взаимодействием транзактов, процессами. Иными словами, агрегатный способ прежде всего ориентирован на использование типовых математических схем (типовых агрегатов) для описания компонент системы и организации их взаимодействия одним из перечисленных способов.

Процессный способ организации квазипараллелизма применяется в следующих случаях:

- все ФД компонент реальной системы различны;
- условия инициализации ФД также различны;
- в любой момент времени в данной компоненте может выполняться только одно ФД;
- последовательность ФД в каждом компоненте определена.

Принято считать, что процессный подход объединяет лучшие черты других способов: краткость описания активностей и эффективность событийного представления имитации. Процессным способом можно организовать имитацию ЭИС любой сложности, но такой способ особенно эффективен в тех случаях, когда требуется высокий уровень детализации выполнения ФД, а сама имитационная модель используется для поиска "узких" мест в работе системы. При таком подходе особо важно соблюдение

сходства структуры модели и объекта исследования. Имитационная модель представляет собой набор описаний процессов, каждое из которых посвящено одному классу процессов, а также информационных и управляющих связей между компонентами модели. Каждой компоненте объекта моделирования соответствует свой процесс. Переход от выполнения одной активности к другой активности того же процесс а считают изменением его состояния и называют активизацией процесса. Проверка выполнимости условий активизации процесса и появление событий осуществляется самим процессом. Процессный способ широко применяется в задачах моделирования проектируемых систем. Он позволяет реализовать многоуровневый модульный подход к моделированию, предусматривающий внесение в модель частичных изменений по результатам исследований, причем значение этого обстоятельства возрастает по мере роста размеров модели.



**Рис. 2** Классификация имитационных моделей по способу организации квазипараллелизма

На рис.2 представлена классификация способов организации квазипараллелизма. Отметим, что в настоящее время для реализации всех перечисленных схем формализации моделируемой системы созданы специализированные программные средства, ориентированные на данный способ организации квазипараллелизма, что, с одной стороны, облегчает программную реализацию модели, а с другой стороны, повышает ответственность исследователя за правильность выбора соответствующей схемы.

## ГЛАВА 2 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ.

### 2.1 Интеллектуальные системы

В естествознании первой половины нашего века ведущим направлением была физика. Начиная с 50-х годов, наряду с физикой, химией и биологией все возрастающее значение и влияние на развитие науки и всего уклада нашей жизни начала оказывать кибернетика. Кибернетика становится важнейшим фактором научно-технической революции на высших этапах ее развития.

Кибернетика возникла на стыке многих областей знания математики, логики, семиотики, биологии и социологии.

Обобщающий характер кибернетических идей и методов сближает науку об управлении, каковой является кибернетика, с философией.

Задача обоснования исходных понятий кибернетики, особенно таких, как информация, управление, обратная связь и др. требуют выхода в более широкую, философскую область знаний, где рассматриваются атрибуты материи общие свойства движения, закономерности познания.

Сама кибернетика как наука об управлении многое дает современному философскому мышлению. Она позволяет более глубоко раскрыть механизм самоорганизации материи, обогащает содержание категории связей, причинности, позволяет более детально изучить диалектику необходимости и случайности, возможности и действительности. Открываются пути для разработки "кибернетической" гносеологии, которая не подменяет диалектический материализм теорией познания, но позволяет уточнить, детализировать и углубить в свете науки об управлении ряд существенно важных проблем.

Возникнув в результате развития и взаимного стимулирования ряда, в недалеком прошлом слабо связанных между собой дисциплин технического, биологического и социального профиля кибернетика проникла во многие сферы жизни. Столь необычная "биография" кибернетики объясняется целым рядом причин, среди которых надо выделить две.

Во первых, кибернетика имеет необычайный, синтетический характер. В связи с этим до сих пор существуют различия в трактовке некоторых ее проблем и понятий.

Во вторых, основополагающие идеи кибернетики пришли в нашу страну с Запада, где они с самого начала оказались под влиянием идеализма и метафизики, а иногда и идеологии. То же самое, или почти то же самое происходило и у нас. Таким образом становится очевидным необходимость разработки философских основ кибернетики, освещение ее основных положений с позиции философского познания.

Осмысление кибернетических понятий с позиции философии будет способствовать более успешному осуществлению теоретических и практических работ в этой области, создаст лучшие условия для эффективной работы и научного поиска в этой области познания.

Кибернетика как перспективная область научного познания привлекает к себе все большее внимание философов. Положения и выводы кибернетики включаются в их области знания, которые в значительной степени определяют развитие современной теории познания. Как справедливо отмечают отечественные исследователи, кибернетика, достижения которой имеет громадное значение для исследования познавательного процесса, по своей сущности и содержанию должна входить в теорию познания.

Исследование методологического и гносеологического аспектов кибернетики способствует решению многих философских проблем. В их числе - проблемы диалектического понимания простого и сложного, количества и качества, необходимости и случайности, возможности и действительности, прерывности и непрерывности, части и целого. Для развития самих математики и кибернетики важное значение имеет применение к материалу этих наук ряда фундаментальных философских принципов и понятий, применение, обязательно учитывающее специфику соот-

ветствующих областей научного знания. Среди этих принципов и понятий следует особо выделить положение отражения, принцип материального единства мира конкретного и абстрактного, количества и качества, нормального и содержательного подхода к познанию и др.

Философская мысль уже много сделала в анализе аспектов и теоретико-познавательной роли кибернетики. Было показано, сколь многообещающим в философском плане является рассмотрение в свете кибернетики таких вопросов и понятий, как природа информации, цель и целенаправленность, соотношение детерминизма и теологии; соотношение дискретного и непрерывного, детерминистского и вероятностного подхода к науке.

Нужно сказать и о большом значении кибернетики для построения научной картины мира. Собственно предмет кибернетика - процессы, протекающие в системах управления, общие закономерности таких процессов.

Явления, которые отображаются в таких фундаментальных понятиях кибернетики, как информация и управление, имеют место в органической природе и общественной жизни. Таким образом, кибернетику можно определить как науку об управлении и связи с живой природой в обществе и технике.

Один из важнейших вопросов, вокруг которого идут философские дискуссии - это вопрос о том, что такое информация, какова ее природа? Для характеристики природы информационных процессов необходимо кратко рассмотреть естественную основу всякой информации, а таковой естественной основой информации является присущее материи объективное свойство отражения.

Положение о неразрывной связи информации и отражения стало одним из важнейших в изучении информации и информационных процессов и признается абсолютным большинством отечественных философов.

Информация в живой природе в отличие от неживой играет активную роль, так как участвует в управлении всеми жизненными процессами.

Материалистическая теория отражения видит решение новых проблем науки и, в частности, такой кардинальной проблем естество-знания как переход от неорганической материи к органической, в использовании методологической основы диалектиче-



ского материализма. Проблема заключается в том, что существует материя, способная ощущать, и материя, созданная из тех же атомов и в тоже время не обладающая этой способностью. Вопрос, таким образом, поставлен вполне конкретно и, тем самым, толкает проблему к решению. Кибернетика вплотную занялась исследованием механизмов саморегуляции и самоуправления. Вместе с тем, оставаясь методически ограниченными, эти достижения оставили открытыми ряд проблем, к рассмотрению которых привела внутренняя ломка кибернетики.

Сознание является не столько продуктом общественной жизни человека, общественного труда предыдущих поколений людей. Оно является существенно и частью деятельности человека, посредством которой создается человеческая природа и не может быть принята вне этой природы.

Если в машинах и вообще в неорганической природе отражение есть пассивный, мертвый физико-химический, механический акт без обобщения и проникновения в сущность обобщаемого явления, то отражение в форме сознания есть, по мнению Ф. Энгельса "познание высокоорганизованной материей самой себе, проникновение в сущность, закон развития природы, предметов и явлений объективного мира".

В машине же отражение не осознанно, так как оно осуществляется без образования идеальных образов и понятий, а происходит в виде электрических импульсов, сигналов и т.п.

Поскольку машина не мыслит, эта не есть та форма отражения, которая имеет место в процессе познания человеком окружающего мира. Закономерности процесса отражения в машине определяются, прежде всего закономерностями отражения действительности в сознании человека, так как машину создает человек в целях более точного отражения действительности, и не машина сама по себе отражает действительность, а человек отражается с помощью машины. Поэтому отражение действительности машиной является составным элементом отражения действительности человеком. Появление кибернетических устройств приводит к возникновению не новой формы отражения, а нового звена, опосредующего, отражение природы человеком.

Общность мышления ее способностью отражения служит объективной основой моделирования процессов мышления. Мыш-

ние связано, с созданием, передачей и преобразованием информации, а эти процессы могут происходить не только в мозгу, а и в других системах, например ЭВМ. Кибернетика, устанавливая родство между отражением, ощущением и даже мышлением, делает определенный шаг вперед в решении, поставленной проблемы. Это родство между мышлением и другими свойствами материи вытекает из двух фундаментальных принципов материалистической диалектики принципа материального единства мира и принципа развития. Однако нельзя ни абсолютизировать, ни отрицать это родство. Мышление — человеческое качества и отличается от кибернетического.

Несмотря на качественное различие машины и мозга в их функциях есть общие закономерности (в области связи, управления и контроля), которые и изучает кибернетика. Но эта аналогия между деятельностью автоматической и нервной системы, даже в плане переработки информации, относительно условна и ее нельзя абсолютизировать. И в этой связи следует отметить, что, для некоторых из исследований по кибернетике, особенно тех, которые выполнены в начальный период ее развития, были характерны механистические и метафизические тенденции, хотя по, внешнему виду они проявлялись, казалось, диаметрально, противоположно. Имело место непринятие во внимание качественных различий между неживой материей и мыслящим мозгом, стиралась всякая грань между узнающим субъектом и объектом материального мира. Коль скоро современные ЭВМ универсальны и способны выполнять целый ряд логических функций, то утверждалось, что нет никаких оснований не признавать эту деятельность интеллектуальной. Допускалось создание искусственного интеллекта или машины, которая будет «умнее» своего создателя. Были поставлены другие вопросы, связанные с возможностью такой машины. Сможет ли машина полностью, во, всех отношениях заменить человека? Существуют ли вообще какие либо, пределы развития кибернетических устройств? Конечно, эти вопросы не утратили актуальность. Было, бы преждевременно, списывать их в архив нестрогих поставленных вопросов, ибо, через них проходит линия конфликта между различными философскими школами, материализмом и идеализмом, по поводу основного вопроса философии.

Иначе говоря, речь идет об *одном* из аспектов современной исторической формы основного вопроса: о сущности человеческого сознания и его отношения к функционированию кибернетических устройств.

В настоящее время происходит обсуждение вопроса о перспективах развития кибернетических машин и их взаимоотношений с человеческим разумом.

Чтобы создать машину, функционирующую *как* мозг, необходимо создать вещество, обладающее свойствами или подобное высокоорганизованной белковой материи, каковое образует мозг. Действительно, такая машина будет функционировать "как мозг", но именно, функционировать, а не мыслить. Чтобы мыслить материя должна существовать не только в экономической, но и в социальной форме. А замена неорганического содержимого органическим этого не дает, более того, в результате подобной замены будет утрачено одно из основных преимуществ электронной машины — быстрое действие.

Рассматривая возможность создания искусственным путем, на основе моделирования, мыслящего существа необходимо остановиться на двух аспектах этой проблемы.

Во *первых*, кибернетика моделирует не все функции мозга, а только те, которые связаны с получением, обработкой и выдачей информации, т.е. функции, которые поддаются логической обработке. Все же другие, бесконечно разнообразные функции человеческого мозга остаются вне поля зрения кибернетики.

Во *вторых*, с точки зрения теории моделирования вообще не имеет смысла говорить о полном тождестве модели и оригинала.

Отождествление человеческого и "машинного" разума происходит тогда, когда субъект мышления подменяется какой-либо материальной системой, способной отражать. Единственным же субъектом мышления является человек, вооруженный всеми средствами, которыми он располагает на данном уровне своего развития. В эти средства входят и кибернетические машины, в которых материализованы результаты человеческого труда. И, как всякое орудие производства, кибернетика продолжает и усиливает возможности человеческого мозга. Человек будет передавать машине лишь некоторые функции, выполняемые им в процессе мышления. Само мышление как духовное производство,

создание научных понятий, теорий, идей, в которых отражаются закономерности объективного мира, останется за человеком.

До сих пор диалектико-материалистическое понимание мышления опиралось главным образом на обобщенные данные психологии, физиологии и языкознания. Данные кибернетики позволяют поставить вопрос о более конкретном понимании мышления.

Кибернетика не ставит целью «замену» человека или «подмену» его мышления. Оно лишь дает новые аргументы в пользу диалектико-материалистического представления о машине-помощнице человека.

Кибернетика приводит к материалистическому выводу о том, что при решении вопроса о принципиальных и реальных вопросах машинного моделирования процессов мышления следует, прежде всего, учитывать социальную обусловленность мышления, сознания, психической жизни человека.

Моделирование как метод исследования характеризуется опосредованным практическим или теоретическим исследованием объекта. При этом изучается не объект, а вспомогательная искусственная или естественная система, находящаяся в объективном соответствии с исследуемым объектом, способная замещать его в определенном отношении и дающая при ее исследовании информацию о самом моделируемом объекте

С гносеологической точки зрения суть моделирования заключается в опосредованном познании интересующего нас объекта, т.е. по модели мы судим о некоторых свойствах оригинала. С помощью моделирования познаются новые явления на основе уже изученных.

Кибернетический подход означает моделирование процессов интеллектуальной деятельности человека с одной определенной стороны, а именно на уровне элементарных процессов переработки информации.

Природа мышления, загадка сознания, тайна разума, все это, безусловно, одна из наиболее волнующих человека проблем. Популярность кибернетики, неослабевающий интерес к ней со стороны самых широких кругов во многом объясняется именно ее тесной связью с этой "вечной" проблемой. С того самого момента, как человек стал задумываться над проблемой мышления,

в подходе к ней существуют два основных диаметрально противоположных направления: материализм и идеализм. Идеализм исходит из признания мышления некой особой сущностью, в корне отличной от материи, от всего того, с чем мы имеем дело во внешнем мире. Материализм, напротив, утверждает, что тот вещественный, чувственно воспринимаемый нами мир, к которому принадлежим мы сами, есть единственный действительный мир и наше сознание и мышление, как бы ни казалось оно сверхчувствительным, являются продуктом вещественного, телесного органа мозга.

Этот основной тезис материализма в трактовке мышления получает со стороны кибернетики новое (и в определенном смысле решающее) доказательство. Суть дела заключается в следующем. Естествознание с момента своего возникновения доставляло непрерывно возрастающую аргументацию в пользу материалистической концепции мышления. Данные физиологии, эволюционной биологии, психологии с самых разнообразных сторон обосновывали тезис материализма. Но все эти данные имеют дело с одним объектом-мозгом, с присущей ему способностью мышления, что уже есть в готовом, данном природой виде.

Здесь всегда остается "лазейка" для идеалистического сомнения в тезисе о том, что мозг орган мышления.

С наибольшей четкостью эту точку зрения попытался обосновать американский психолог философ-прагматист У. Джемс в конце прошлого века. Джемс не оспаривает ни одного утверждения физиологии, устанавливающему связь между процессами, которые мы субъективно осознаем как мышление, и материальными процессами, происходящими при этом в мозгу. Но (и в этом смысл аргументов Джемса) с логической точки зрения эта связь не означает то, что мозг есть орган мысли; любые данные физиологии доказывают лишь наличие соответствия и не более того на основе уже достигнутого можно утверждать, что целый ряд функций мышления, ранее считавшихся исключительным достоянием живого мозга, искусственно воспроизводится кибернетическими устройствами. В этом заключается огромной важности философский результат кибернетики, констатировать который можно уже сегодня.

Итак, конкретно-научное обоснование материалистической

концепции мышления, практическое доказательство того, что мышление есть функция высокоорганизованной материальной системы важнейшее философское завоевание кибернетики. Но кибернетика идет дальше и ставит вопрос, вместе с которым мы попадаем в пучину споров, вопрос о возможности «искусственного интеллекта», «машинного мышления», «кибернетического разума» и т.д. Здесь обнаруживается полный спектр взглядов, начиная от «крайне оптимистических» до «крайне пессимистических» на возможность возникновения мыслящих машин. Аргументация в пользу пессимистического взгляда обычно двоякая: либо авторы исходят из особой субстанционной природы, либо из особой качественной его специфичности. Правда не совсем ясно, чем отличается первое от второго.

Представляется наиболее разумной позиция, которую можно назвать «умеренно оптимистической»: не сегодня нет непреодолимых, принципиальных преград на пути создания искусственных устройств, обладающих интеллектом. Но на этом пути стоят огромные трудности, отнюдь не уменьшающиеся с бурным развитием кибернетики (например машинный перевод), хотя лет 10 назад большинство специалистов рисовали самые радужные перспективы на самое ближайшее будущее; но задача оказалась на много сложнее, чем это показалось вначале.

Кроме того, нет оснований считать, что непреодолимые препятствия не появятся в будущем.

Имеющееся у нас знание включает в себя как совокупность научных теорий и эмпирических сведений, так и общепhilософские принципы. Из имеющихся научных теорий и эмпирических данных «крайне пессимистический» вывод не следует. Аргументы против возможности искусственного интеллекта, основанные на имеющихся научных теориях и эмпирических данных, могут быть названы «конкретными» аргументами. Обычно они состоят в указании на какие-нибудь определенные действия мышления, которые невозможно выполнить никакое кибернетическое устройство. Однако все такие аргументы были опровергнуты в ходе развития кибернетики. Более того, существует теорема МакКаллока Питса, сводящая вопрос о выполнении любой функции головного мозга к вопросу о познаваемости этой функции. Не становясь на позиции агностицизма трудно быть приверженцем

«конкретных» аргументов.

Идея искусственного интеллекта часто объявляется механистической на том основании, что работа ЭВМ управляется законами электродинамики, и, значит, здесь происходит сведение высшего (мышления) к низшему (физическим процессам в ЭВМ). Однако исходная посылка неверна.

Работа ЭВМ отнюдь не управляется законами электродинамики. Этими законами управляется работа отдельных элементов машины. По физическим законам, ЭВМ работает только в том смысле, что она, скажем, преобразует электрическую энергию в тепло. Ведь сущность работы состоит не в этом преобразовании, а в том, что она производит определенные арифметико-логические операции. Машина имеет дело с информацией и работает по законам преобразования информации, т.е. по законам кибернетики. Поэтому, если рассматривать эти процессы с позиции механизма, неизбежно оказываешься на позициях механицизма, т.к. происходит сведение более сложных процессов переработки информации к более простым. Это то же самое, что сказать, будто работа мозга сводится к биохимическим и биофизическим процессам. На самом деле эти процессы происходят на уровне нервных клеток, а на уровне процессов переработки информации действуют другие законы, закономерности которых отнюдь не эквивалентны.

С этой точки зрения и работу ЭВМ надо рассматривать как работу системы по переработке информации. Тезису искусственного интеллекта приписывается также и отрицание идеального характера сознания и обвинение в вульгарном материализме.

Теперь возьмем множество нашего мозга в процессе функционирования. Мозг отражает внешний мир, что значит, что между множеством состояний элементов мозга и множеством состояний процессов имеется соответствие, т.е. мозг имеет информацию о внешних процессах. Эта информация заключена и не заключена в мозгу, т.к. сколько бы мы ни исследовали мозг кроме электрических, химических и др. характеристик нейронов мы там ничего не обнаружим. Необходимо рассмотреть связь мозга с внешним миром. Именно в этом и заключена информация, носителем которой и являются нейроны.

Информация, с которой работает мозг и есть та идеальная сто-

рона в его работе, и таким образом идеальное не существует в виде особого предмета или субстанции. Оно существует как сторона деятельности мозга, заключающейся в установлении связей между множеством состояний внешнего мира и головного мозга. Идеальная информация человеческого мозга имеет в принципе тот же характер, что и относительная информация вообще.

На известной ступени исторического развития материи произошел качественный скачок, в результате которого информация, превратившись в достояние мозга, приобрела характер идеальной информации. Если мы признаем у кибернетических систем возможность достижения сложности, сравнимой со сложностью мозга, то необходимо признать у таких систем существование у них черт, которые мы называем идеальными.

Ряд авторов объявляет тезис искусственного противоречащим тезису о социальной природе сознания и мышления. Но здесь скрывается ошибка отсутствие различия между естественно историческим зарождением мышления и сознательным воспроизведением его человеком в универсальной ЭВМ. Во втором случае машина не становится социальным существом, но человек, поняв сущность мышления, воссоздает его в машине. Если социальная природа мышления закономерна и познаваема, то она может быть в принципе искусственно воспроизведена.

Человек, кроме того есть не только природное существо, его основные характеристики продукт социального, а не чисто биологического развития. Это означает, что мышление человека не может развиваться в изоляции, для этого необходимо, чтобы человек был включен в общество.

Во-первых, для возникновения мышления необходимо наличие языка, что возможно лишь в обществе. Во-вторых, с кибернетической точки зрения «разумность» машины определяется количеством перерабатываемой информации, поэтому даже мощная система, попавшая в информационно-бедную среду, не может стать достаточно «разумной», Яркий пример - дети, выросшие вне общества, например в лесу. Для человека необходимым условием его развития было функционирование в обществе, т.к. общество по своим информационным параметрам является чрезвычайно богатой средой.

Все это дает возможность понять, что тезис об общественной



природе мышления никак не противоречит тезису об искусственном интеллекте. Кибернетическая система, имеющая достаточную мощность, для полного использования своих возможностей должна быть помещена в информационно-богатую среду, образовав вместе с создателями некий симбиоз, называемый «интегральным Интеллектом». Принцип невозможности кибернетического интеллекта жестко привязывает определенный род функционирования к строго определенному субстрату (мозгу). Это ставит философскую проблему соотношения функции и субстрата.

Философский анализ тенденций современного научного знания делает маловероятным (но не исключает) вывод о жесткой привязанности мышления к мозгу. Именно из-за этого «крайний пессимист» отрицает возможность наличия интеллекта у кибернетического устройства.

Он безоговорочно связывает мышление с одним, строго определенным субстратом человеческим мозгом, и не приемлет попытки определения мышления без связи со структурой мыслящей системы. По его мнению, это есть сведение мышления только к информационной стороне, в то время как мышлением называют возникшую у биологических существ способность. Таким образом, мышление можно назвать только то; то осуществляется только мозгом человека, но это не является приемлемым решением проблемы.

Разумеется, мышление есть функция высокоорганизованной материи и определено структурой системы. Но с гносеологической точки зрения знание функции выводится из знания структуры, а знание структуры является выходом из все более полного изучения способов функционирования.

Если представить себе множество различных систем, осуществляющих функцию мышления, то именно выявление инвариантного аспекта этих систем и будет раскрытием той структуры, которая лежит в процессе мышления. Конечно может оказаться, что эта структура жестко связана со строго определенным субстратом, но этот тезис должен являться результатом научного исследования, а не исходной предпосылкой.

Вопрос о жесткой связи мышления со строго определенным субстратом связан с вопросом о роли субстратных методов вооб-

ще. Не подлежит сомнению ведущая роль в современном естествознании функционально-структурных методов. Пока наука имела дело с непосредственно ощущаемыми объектами, она могла исходить из субстратной точки зрения. Суть ее заключается в том, что объект обладает набором характеристик, выражающим его природу, свойства того материала, из которого он сделан. Зная эти характеристики можно изучить поведение объекта.

Материал, субстрат первичен; движение, поведение вторично. Эта точка зрения образует содержание так называемого мифического субстанционализма.

Диалектико-материалистическая концепция мышления понимает последнее как свойство особым образом высокоорганизованной материи. В ней не содержится никаких ограничений в отношении специфических характеристик и открывает необозримые перспективы на пути исследования этих характеристик. Кибернетика достигает на этом пути некоторых результатов.

Стремительное увеличение потока перерабатываемой информации там, где раньше ее почти не было (торговля, банковское дело), также приведет к значительным изменениям в методах работы и потребует автоматизации, а возможно и интеллектуализации.

Под интеллектом будем понимать способность любого организма (или устройства) достигать некоторой измеримой степени успеха при поиске одной из многих возможных целей в обширном многообразии сред. Будем отличать знания от интеллекта, имея в виду, что знание полезная информация, накопленная индивидуумом, а интеллект - это его способность предсказывать состояние внешней среды в сочетании с умением преобразовывать каждое предсказание в подходящую реакцию, ведущую к заданной цели. По-разному дается и определение искусственного интеллекта. Полагают, что о реализации искусственного интеллекта можно будет говорить лишь тогда, когда автомат начнет решать задачи, непосильные для человека, причем сделает это не в результате высокого быстродействия, а в результате применения нового метода. Однако не все с этим согласны. В большинстве случаев на нынешнем начальном этапе исследований по искусственному интеллекту лишь соизмеримыми с результатами, полученными человеком, и не столь оригинальными.

Принято различать три основные пути моделирования интеллекта и мышления: - классический, или (как его теперь называют) бионический; - эвристического программирования; - эволюционного моделирования. Рассмотрим их в этой последовательности.

### **2.1.1 Бионическое моделирование**

Непосредственное моделирование человеческого мозга (т.е. моделирование каждой нервной клетки и связей между ними) с целью создания автоматов, обладающих интеллектом, чрезвычайно сложно. Мозг представляет, собой самую сложную и лишь частично изученную структуру. Сложнейшее переплетение связей коры головного мозга практически не поддаются расшифровке. Известно лишь примерное расположение зон мозга, отвечающих за ту или иную функцию. В настоящее время не известен и принцип работы мозговых элементов нейронов, многочисленные связи которых имеют внешне хаотический характер. Попытки смоделировать работу головного мозга соединением между собой множества процессоров подобно нейронной сети, показали, что некоторое увеличение скорости и потока обрабатываемой информации идет лишь до уровня одного двух десятков процессоров, а затем начинается резкий спад производительности. Процессоры как бы «теряются», перестают контролировать ситуацию или проводят большую часть времени в ожидании соседа. Некоторых успехов удаюсь добиться, лишь в приборах, работающих в «двумерном варианте», т.е. обрабатывающих не последовательную, а параллельную информацию, например в системах распознавания образов. В них одна плоскость данных одновременно взаимодействует с другой, причем количество единиц информации может достигать нескольких миллионов. Таким образом, происходит единовременный охват изучаемого объекта, а не последовательное изучение его частей.

### **2.1.2 Эвристическое программирование**

Второй подход к решению задачи искусственного интеллекта связан с эвристическим программированием и решает задачи, которые в общем можно назвать творческими.

Практичность этого метода заключается в радикальном

уменьшении вариантов, необходимых при использовании метода проб и ошибок. Правда, всегда существует вероятность упустить наилучшее решение, так что говорят, что этот метод предлагает решения с некоторой вероятностью правильности.

Обычно используют два метода: метод анализа целей и средств и метод планирования. Первый заключается в выборе и осуществлении таких операций, которые последовательно уменьшают разницу между исходным и конечным состоянием задачи. Во втором методе вырабатывается упрощенная формулировка исходной задачи, которая также решается методом анализа целей и средств

### **2.1.3 Эволюционное моделирование**

Третий подход является попыткой смоделировать не то, что есть, а то что могло бы быть, если бы эволюционный процесс направлялся в нужном направлении и оценивался предложенными критериями.

Идея эволюционного моделирования сводится к экспериментальной попытке заменить процесс моделирования человеческого интеллекта моделированием процесса его эволюции. При моделировании эволюции предполагается, что разумное поведение предусматривает сочетание способности предсказывать состояние внешней среды с умением подобрать реакцию на каждое предсказание, которое наиболее эффективно ведет к цели.

Этот метод открывает путь к автоматизации интеллекта и освобождению от рутинной работы. Это высвобождает время для проблемы выбора целей и выявления параметров среды, которые заслуживают исследования. Такой принцип может быть применен для использования в диагностике, управлении неизвестными объектами, в игровых ситуациях.

Итак, существуют три пути моделирования интеллекта: биологический, эвристический и эволюционный. В зависимости от использованных средств можно выделить три фазы в исследованиях. Первая фаза - создания устройств, выполняющих большое число логических операций с высоким быстродействием.

вторая – фаза включает разработку проблемно - ориентированных языков для использованного на оборудовании, созданном в первой фазе. Третья фаза наиболее выражена в эволюционном

моделировании. В ходе развития этой фазы отпадает необходимость в точной формулировке постановки задачи, т.е. задачу можно сформулировать в терминах цели и допустимых затрат, а метод решения будет найден самостоятельно по этим двум параметрам.

Работы по искусственному интеллекту, во многом тесно связаны с философской проблемой кибернетического моделирования. Эти работы часто связывают с построением точной копии человеческого мозга. Однако такой подход можно назвать «некибернетическим». Каковы же черты кибернетического метода мышления, какие вопросы вносит кибернетика в человеческое познание? В своей «Истории западной философии» Б. Рассел ставит вопрос о факторах, позволивших европейцам создать тип культуры, в котором ведущее место заняла наука. Причину этого Рассел усматривает, как он выражается, в двух великих интеллектуальных изобретениях: изобретение дедуктивного метода древними греками (Эвклид) и изобретение экспериментального метода в эпоху возрождения (Галилей).

Именно эти два интеллектуальных изобретения дедуктивный метод (а тем самым математика) и эксперимент позволили создать классическую науку. К этим двум основным интеллектуальным орудиям современное развитие познания добавляет третье - математическую модель и математическое моделирование. Соединение дедуктивных построений математики с данными, добытыми экспериментальным методом, создает естествознание, в центре которого стоит понятие научного закона.

Совокупность законов это основное содержание естествознания; их установление его основная задача.

Закон претендует на точное (в рамках данного уровня познания) описание хода явлений. Закон либо верен, либо неверен, бессмысленно говорить о хороших и плохих законах. Модель в этом отношении противоположна закону. Модель может быть плохой или хорошей, она не претендует на точное воспроизведение сложной системы, а ограничивается описанием отдельных аспектов, причем для одного и того же аспекта могут быть предложены модели, одновременно имеющие право на существование.

В изучении сложных систем (в т.ч. диффузных нельзя выде-

лить отдельные части без повреждения системы) формулировка относительно простых законов оказывается невозможной и заменяется построением эскизных моделей.

Образно говоря, здесь мы имеем дело с математическим описанием, напоминающим современную абстрактную живопись. Можно сказать, что попытки реалистичного описания сложных систем иллюзорны, такое описание не воспринималось бы из-за чрезмерной сложности.

Это не означает, что категория закона утрачивает смысл в науке, но то, что дополнительно к ранее известным интеллектуальным орудиям - строгой дедукции и эксперименту рождается третье орудие математическое моделирование, в котором по-новому выступает математика и появляется новый вид эксперимента - машинный эксперимент, в котором проигрываются различные модели с последующим сопоставлением с реальным экспериментом. Путь, который предлагает кибернетика, состоит в построении эскизных моделей, охватывающих все более и более широкий диапазон функций мышления. Задачи раскрыть «в лоб» «сущность мышления» не ставится, а ставится задача построения эскизных моделей, позволяющих описать отдельные его стороны, воспроизведены отдельные его функции и, двигаясь в этом направлении, строить системы, все более приближающиеся к человеческому мозгу.

Отсутствия жесткой связи способа функционирования (поведения) со строго определенным субстратом означает, что если две системы обнаруживают одинаковое поведение в достаточно широкой области, то они должны рассматриваться как системы сходные, аналогичные по этому способу поведения. Имеет смысл рассмотреть этот вопрос в связи с проблемой кибернетического моделирования.

Иногда встречается утверждение, что кибернетическое моделирование вообще неприменимо изучению мышления, т.к. моделирование основана на понятиях соответствия и изоморфизма, а мышление есть чисто человеческая способность, якобы не могущая быть описана на основе понятий соответствия. Иногда говорят, что понимание познания мышления как соответствия образа предмету означает ни много ни мало как дуалистическую точку зрения, внешне сопоставляющую предмет и образ.

Понимание сознания как отражения неизбежно означает понимание его как соответствия, возникающего в ходе приспособления организма к среде. Причем это соответствие не есть просто внешнее соответствие вещи и образа как самостоятельного по отношению к вещи идеального предмета. Это действительно была бы дуалистическая точка зрения, но она не может монополизировать понятие соответствия. Материализм понимает образ, идеальное именно как соответствие определенных состояний мозга определенным состояниям внешнего мира. Это соответствие и несет информацию о внешнем мире.

В приведенном утверждении не проводится различие между информационным моделированием и информационных процессами. Информационная модель прибора не будет работать, а будет только моделировать работу, однако в отношении мышления этот тезис представляется спорным. По отношению к информационным процессам их моделирование является функционально полным, т.е. если модель дает те же самые результаты, что и реальный объект, то их различие теряет смысл.

Многие споры вокруг проблемы «кибернетика и мышление» имеют эмоциональную подоплеку. Признание возможности искусственного разума представляется чем-то унижающим человеческое достоинство. Однако нельзя смешивать вопросы возможности искусственного разума с вопросом о развитии и совершенствовании человеческого разума. Разумеется, искусственный разум может быть использован в негодных целях, однако это проблема не научная, а скорее морально-этическая.

Однако развитие кибернетики выдвигает ряд проблем, которые все же требуют пристального внимания. Эти проблемы связаны с опасностями, возникающими в ходе работ по искусственному интеллекту.

Первая проблема связана с возможной потерей стимулов к творческому труду в результате массовой компьютеризации или использования машин в сфере искусств. Однако в последнее время стало ясно, что человек добровольно не отдаст самый квалифицированный творческий труд, т.к. он для самого человека является привлекательным.

Вторая проблема носит более серьезный характер и на нее неоднократно указывает такие специалисты, как Н. Винер, Н. М.

Амосов, И. А. Полетаев и др. Состоит она в следующем. Уже сейчас существуют машины и программы, способные в процессе работы самообучаться, т.е. повышать эффективность приспособления к внешним факторам. В будущем, возможно, появятся машины, обладающие таким уровнем приспособляемости и надежности, что необходимость человеку вмешиваться в процесс отпадет. В этом случае возможна потеря самим человеком своих качеств, ответственных за поиск решений.

Налицо возможная деградация способностей человека к реакции на изменение внешних условий и, возможно, неспособность принятия управления на себя в случае аварийной ситуации. Встает вопрос о целесообразности введения некоторого предельного уровня в автоматизации процессов, связанных с тяжелыми аварийными ситуациями. В этом случае у человека, «надзирающим» за управляющей машиной, всегда хватит умения и реакции таким образом воздействовать на ситуацию, чтобы погасить разгорающуюся аварийную ситуацию. Таковые ситуации возможны на транспорте и энергетике. Особо стоит отметить такую опасность в ракетных войсках стратегического назначения, где последствия ошибки могут иметь фатальный характер. Несколько лет назад в США начали внедрять полностью компьютеризированную систему запуска ракет по командам суперкомпьютера, обрабатывающего огромные массивы данных, собранных со всего света. Однако оказалось, что даже при условии многократного дублирования и перепроверки, вероятность ошибки оказалась бы столь велика, что отсутствие контролирующего оператора привело бы к непоправимой ошибке. От системы отказались.

Люди будут постоянно решать проблему искусственного Интеллекта, постоянно сталкиваясь со все новыми проблемами. И, видимо, процесс этот бесконечен.

## **2.2 Экспертные системы**

### **2.2.1 Что такое экспертные системы?**

Под экспертной системой понимается система, объединяющая возможности компьютера со знаниями и опытом эксперта в такой форме, что система может предложить разумный совет или осуществить разумное решение поставленной задачи. Дополнительно-



но желаемой характеристикой такой системы, которая, многими рассматривается как основная, является способность системы пояснять, по требованию, ход своих рассуждений в понятной для спрашивающего форме. метод достижения таких характеристик, основанный на наборе формальных решающих правил, называется программированием.

Такое формальное определение экспертных систем одобрено комитетом группы-специалистов по экспертным системам Британского компьютерного общества.

Много лет назад, когда Земля была еще молодой, а Солнце широко улыбалось, вставая каждое утро, не было ничего похожего на экспертные системы. И вдруг оказалось, что все вокруг только и говорят об этом. Почему это произошло? Ответ на поставленный вопрос, видимо, заключается в том, что в один прекрасный день ученые вдруг обнаружили, что правительство выделяет все больше и больше денег на работы, связанные с применением ЭВМ. Затем оказалось, что имеется, хотя и ограниченный, шанс получить доступ к этому жирному финансовому пирогу, пока еще не съеден добрый кусок дорогой и заманчивой исследовательской активности, которая поощряется в рамках программ применением ЭВМ. Понимая это, ученые изобрели экспертные системы, которые в силу того, что никто в правительственных кругах не знал, что это такое, привлекли их внимание. Они, добились выделения субсидий, хотя бы для того, чтобы понять, что же это такое.

Другие ученые, не будучи столь меркантильными - племя, которое теперь вымирает, - и не интересуясь правительственными субсидиями как таковыми, посчитали, что уровень правительственных субсидий явно не-достаточен для того, чтобы быть на уровне в этой области. Эти альтруисты без обиняков утверждают, что они хотят сделать компьютеры более доступными для широкого круга людей, а кроме того «заставить» компьютеры думать наподобие людей и вообще желают заменить людей компьютерами. По их мнению компьютеры должны быть для пользователя удобны и приятны в общении. На конечной стадии такого умозрительного анализа они, вероятно, захотят, чтобы компьютеры взяли на себя работу по распределению правительственных субсидий.

Все это прекрасно, но реальная задача заключается в получении достаточной информации об экспертных системах для того, чтобы пользователь сумел привлечь государственные субсидии, внося на равных, и свой вклад. Проблеме субсидий не будет уделено в этой книге существенного внимания, но автор надеется, что книга поможет вам понять сущность экспертных систем настолько, чтобы вы могли по крайней мере построить свою собственную систему независимо от того, будет она субсидирована правительством или нет.

### **2.2.2 Для чего вам нужна экспертная система?**

Большинство существующих экспертных систем обладают двумя главными недостатками: во-первых, лично вы часто не понимаете, как они работают, а во-вторых, лично у вас их нет. В ряде случаев отмеченные недостатки можно рассматривать как достаточно серьезные. В этой ситуации вы оказываетесь в глупом положении, избегая смотреть людям в глаза или обсуждать это с кем-либо. Вы «погружаетесь» в руководство по кабалу, прислушиваетесь к разговорам. Других о «базах знаний», «искусственном интеллекте», «отображении реального мира» и т.д. Вы боитесь прийти неподготовленным и спросить обо всем этом, чтобы не попасть в глупое положение. Вы чувствуете себя изгоем и презираете, самого себя. Все это минут через пять может показаться утомительным и скучным. Тем более что вы чувствуете интуитивно, что сам по себе указанный предмет не может быть настолько сложным, как это показалось вначале. Об этом свидетельствует и тот факт, что люди, которые освоили эти системы, вряд ли в чем-то умнее вас.

Единственное, что вам нужно, чтобы все было так, как полагается, это иметь свою экспертную систему. В отличие от искусно сделанной, но малоизвестной конструкции она позволит вам доверительно, относиться к каждой мелочи и разглагольствовать с важным видом о предмете экспертных систем. Вместо того чтобы прятать голову и скрывать свои мысли, вы сможете бросить насмешливый взгляд в сторону тех, кто действительно не понимает, как работает их экспертная система. А в кругу тех, кто вообще не имеет никакой экспертной системы (кто даже не начал

понимать, как они вообще организуют свои дела), вы сможете удивленно поднять насмешливо сдвинутые брови. Для вас (высокого, уверенного, находящегося в центре внимания и свободно держащегося перед толпой почитателей) собираемся мы строить, экспертную систему.

### 2.2.3 Для чего люди хотят иметь экспертную систему?

Существуют два основных варианта использования экспертных систем, соответствующие социологическим концепциям явной и скрытой функций. Явная функция экспертной системы должна обеспечить с помощью компьютера компетентность (специальные знания) человека-эксперта. Например, такие системы могут диагностировать болезнь, воссоздавать химическую структуру, разведывать места добычи полезных ископаемых или решать другие подобные задачи. Они достаточно удобны в работе, а кроме того, если можно так сказать, имеют возможность объяснить свои действия и мнения так, как это мог бы сделать человек-эксперт. И, наконец, подобно человеку они способны даже научить кого-то, как проводить экспертизу.

Другая функция экспертной системы – скрытая должна препятствовать получению скрытой от непосвященного информации о том, как построена система. Обычно для экспертных систем используют большие ЭВМ, таких, каких у вас нет, и экзотические языки, например ЛИСП и ПРОЛОГ, о которых вы даже не знаете. Все это направлено на то, чтобы реализовать преимущества программного обеспечения, имеющегося на рынке для применения в экспертных системах. Ведь если специальные типы запросов могут быть заложены в описании одной из явных функций таких экспертных систем, то эти запросы наверняка не могут быть удовлетворены кем-то, имеющим в своем распоряжении микро-ЭВМ и интерпретатор с языка БЕЙСИК. Ясно, что от этого зависит и стоимость экспертной системы

Чтобы устранить эти препятствия, необходимо иметь руководство, ориентированное на применение микро-ЭВМ и описывающее, как - построить экспертную систему. Причем это должно быть не исчерпывающее руководство, сообщающее о последних достижениях в этой области, а руководство, достаточное для то-

го, чтобы снять покров мистики с самого названия «экспертные системы» и дать рядовому пользователю возможность начать самостоятельно создавать такие системы.

До настоящего времени действительной проблемой в понимании экспертных систем было отсутствие консультационных пунктов, куда можно было бы прийти и получить начальное сведения о предмете. Пока вы, не подготовили себя к тому, чтобы иметь определенный взгляд на указанные вопросы, все возможные на данный момент руководства по указанному предмету только подчеркивают трудности какого-либо его аспекта. Последнее обстоятельство заставляет пользователя все бросить и бросить и оставить на окуп экспертам.

Искусство разработчика заключается в том, что научиться думать в том же ключе, как и современные лидеры в этой области. Нужно уяснить, что существуют какие-то конкретные и доступные вещи, какие-то спасительные зацепки, за которые можно уцепиться. Важно понять, что здесь есть интересные задачи и что, если подумать, они прекрасно решаются, что решения, уж если они получены, они получены, полностью поддаются объяснению на понятном всем языке и что предмет экспертных систем не является на деле чем-то мистическим, а как и многие предметы основанные на использовании компьютеров, есть нечто практическое, приземленное, как плогническое искусство.

## **2.2.4 Что вы хотели бы получить от экспертной системы?**

Определяя экспертную систему не больше, не меньше как компьютерную программу, мы могли бы успокоиться, удовлетворенные сознанием того, что мы знаем все об экспертной системе и она у нас уже есть. Такой путь самый простой. Более сложный путь выработать функциональный подход и спросить, что вы хотели бы получить от экспертной системы?

Это довольно слоисный вопрос, так как ответы на него могут заставить вас провести какую-то предварительную работу, которая обычно не из приятных. Но эти компьютеры предназначены для вас. Как правило, люди определяют достоинства компьютерных программ по конечным результатам. Следовательно, если

экспертные системы являются компьютерными программами, то что они делают?

В этом случае ответственность временно перекалывается на вас. Потому что вопрос не ставится так: «Что пользователь хотел бы получить от экспертной системы?». Он стоит так: «Что вы хотели бы получить от экспертной системы?» В конце концов ведь это вы собираетесь ее строить. Вы могли бы сказать в этом деле что-то свое, если получится, Этот вопрос, конечно, легче. Усевшись в кресло, вы включили свой компьютер, закрыли глаза и размышлялись. Комната плывет перед вашими глазами, приятная теплота разливается по телу. Спокойная загадочная улыбка играет на ваших губах, когда вы из праздного любопытства ввели в машину вопрос: «Как я могу стать миллионером?» - и несколько простых, хорошо подобранных фраз появились на экране в качестве ответа. «Конечно! – воскликните вы. - Да, безусловно так. Это наверняка сделает меня миллионером. Если только я построю свою экспертную систему».

Вы запишите себе этот ответ и продолжите диалог с машиной по еще одному спорному вопросу о том, как остановить процесс посеждения волос, и последовавший за ним диалог о том, как остановить рост одуванчиков на вашём газоне. Все это похоже на мечту, чем оно, собственно, и является. Жаль, конечно, что на самом деле это так. Но ведь и жизнь так похожа на мечту, и никакая, пусть даже большая, работа по программированию не сможет фактически помочь этому.

Проблема заключается в том, что некоторые вещи невозможно запрограммировать. Экспертная система это или не экспертная система, но если вы собираетесь - запрограммировать невозможные (непрограммируемые) вещи, то столкнетесь с определенными трудностями при их практической реализации. Возвращаясь от мечты к реальной жизни, где вы сидите перед компьютером, не нужно слишком сильно разочаровываться. Говоря о том, что некоторые вещи невозможно запрограммировать, мы не имеем в виду, что ничего нельзя запрограммировать. Но почему, можете спросить вы, мы говорим о программировании, когда все, что мы хотим, - это получить свою собственную экспертную систему? Все это лишь для того, чтобы быть уверенным, что «экспертная система» не позволит сделать ошибки во фразе «всеобщая пана-

цея». Рассмотрим аналогичный случай, известный как база данных.

Базы данных являются очень сложными программными продуктами. Для их создания необходимо проделать значительную работу и хорошо понимать изучаемых предмет. Это может привести к параличу интеллектуального плана среди тех, кто столкнулся с базами данных впервые. Ясно, что если у вас имеются несколько файлов, то у вас появляется и база данных (или нечто подобное). В чем же здесь проблема? Если говорить честно, то проблемы нет. Вы лишь облегчите себе «проникновение» в предмет, достаточно логичный, и вскоре освоитесь с ним.

То же самое и с экспертными системами. В них действительно нет ничего сложного. Особенно привлекает возможность наблюдать за процессом их создания. В этой связи полезно помнить идею о том, что экспертная система является системой, использующей суждения. Как только вы записали команду «сравнить одну величину с другой и затем осуществить определенное действие, зависящее от результата сравнения», вы имеете суждение или оценивание. Только при проектировании экспертных систем суждениям принадлежит ведущая роль. Суждение, а не вычисление типично, для экспертных систем. Но так как суждение обычно является результатом вычислений, то разница между ними является скорее концептуальной, нежели фактической.

Итак, думая о том, что могла бы экспертная система сделать для вас, выясните, можно ли это свести к последовательности суждений. Если да, то вы, имеете хорошие шансы построить такую систему. Перечислим в качестве примера некоторые области ее применения: диагностика общих болезней; поиск неисправностей в простых целях; диагностика болезней растений; анализ электрокардиограмм; классификация животных, птиц или растений по видам. Но у вас, конечно, могут быть свои собственные идеи.

### **2.2.5 Экспертные системы: некоторые неверные представления**

По поводу экспертных систем высказывается довольно много разных суждений, но не все они верны. Общая ошибка, как это

ни странно, заключается не в переоценке того, что могут делать экспертные системы в принципе, а скорее в недооценке их возможностей. Вы, наверное, слышали, что «экспертная система может делать только...», и дальше перечисляют ее функции, а в конце- вывод о том, что ничего другого она делать не в состоянии. Это странно, потому что если вы сумели продумать, как сделать какую-то вещь, то вы сможете спроектировать экспертную систему, реализующую то самое.

Чья-то экспертная система выполняет то-то и то-то, Но ваша! Это другое дело. Ваша система не подвержена таким ограничениям... Ваша система будет больше и лучше, чем рассмотрим такой пример. Ваша экспертная система может быть экспертом только в определенном вопросе. Явная неправда. Все, что вы собирались сделать, - это создать экспертную систему по двум вопросам:

1. Ваша экспертная система может делать только *то*, что (и лучше) мог бы делать человек-эксперт. Это также неверно. Допустим, что вы решили построить систему, для которой вообще не существует экспертов. Если она работает, то вы тем самым доказали, что вышеупомянутое утверждение ложно. Более типичной является картина, когда обычная экспертиза в конкретной области менее полна. В таком случае ваша собственная экспертная система должна делать все немного лучше, чем человек-эксперт.

2. Ваша экспертная система никогда не заменит человека-эксперта. Конечно заменит. Иначе нет необходимости ее строить.

Специальное свойство экспертных систем—свойство «адаптивности» - означает, что поведение реализующей ее программы меняется (обычно в лучшую сторону) в течение некоторого времени. Это условие выполняется, если исходная информация (знания) будет заложена в систему правил, которые в дальнейшем могут быть легко изменены пользователем, или путем построения новых знаний в результате анализа входной информации при небольшом вмешательстве пользователя.

Цель большинства современных систем осуществлять общую экспертизу в широкой области путем «очерчивания» различия между знаниями, которые они используют, и механизмами, манипулирующими этими знаниями. В ходе и вменения природы

специфического знания такая система становится затем способной выполнять свои манипуляции, чтобы стать экспертом в новой области. Например, экспертная система, построенная для осуществления диагностики заболеваний, при замене медицинских знаний на знания об инженерных сооружениях становится экспертом по инженерным сооружениям.

Часто говорят, что специальные свойства экспертных систем основаны на правилах логического вывода. В отличие от обычных компьютерных программ, реализуемых из последовательно выполняемых операторов, экспертные системы состоят из набора правил, которые не выполняются последовательно, а «срабатывают» только так и тогда, когда выполняются соответствующие условия.

### 2.2.6 Когда разработка экспертной системы возможна?

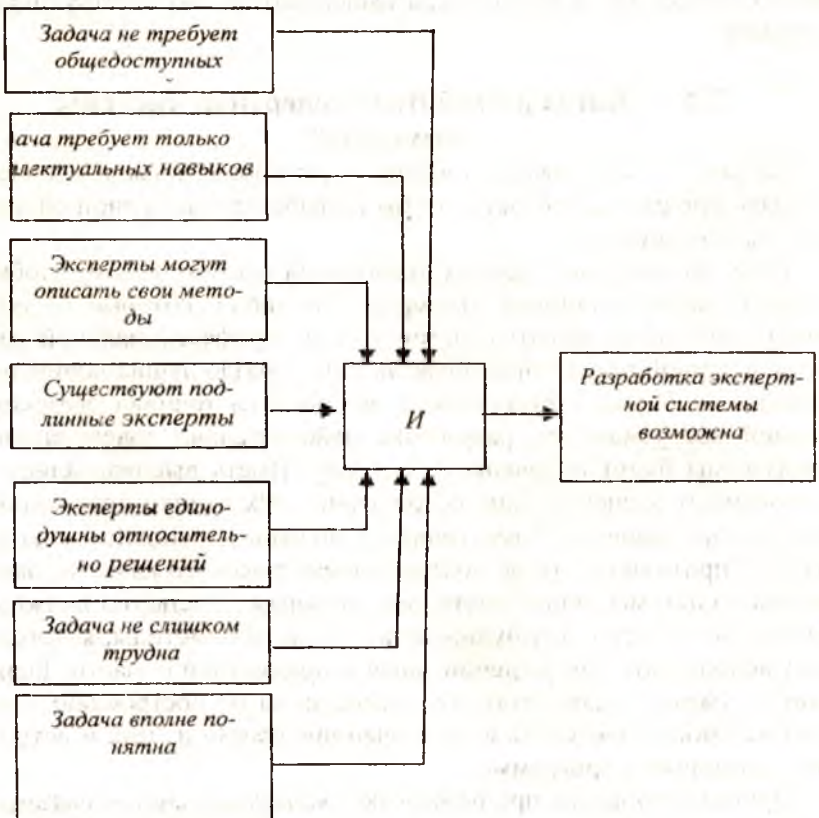
На рис. 3. подытожены требования, которым должна удовлетворять предметная область, чтобы разработка экспертной системы стала возможна.

Одно из наиболее важных требований состоит в том, чтобы существовали подлинные эксперты. Это люди, которые по общему признанию имеют огромный опыт профессиональной работы в данной предметной области; они гораздо лучше новичков решают проблемы в этой области. Без такого источника глубоких знаний все усилия по разработке действительно совершенной программы будут обречены на неудачу. Иметь высококвалифицированных экспертов еще недостаточно. Их оценки правильности выбора решения и *его* точности должны в основном совпадать. В противном случае подтверждение высокого качества экспертной системы станет почти невозможным. Эксперты должны также уметь четко формулировать и объяснять методы, которые они используют при решении задач в предметной области. Если они не умеют делать этого, то специалисты по построению знаний не смогут преуспеть в «извлечении» знаний из них и встроить эти знания в программы.

Другие требования при разработке экспертных систем связаны с характеристиками задачи, которую экспертная система должна решать, т.е. с работой, которую она должна выполнять. Эта рабо-



та должна требовать интеллектуальных, а нефизических навыков. Если работа состоит в физических манипуляциях, которым можно научиться лишь на практике, то традиционный подход экспертных систем окажется неприменимым. Однако это не означает, что каждая проблема с физическими компонентами должна быть отброшена. Если работа требует и интеллектуальных, и физических навыков, как, например, управление механическим манипулятором, обслуживающим конвейер, то интеллектуальную часть работы можно реализовать методами инженерии знаний, а физическую часть - более обычными техническими методами.



**Рис 3.** Требования, необходимые для возможности разработки экспертной системы.

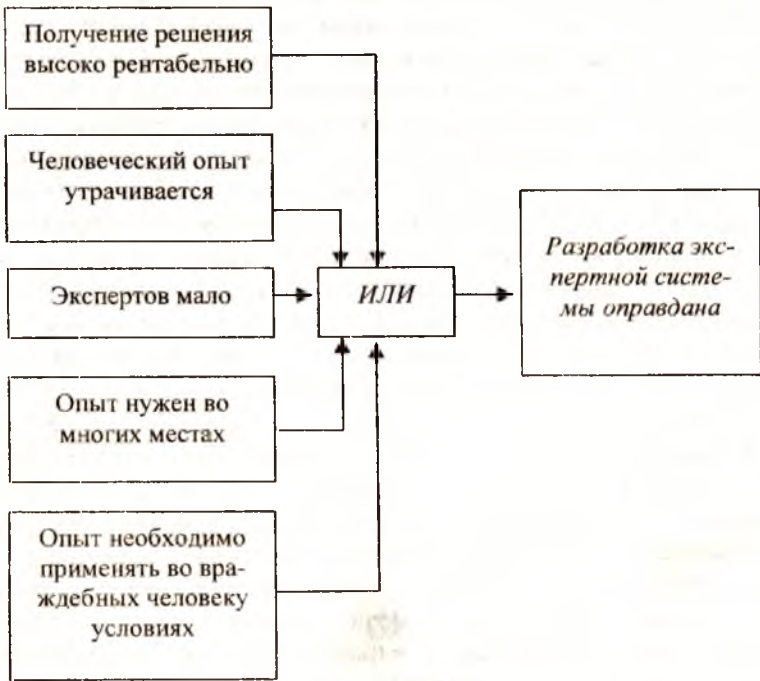
Следующее требование состоит в том, чтобы работа не была чрезвычайно трудной. Если эксперт не может обучить процессу работы новичка, так как соответствующая квалификация приобретается лишь на опыте практической деятельности, то может оказаться, что такой процессе слишком труден, чтобы его можно было вложить в экспертную систему. Или, если эксперту нужны дни или недели, а не часы, чтобы решить проблему, то весьма вероятно, что она слишком трудна или слишком сложна для подхода инженерии знаний. Однако если задача, требующая дней или недель напряженных усилий, может быть разбита на меньшие, более быстро решаемые, относительно независимые подзадачи, то каждая такая подзадача может быть выбрана для разработки соответствующей экспертной системы.

В некоторых отношениях трудность задачи также связана с тем, насколько хорошо эксперт понимает предметную область, т.е. с тем, в какой степени знания и решения задачи точны и хорошо структурированы. Если задача столь нова или столь плохо понятна, что необходимы основательные исследования для нахождения решения, то подход инженерии знаний неприменим. Он также неприменим, если решение задачи требует существенного обращения к здравому смыслу. Искусственного интеллекта становятся в тупик перед задачами, требующими рассуждений на основании здравого смысла.

### **2.2.7 Когда разработка экспертной системы оправдана?**

Сама по себе возможность разработки экспертной системы для конкретной задачи еще не означает, что желательно ее сделать. Существует много способов обоснования оправданности разработки экспертной системы; на рис 4. показаны не - которые из них

Компания может оправдать разработку экспертной системы, когда полученное с ее применением решение приносит очень высокий доход. Например, экспертная система для разведки полезных ископаемых может открыть богатое рудное месторождение стоимостью в миллионы долларов. Если есть разумная вероятность получить большой доход, то разработка системы представляется хорошей идеей.



**Рис. 4.** Условия, при которых разработка экспертной системы оправдана

Разработка экспертной системы оправдана, когда эксперты-люди недоступны или не в состоянии выполнить работу. Часто экспертов – людей мало, а требуется их много, и поэтому их услуги дороги. Проблема усложняется, когда компании нужны сходные по выполняемым обязанностям специалисты во многих физически разных местах, например, нужно управлять процессом перегонки нефти на каждой нефтеперегонной системе управления. Колонне, принадлежащей нефтехимической компании. Это порождает необходимость иметь много версий эксперта, что легко сделать, и притом практически без дополнительных расходов, если в качестве эксперта выступает компьютерная программа. В такой ситуации экспертная система является дешевым, эффективным способом решения проблемы. На самом деле она может оказаться единственным приемлемым по стоимости и эффективности вариантом.

Экспертные системы оправдывают себя, когда персональные перемещения приводят к значительной утере компетентности организациями. Выход в отставку, служебные перемещения, в военных ведомствах переход по службе—все это часто вызывает развал работы или даже хаос, когда жизненно важный опыт, накопленный кадровыми сотрудниками, уходит вместе с ними. Поэтому институциональная память экспертной системы может свести к минимуму или даже снять эту проблему.

Наконец, разработка экспертной системы оправдана, когда принятие экспертных решений должно происходить в неблагоприятных или враждебных человеку условиях, например на ядерных реакторах, космических станциях или других планетах. Было бы слишком дорого или опасно пытаться использовать человека-эксперта в таких условиях. Конечно, решения можно было бы принимать дистанционно и посылать от человека-эксперта по каналам связи с помощью электронного оборудования. Но возможность задержек или помех, создаваемых противником, делают это решение менее привлекательным, чем автономный эксперт на месте событий.

### **2.2.8 Когда разработка экспертной системы разумна?**

Ключевые факторы в определении того, когда разработка экспертной системы разумна,— это характер, сложность и широта постановки задачи, которую нужно решить (рис.5).

#### **Характер**

Чтобы экспертная система была применима к задаче, последняя должна обладать некоторыми специфическими свойствами. Это должна быть задача, которую можно было бы вполне естественным образом решить, манипулируя символами и символьными структурами. Как мы уже обсудили способность выполнять символьные рассуждения является одним из отличий экспертных систем от обычных программ. Большинство задач реального мира требует символьных рассуждений, за исключением тех, которые имеют пригодные для использования математические решения. Поэтому задачи, ориентированные на математический аппарат, такие как решение дифференциальных уравнений численным методом, обычно не подходят для разработки экспертных систем. Однако некоторые математические задачи,

такие как упрощение алгебраических выражений или преобразование тригонометрических выражений, вполне удобны для символических рассуждений

Большинство задач, с которыми успешно справляются экспертные системы, являются эвристическими по своей природе, т.е. они требуют использования эмпирических правил для получения приемлемого решения. Проблемы, которые могут быть решены посредством алгоритмов - формальных процедур, гарантирующих получение правильного решения всякий раз, когда они применяются - не очень подходят для разработки экспертных систем. Например, существует много разных алгоритмов сортировки, и дешевле решать такую задачу с помощью обычной программы, чем с помощью экспертной системы. В некотором смысле, использование экспертных систем - это последнее средство, когда все остальные оказались неприменимыми. Если задача может быть решена математически или посредством хитроумных алгоритмов, то именно эти методы и должны быть использованы. Если она слишком трудна для этих обычных методов, то экспертные системы могут оказаться подходящими.

### **Сложность**

Задача должна быть не *слишком легкой*. Это должна быть трудная, серьезная задача из такой области, что человеку нужно затратить годы учения и практики, чтобы стать в этой области экспертом. Таким образом, задачи сортировки, упомянутые выше, не подходят по второй причине: они недостаточно сложны и трудны, чтобы оправдать затраты и усилия, необходимые для разработки экспертной системы.

### **Широта постановки**

Наконец, постановка задачи должна обладать надлежащей широтой. Она должна быть достаточно узкой, чтобы с ней можно было справиться, и достаточно широкой, чтобы представлять практический интерес. К сожалению, определения этих критериев зависят от конкретной предметной области. Что еще хуже, выбор правильной постановки решающим образом определяет успех проекта экспертной системы. Действительно, одна из самых опасных ловушек при разработке экспертной системы это выбрать задачу, которая является слишком широкой или общей, чтобы ее можно было решить адекватно.

Следующий пример поможет прояснить, что мы понимаем под широтой постановки. Предположим, что разрабатывается экспертная система, помогающая адвокатам улаживать судебные иски. Мы сможем разделить проблему на две основные под проблемы переговоры и оценка суммы иска, как показано на рис. 5

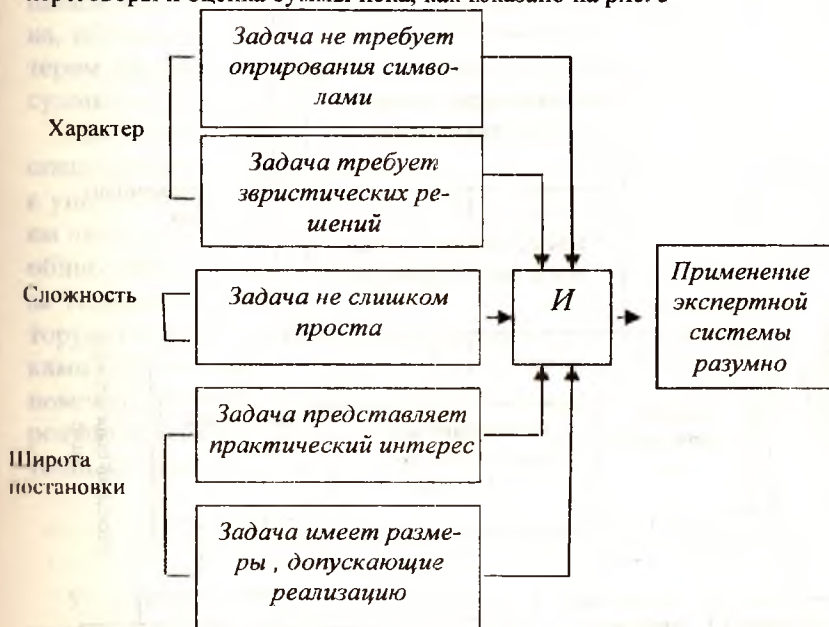
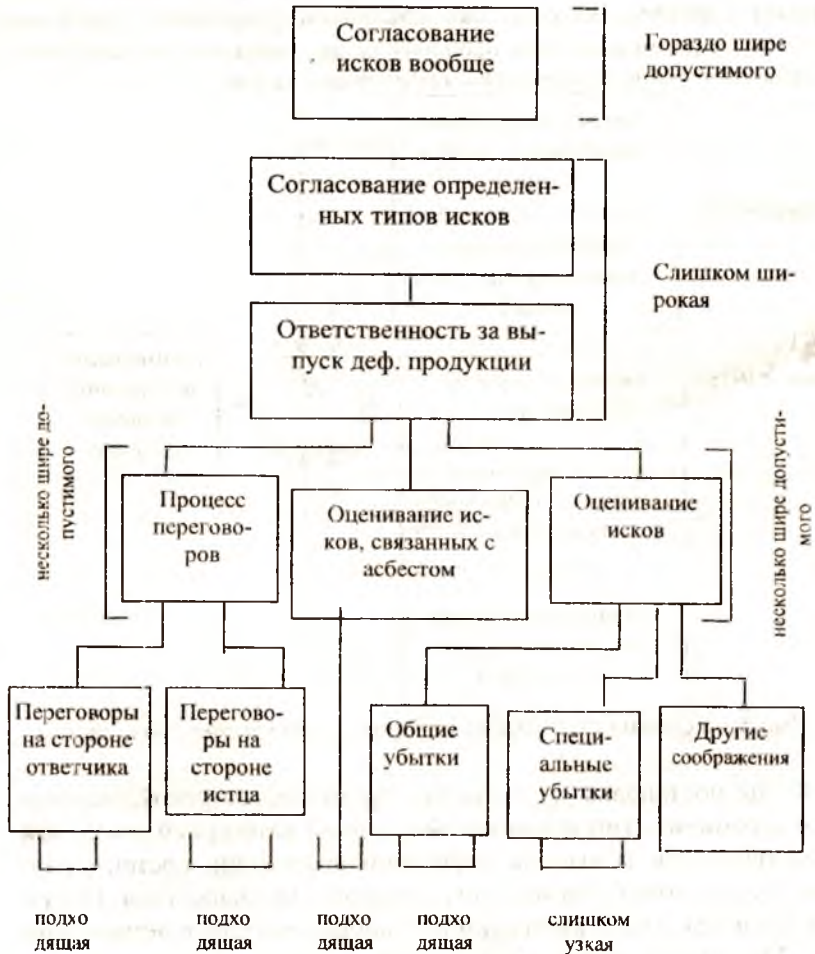


Рис 5. Условия подходящие к применению экспертных систем.

Чтобы постановка не оказалась чрезмерно широкой, необходимо ограничить тип исков какой-то одной категорией, такой как ответственность за выпуск дефектной продукции, претензии по качеству строительства или автодорожные происшествия. Но даже в пределах одной категории постановка все еще слишком широка. Мы можем исправить это, ограничив задачу процессом переговоров - т.е. как вести переговоры с другой стороной, чтобы максимизировать (или минимизировать) согласованную сумму компенсации. Это включает и переговоры на стороне ответчика, и переговоры на стороне истца. Здесь мы можем ограничить постановку еще больше, или только стратегиями истца, или только стратегиями ответчика. Другая возможность заключается в том, чтобы рассмотреть оценку исковой суммы - т.е. определение раз-

мера компенсации в



**Рис 6.** Способы ограничения широты постановки задачи для экспертной системы согласования исков

долларах. Оценка суммы иска включает следующие шаги: 1) установить первоначальную сумму потерь истца, 2) определить степень ответственности ответчика и ее влияние на сумму ком-

пенсации, 3) установить долю ответственности, падающую на истца вследствие его собственной неосторожности, и ее влияние на размер иска, 4) проанализировать субъективные стороны дела, которые влияют на размер иска, такие как личные качества судящихся и искусство их адвокатов, 5) внести поправки в размер иска, обусловленные соображениями стратегии, времени и характером претензий. Многообразие таких факторов делает оценку суммы иска задачей, слишком широкой по своей постановке.

Мы можем ограничить постановку или рассмотрением лишь специфического типа исков, например, судебных дел, связанных с ущербом для здоровья, вызванным асбестом, или рассмотрением лишь какой-либо одной составляющей суммы иска на пример, общих убытков, т.е. суммы, которую истец должен получить из-за телесных повреждений. Но если бы составляющая сумма, которую мы рассматриваем, была ограничена специальными убытками - т.е. в основном суммированием расходов на медицинскую помощь, потери дохода и ущерба собственности - то задача, вероятно, оказалась бы слишком узкой, чтобы представлять достаточный практический интерес.

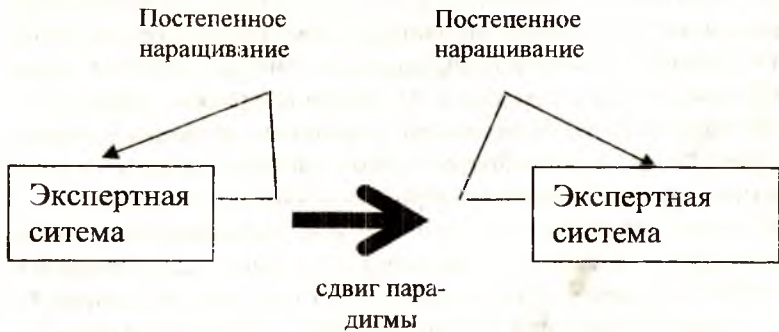
## 2.2.9 Построение экспертной системы

У разработчиков экспертных систем нет некой последовательности четко определенных шагов, которой они следуют, создавая такие системы. Внутренне присущая процессу построения сложность исключает возможность спланировать все шаги заранее. Поэтому создатели систем пришли к выводу, что наилучший способ - это постепенное развитие системы.

Развитие экспертной системы обычно осуществляется переходом от простых задач к трудным посредством постепенного совершенствования организации и представления знаний системы. Постепенное наращивание означает, что система сама помогает себя развивать. Как только разработчики приобретут достаточно знаний, чтобы построить хотя бы очень простую систему, они это делают и используют обратную связь от работающей модели-прототипа, чтобы направить и сконцентрировать свои усилия. Постепенность также означает, что разработчики могут воспользоваться опытом, который они приобрели в процессе реализации



исходных качеств системы.



**рис 7.** Экспертная система перепроектирования и повторной реализации.

Постепенное развитие часто приводит к тому, что получило название *сдвиг парадигмы*, как показано на рис. 7. В ходе разработки может наступить такой момент, когда база знаний достигнет необъятных размеров; управление становится неудобным и медленным, и система начинает Походить на *лоскутное одеяло* из подпрограмм и разрозненных конструкций. В такой ситуации может оказаться разумным заново спроектировать и реализовать систему. Разработчик и эксперт должны снова исследовать задачу и оценить пригодность первоначальной схемы представления. Это может привести к более подходящей архитектуре системы или даже к выбору другого средства построения системы. Долгосрочные проекты с большей вероятностью потребуют крупных сдвигов парадигмы, чем краткосрочные.

Хотя мы не можем указать все шаги, которые нужно сделать, создавая экспертную систему, мы можем описать этапы разработки и виды деятельности, выполняемые на каждом этапе.

#### **Работы, выполняемые при создании экспертных систем**

Разработку экспертной системы можно считать состоящей из пяти сильно взаимодействующих и перекрывающихся *этапов*: идентификации, концептуализации, формализации, реализации и тестирования. На рис. 8 показано, как эти этапы влияют друг на друга.

Хотя мы различаем эти этапы построения экспертной системы, не существует простого способа описать порядок, в котором они следуют. Разработка действительно всегда начинается, с идентификации и заканчивается тестированием, однако в любой момент в ходе разработки проектировщик может оказаться вовлеченным в любой из этих процессов. Стрелки, идущие от тестирования к более ранним этапам, указывают, как *это* может произойти. На самом деле, чтобы сделать рисунок более точным, нам пришлось бы нарисовать стрелки, идущие от каждого этапа к каждому другому этапу.



Рис. 8 Этапы разработки экспертной системы.

На этапе идентификации разработчик и эксперт определяют существенные особенности задачи. К ним относятся сама задача (скажем, ее тип и широта постановки), участники процесса разработки (например, дополнительные эксперты), требуемые ре-

сурсы (в том числе сроки и необходимые компьютерные мощности), а также цели и задачи создания экспертной системы (скажем, повысить компетентность или размножить редко встречающиеся способности и навыки). Из всех этих работ определение задачи и необходимой широты ее постановки вызывает у разработчиков наибольшие трудности. Часто проблема, которую вначале рассматривают, слишком широка и сложна, и ее нужно сузить до приемлемого размера. Разработчик может быстро получить представление о ее сложности, сосредоточившись на небольшой, но интересной подзадаче и реализовав подпрограммы для ее решения.

На этапе концептуализации инженер знаний и эксперт решают, какие понятия, отношения и механизмы управления нужны для описания решения задач в избранной области. Исследуются также подзадачи, стратегии и ограничения, связанные с деятельностью по решению задач. На этой стадии обычно требуется рассмотреть вопрос о гранулярности, т. е. какой степенью подробности нужно представлять знания. Разработчик базы знаний обычно выбирает наиболее абстрактный уровень детализации (самые крупные «гранулы»), который еще может обеспечить достаточно четкое выделение ключевых понятий. Здесь хочется предостеречь: разработчикам не следует пытаться осуществить полный анализ задачи до начала реализации программы. Они многому научатся после первой реализации, которая будет формировать и направлять процесс концептуализации.

*Формализация состоит* в выражении ключевых понятий и отношений некоторым формальным способом, обычно в рамках схемы, диктуемой языком построения экспертных систем. Поэтому инженер знаний должен иметь некоторое представление о том, какие языки подходят для рассматриваемой задачи, к *тому* времени, когда начинается формализация. Например, если задача представляется пригодной для решения с помощью подхода, основанного на правилах, *то* он может выбрать ROSIE в качестве языка для написания системы и собирать знания в форме правил ЕСЛИ - ТО. Если подход с помощью фреймов кажется *более* подходящим, *то* он должен вместо этого выбрать SRL и вместе с экспертом стараться выразить предметные знания в виде большой сети.

На этапе реализации разработчик превращает формализованные знания в работающую компьютерную программу. Написание программы требует содержания, формы и согласования. Содержание берется из предметных знаний, сделанных явными в ходе формализации, т.е. структур данных, правил вывода и стратегий управления, необходимых для решения задачи. Форма задается языком, выбранным для разработки системы. Согласование включает в себя комбинирование и реорганизацию различных порций знаний с целью устранить глобальные неувязки между спецификациями структур данных, правил и схем управления. Реализация следует проводить быстро, поскольку одна из целей реализации исходного прототипа – это проверка проектных решений, принятых на более ранних этапах развития. Это означает, что с большой вероятностью первоначальная программа будет пересмотрена или отброшена при дальнейшей разработке.

Наконец, *тестирование* включает оценивание качества работы и полезности программы-прототипа и ее пересмотр, если это необходимо. Эксперт обычно оценивает прототип и помогает разработчику его пересмотреть. Как только прототип испытан на нескольких примерах, его следует протестировать на многих задачах, чтобы оценить качество его работы и его полезность. При таком оценивании могут обнаружиться недостатки схемы представления, например отсутствие нужных понятий или отношений, неправильный уровень детализации знаний или неудобные механизмы управления. Эти недостатки могут заставить разработчиков заново пройти через разные этапы разработки, переформулировать понятия, уточнить правила вывода и пересмотреть схему управления.

Оценивание качества работы системы-прототипа состоит в ответе на следующие вопросы. Принимает ли система решения, которые обычно признаются экспертами правильными? Являются ли правила вывода безошибочными, непротиворечивыми и полными? Позволяет ли система, ее стратегия управления рассматривать обстоятельства в естественном порядке, который предпочитает эксперт? (Опрашивание пользователя в неестественном или нелепо выглядящем порядке быстро подрывает его доверие к системе.) Адекватно ли объяснения системы описывают, как и почему были получены те или иные заключения? Охва-

тывают ли тестовые задачи всю запланированную область компетентности системы, покрывая классические случаи и нащупывающая границы ожидаемых более трудных случаев?

При оценивании полезности системы возникает другой набор вопросов. Например, помогает ли решение задачи пользователю сколь-нибудь существенным образом? Являются ли заключения системы разумно организованными и упорядоченными и изложенными с нужной степенью подробности? Удовлетворяет ли пользователя скорость работы системы? Является ли интерфейс достаточно «дружественным»?

Экспертная система должна быть опробована, усовершенствована и протестирована в лабораторных условиях, прежде чем ее можно будет передать в опытную эксплуатацию. Однако когда сообщество пользователей протестирует ее на реальных задачах, возникнут новые осложнения, преодоление которых потребует некоторого времени. Пользователи-практики требуют большего, чем просто высококачественной работы: они хотят, чтобы система была быстрой, надежной, легкой в обращении, чтобы ее сообщения было легко понимать и чтобы она очень терпеливо прощала пользователю *его* ошибки. Поэтому экспертная система требует широкой опытной эксплуатации, прежде чем она станет готовой к коммерческому использованию.

### 2.2.10 Уровни разработки экспертной системы

В отношении технического уровня и полезности экспертные системы развиваются почти таким же образом, как и средства их построения. В табл. 1. мы разбили современные экспертные системы на пять уровней в соответствии с этими критериями.

Большинство экспертных систем сначала возникают в качестве *демонстрационных прототипов*, т.е. небольших демонстрационных программ, решающих некоторую часть задачи, для которой создается будущая система. Программы этого типа часто используются сразу для двух целей: во-первых, чтобы убедить потенциальных кредиторов или финансирующие организации, что технология искусственного интеллекта и экспертных систем может быть эффективно использована для решения рассматриваемых задач, и, во-вторых, чтобы проверить проектные концеп-

ции относительно определения задачи, ее постановки и представления знаний в данной области. Типичный демонстрационный прототип системы, основанной на правилах, может содержать от 50 до 100 правил, удовлетворительно работать на одном или двух пробных случаях и потребовать от одного до трех месяцев на его разработку

**Таблица 1 Эволюция экспертных систем**

Уровень разработки	Характеристика
Демонстрационный прототип	Система решает часть поставленной задачи, указывая тем самым, что подход применим и разработка системы осуществима.
Исследовательский прототип	Система демонстрирует внушающие доверие результаты на всей проблеме в целом, но может быть не надежной из-за неполного тестирования.
Опытная эксплуатация	Система проявляет высокое качество работы при достаточной надежности и пересмотрена на основании обширного тестирования в реальных условиях эксплуатации.
Промышленный прототип	Система показывает высокое качество, надежность, быстродействие и эффективность работы в реальных условиях эксплуатации.
Коммерческая система	Система является промышленным прототипом, систематически используемым на коммерческой основе.

Большинство современных экспертных систем были доведены до уровня *исследовательского прототипа*, т. е. программ среднего размера, способных показать внушающее доверие, качество работы на ряде пробных случаев. Чаще всего такие системы оказываются легко уязвимыми: они могут потерпеть полный провал, когда им предлагают задачу, лежащую вблизи границы, разделяющей те задачи, которые они могут решать, и те, которые они не могут. Из-за того, что они не были достаточно полно протестированы, они могут также ошибиться при решении задачи, лежащей в пределах их области компетентности. Типичный исследовательский прототип системы, основанной на правилах, может содержать от 200 до 500 правил, хорошо работать на большом числе пробных случаев и потребовать на свою разработку от одного года до двух лет.

Некоторые экспертные системы развились от уровня исследовательского прототипа до уровня *опытной эксплуатации*. Это программы, размер которых варьирует от среднего до большого, которые подвергались пересмотру в результате опробывания на реальных задачах сообществом пользователей. Они умеренно надежны, имеют удобные, дружественные интерфейсы и ориентированы на нужды конечного пользователя. Типичная основанная на правилах экспертная система этого уровня может содержать от 500 до 1000 правил, очень хорошо работать на многих пробных случаях и потребовать на свою разработку от двух до трех лет.

Немногие экспертные системы доведены до уровня промышленного *прототипа*. Эти системы представляют собой большие программы, подвергнутые интенсивной проверке в условиях опытной эксплуатации и, вероятно, переписанные на более эффективном языке с целью увеличить скорость их работы и уменьшить необходимую машинную память. Типичный промышленный прототип системы, основанной на правилах, может содержать от 500 до 1500 правил, обеспечивать точное, быстрое и эффективное принятие решений и потребовать на свою разработку от двух до четырех лет.

Лишь очень немногие экспертные системы были доведены до уровня *коммерческих систем*. Это суть промышленные прототипы, эксплуатируемые на регулярной коммерческой основе. XCON - один из наиболее известных примеров коммерческой экспертной системы; она содержит 3000 с лишним правил, приходит к правильным заключениям с частотой от 90 до 95 процентов случаев и потребовала на свою разработку шесть лет.

### **2.2.11 Выбор инструментального средства построения экспертных систем**

Правильный выбор широты постановки задачи и подходящего инструментального средства - это два, самых трудных решения, которые нужно принять при разработке экспертной системы.

Выбор средства труден, потому что большинство инструментальных средств разрабатывалось не для решения определенного класса задач. Многие ранние экспериментальные средства разви-

лись из конкретных экспертных систем в результате выбрасывания из них предметных знаний, как, например, EMYCIN, KAS. Некоторые из последних коммерческих инструментальных средств воплощают то, что исследователи, работающие в области искусственного Интеллекта, считают наиболее перспективными новыми способами представления знаний в надежде, что это делает их подходящими для многих типов задач. Трудность, однако, заключается в том, что специалисты в действительности не имеют ясного представления, какие характеристики средств построения экспертных систем требуются для конкретных классов задач. Эта ситуация приводит к тому, что могло бы быть названо законом Дэвиса 1):

*Для каждого инструментального средства имеется задача, прекрасно подходящая для него.*

К сожалению, обратное утверждение неверно. В самом деле, для любой заданной задачи может иметься несколько средств, которые будут работать одинаково хорошо. Также верно и то, что ни одно из этих средств не будет вполне подходить для этой задачи.

Следующим моментом в проблеме выбора средства является тот факт, что в прошлом многие средства построения экспертных систем выбирались по неправильным соображениям. Большинство современных экспертных систем было построено с помощью средств, выбранных из-за того, что 1) инженер знаний был уже хорошо знаком с этим средством, 2) выбранное средство было наиболее эффективным и доступным из числа тех, которые могли быть использованы на вычислительной технике разработчика или 3) вначале было разработано средство и лишь потом были найдены приложения для проверки его - т.е. результат поиска парадигмы задач.

Несмотря на то, что не имеется простых ответов, мы можем предложить несколько основных, рекомендаций для принятия решения о том, какое инструментальное средство является подходящим для конкретного вида работы, являющегося составной частью процесса решения задачи. Полезно разбить выбор средства на два этапа: сначала средство выбирается, а затем оно оценивается. Мы обсудим каждый из этих этапов, а затем решим, действительно ли средство, являющееся наилучшим для разработки



экспертной системы, является также наилучшим для использования в окончательном продукте.

### **Вопросы, которые нужно задать при выборе средства**

Имеется шесть основных опросов, которые следует задать при выборе инструментального средства:

- Удовлетворяет ли данное средство бригаду разработчиков по предоставляемым им возможностям?

- Достаточно ли обеспечиваемая инструментальным средством поддержка для разработки системы в отведенные для этого сроки?

- Надежно ли выбираемое средство?

- Поддерживается и ведется ли инструментальное средство?

- Обладает ли средство характеристиками, отвечающими особенностям оставленной задачи?

- Обладает ли средство характеристиками, отвечающими особенностями ожидаемого применения системы?

### **Ограничения процесса разработки**

Разработка экспертной системы требует времени, денег, персонала, вычислительной техники-все это влияет на выбор инструментального средства. В частности, эти факторы влияют на решение о выборе типа средства: язык программирования (например, Лиси) или язык инженерии знаний (например, КЕЕ). Как показано в гл. 8, языки программирования дают большую гибкость, но с другой стороны, они обычно требуют, чтобы разработчик сам проектировал базу знаний и реализовывал механизм логического вывода, управляющий доступом к знаниям. Процесс разработки системы часто удлиняется, если выбран язык программирования, но результат может больше соответствовать особенностям предметной области. С другой стороны, языки инженерии знаний предлагают меньшую гибкость, но содержат больше рекомендаций и готовых механизмов представления знаний и доступа к ним. Разработка системы должна оказаться проще, быстрее и поэтому дешевле при использовании языка инженерии знаний, но в результате созданная система может получиться не такой эффективной, как система, написанная на одном из языков программирования. Руководящий принцип здесь - выбрать то средство, которое компенсирует слабые стороны бригады разработчиков. Слабый, не имеющий достаточного опыта коллектив

сможет добиться большего, располагая более мощным, но менее гибкими инструментальным средством, вроде языка инженерии знаний.

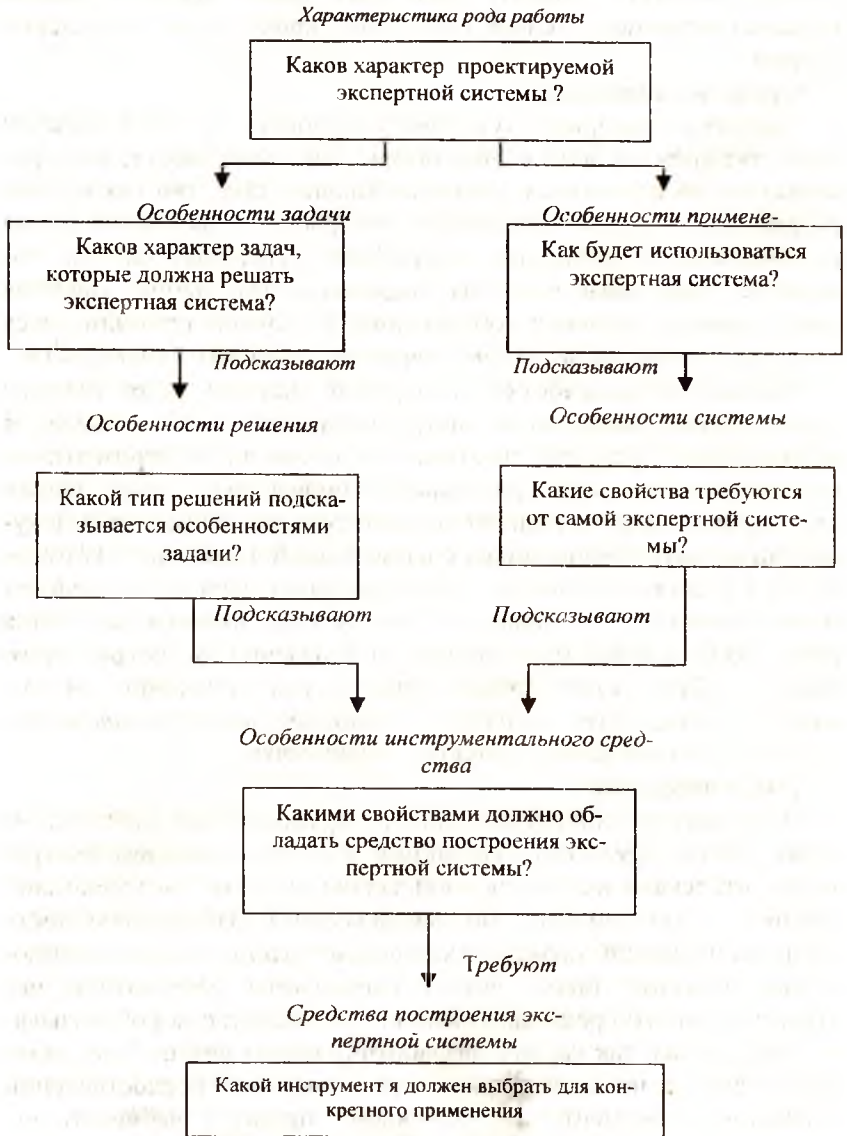
### **Средства поддержки**

Средства поддержки ускоряют разработку и таким образом экономят время и деньги. Чем богаче эти возможности, тем привлекательнее становится инструментальное средство как орудие разработки. Средства поддержки, которыми в настоящее время располагают инструменты построения экспертных систем, например, отладочные средства, редакторы баз знаний, средства ввода вывода, механизм объяснений. Основной принцип здесь *выбрать инструмент с достаточными средствами поддержки*

Надежности разработки экспертной системы будет нанесен существенный ущерб, если инструментальное средство окажется ненадежным. Средство, находящееся в стадии экспериментальной проверки или исследовательской проработки, может создать ряд трудностей из-за неполноты тестирования, устаревшей документации, неустановившихся спецификаций языка программирования. Средство становится более надежным, если им пользуются многочисленные пользователи, если у него имеется репутация робастного, хорошо проверенного и отлаженного программного продукта. Здесь можно дать следующую рекомендацию: - не создавайте *экспертную систему с помощью инструментального средства, находящегося в стадии разработки.*

### **Сопровождение**

Пользователи инструментального средства, как правило, не хотят, чтобы трудности, связанные с сопровождением инструмента, отвлекали их от основной задачи, поэтому им нужен специалист - консультант, поддерживающий работоспособность средства и дающий практические рекомендации по его использованию. Обычно таким лицом оказывается разработчик инструментального средства. Очень старое средство порой вызывает затруднения, так как его разработчик может уже не быть заинтересованным ни в поддержке средства, ни в предоставлении адекватной документации. Основной принцип - *выбираете то средство, которое вам не придется поддерживать самостоятельно во время разработки экспертной системы.*



**Рис.9.** Основа для выбора средства построения экспертных систем.

### **Характеристики рода работы системы**

Как следует из рис 9 характеристики рода работы системы обычно влияют на выбор инструментального средства. Особенности задачи определяют типы решений, которые в свою очередь определяют специфические особенности инструментального средства. Схожим образом, особенности использования экспертной системы будут определять каким и особенностями должна обладать сама система, а от особенностей последней будет зависеть, какими специфическими особенностями должно обладать инструментальное средство. Как только необходимые признаки инструментального средства определены, выбор конкретного инструмента можно судить, рассматривая лишь такие средства, которые обладают наиболее важными из желаемых признаков. Рекомендация: *выберите инструментальное средство, обладающее признаками, обусловленными характером задач и способом применения системы.*

Предположим, что одной из важных особенностей проблемной области является то, что при решении задачи приходится использовать различные типы знаний, а одной из важных особенностей способа применения системы является необходимость обучить пользователя, снабдив его знаниями о проблемной области. Тот факт, что знания об одних и тех же объектах или событиях представляются во многих различных формах, позволяет предположить, что решение будет получено в результате взаимодействия между источниками знаний, т.е. специализированными подсистемами, каждая из которых предназначена для анализа определенного типа знаний и последующей передачи существенных для решения обнаруженных фактов другим подсистемам

### **2.3 Особенности и признаки интеллектуальных информационных систем**

Любая информационная система (ИС) выполняет следующие функции: воспринимает вводимые пользователем информационные запросы и необходимые исходные данные, обрабатывает введенные и хранимые в системе данные в соответствии с известным алгоритмом и формирует требуемую выходную информацию. С точки зрения реализации перечисленных функций ИС

можно рассматривать как фабрику, производящую информацию, в которой заказом является информационный запрос, сырьем-исходные данные, продуктом требуемая информация, а инструментом (оборудованием) - знание, с помощью которого данные преобразуются в информацию.

Знание имеет двойную природу: фактуальную и операционную.

- Фактуальное знание-это осмысленные и понятные данные. Данные сами по себе - это специально организованные знаки на каком-либо носителе.

- Операционное знание-это те общие зависимости между фактами, которые позволяют интерпретировать данные или извлекать из них информацию. Информация по сути это новое, и полезное знание для решения каких-либо задач.

Часто фактуальное знание называют экстенциональным (детализированным), а операционное знание – интенциональным (обобщенным). Процесс извлечения информации, из данных сводится к адекватному соединению операционного и фактуального знаний и в различных типах ИС выполняется по-разному. Самый простой путь ИХ соединения заключается в рамках одной прикладной программы:

**Программа = Алгоритм (Правила преобразования данных  
Управляющая структура) + Структура данных**

Таким образом, операционное знание (алгоритм) и фактуальное знание (структура данных) неотделимы друг от друга. Однако, если в ходе эксплуатации ИС выяснится потребность в модификации одного из, двух компонентов программы, то возникнет необходимость ее переписывания. Это объясняется тем, что полным знанием проблемной области обладает только разработчик ИС, а программа служит «недумающим исполнителем» знания разработчика. Конечный же пользователь вследствие процедурности и машинной ориентированности представления знаний понимает лишь внешнюю сторону процесса обработки данных и никак не может на него влиять.

Следствием перечисленных недостатков является плохая жизнеспособность ИС или неадаптивность к изменениям информа-

ционных потребностей. Кроме того, в силу детерминированности алгоритмов решаемых задач ИС не способна к формированию у пользователя знания о действиях в не полностью определенных ситуациях.

В системах, основанных на обработке баз данных (СБД - Data Base Systems), происходит отделение фактуального и операционного знаний друг от друга. Первое организуется в виде базы данных, второе - в виде программ. Причем программа может автоматически генерироваться по запросу пользователя (например, реализация SQL или QBE запросов). В качестве посредника между программой и базой данных выступает программный инструмент доступа к данным - система управления базой данных (СУБД):

СБД = Программа  $\Leftrightarrow$  СУБД  $\Leftrightarrow$  База данных

Концепция независимости программ от данных позволяет повысить гибкость ИС по выполнению произвольных информационных запросов. Однако, эта гибкость в силу процедурности представления операционного знания имеет четко определенные границы. Для формулирования информационного запроса пользователь должен ясно представлять себе структуру базы данных и до определенной степени алгоритм решения задачи. Следовательно, пользователь должен достаточно хорошо разбираться в проблемной области, в логической структуре базы данных и алгоритме программы. Концептуальная схема базы данных выступает в основном только в роли промежуточного звена в процессе отображения логической структуры данных на структуру данных прикладной программы. Общие недостатки традиционных информационных систем, к которым относятся системы первых двух типов, заключаются в слабой адаптивности к изменениям в предметной области и информационным потребностям пользователей, в невозможности решать плохо формализуемые задачи, с которыми управленческие работники постоянно имеют дело. Перечисленные недостатки, устраняются в интеллектуальных информационных системах (ИИС).

Анализ структуры программы показывает возможность выделения из программы операционного знания (правил преобразования данных) в так называемую базу знаний, которая в декларативной, форме хранит общие для различных задач единицы знаний. При этом управляющая структура приобретает характер

универсального механизма решения задач (механизма вывода), который связывает единицы знаний в исполняемые цепочки (генерируемые алгоритмы) в зависимости от конкретной постановки задачи (сформулированной в запросе цели и исходных условий). Такие ИС становятся системами, основанными на обработке знаний (СБЗ - Knowledge Base (Based) Systems):

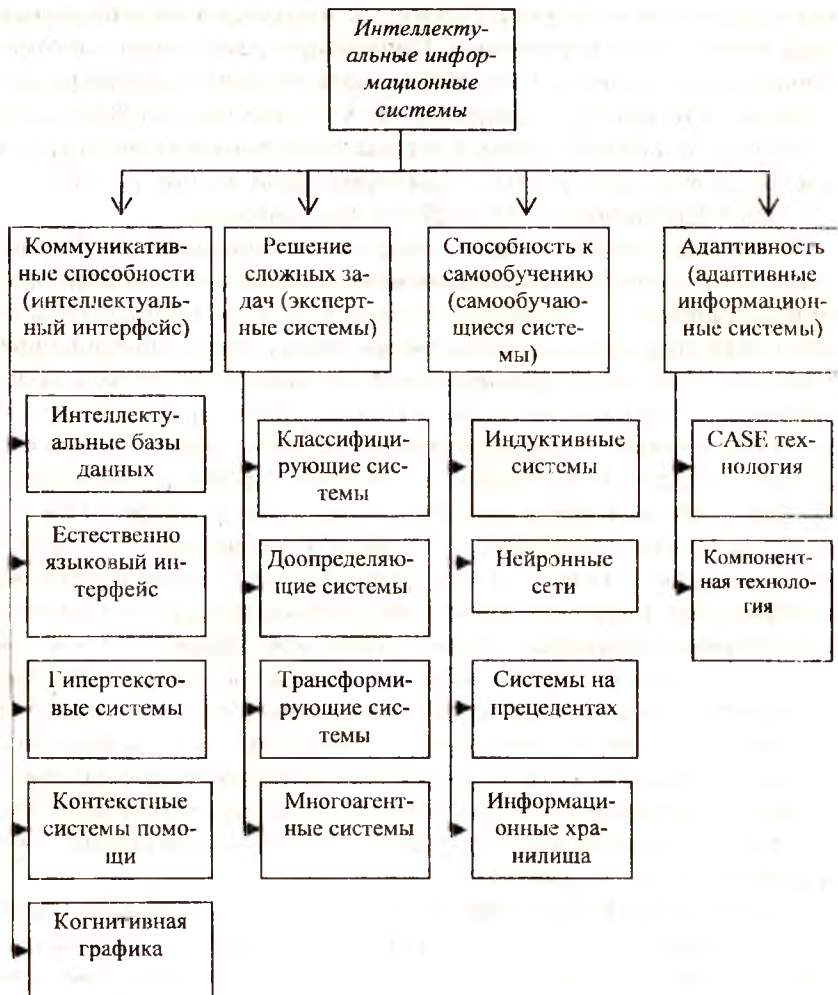


рис. 10. Классификация ИИС

СБЗ = База знаний  $\Leftrightarrow$  Управляющая структура  $\Leftrightarrow$  База данных  
(Механизм вывода)

Следующим шагом, в развитии интеллектуальных информационных систем является выделение в самостоятельную подсистему или репозиторий метазнания, описывающего структуру операционного и фактуального знания и отражающего модель проблемной области. В таких системах и программы, и структуры данных генерируются или komponуются из единиц знаний, описанных в репозитории, каждый раз при изменении модели проблемной области. Будем называть ИИС, обрабатывающие метазнание, системами, основанными, на моделях (СБМ - Model Based Systems):

СБМ = Репозиторий  $\Leftrightarrow$  Механизм  $\Rightarrow$  База данных  
(Модель данных генерации  
Модель операций или  $\Rightarrow$  Программы  
Правила связи) конфигурации

Для интеллектуальных-информационных систем, ориентированных на генерацию алгоритмов решения задач, характерны следующие признаки:

- развитые коммуникативные способности ,
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи,
- способность к самообучению,
- адаптивность.

Коммуникативные способности ИИС характеризуют способ взаимодействия (интерфейса) конечного толкователя с системой, в частности, возможность формулирования произвольного запроса в диалоге с ИИС на языке, максимально приближенном к естественному

Сложные плохо формализуемые задачи - это задачи, которые, требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний. Способность к самообучению - это возможность автоматического извлечения знаний для решения задач из накопленного опыта конкретных ситуаций.

Адаптивность - способность к развитию системы, в соответствии с объективными изменениями модели проблемной области.

В различных ИИС перечисленные признаки Интел-



лектуальности развиты в неодинаковой степени и редко, когда все, четыре признака реализуются одновременно. Условно каждому из признаков интеллектуальности соответствует свой класс ИИС (рис.10. ):

- Системы с интеллектуальным интерфейсом;
- Экспертные системы;
- Самообучающиеся системы;
- Адаптивные системы.

### 2.3.1 Системы с интеллектуальным интерфейсом

Интеллектуальные базы данных отличаются от обычных баз данных возможностью выборки по запросу необходимой информации, которая может явно не храниться, а выводиться из имеющейся в базе данных. Примерами таких запросов могут *быть* следующие:

- «Вывести список товаров, цена которых выше средне-отраслевой»,
- «Вывести список товаров-заменителей некоторой продукции»,
- «Вывести список потенциальных покупателей некоторого товара» и.т; д.

Для выполнения первого типа, запроса необходимо сначала проведение статистического расчета, средне отраслевой цены по всей базе данных, а уже после этого собственно отбор данных. Для выполнения второго типа запроса необходимо вывести, значения характерных признаков объекта, а затем поиск по ним аналогичных объектов. Для третьего типа запроса требуется сначала определить список посредников-продавцов, выполняющих продажу данного товара, а затем провести поиск связанных с ними покупателей.

Во всех перечисленных типах запросов требуется осуществить поиск по условию, которое должно *быть* доопределено в ходе решения задачи. Интеллектуальная система без помощи пользователя по структуре базы данных сама строит путь доступа к файлам данных. Формулирование запроса осуществляется в диалоге с пользователем, последовательность шагов которого выполняется в максимально удобной для пользователя форме.

Запрос к базе данных; формулируется и с помощью естественно – языкового интерфейса.

Естественно-языковой интерфейс предполагает трансляцию естественно-языковых конструкций на внутримашинный уровень представления знаний. Для этого необходимо решать задачи морфологического, синтаксического и семантического анализа и синтеза высказываний на естественном языке. Так, морфологический анализ предполагает распознавание и проверку правильности написания слов по словарям, синтаксический контроль – разложение входных сообщений на отдельные компоненты (определение структуры) с проверкой соответствия грамматическим правилам внутреннего представления знаний и выявления недостающих частей и, наконец, семантический анализ – установление смысловой правильности синтаксических конструкций. Синтез высказываний решает обратную задачу преобразования внутреннего представления информации в естественно-языковое.

- естественно-языковой интерфейс используется для:
- доступа к интеллектуальным базам данных;
- контекстного поиска документальной текстовой информации;
- голосового ввода команд в системах управления;
- машинного перевода с иностранных языков.

Гипертекстовые системы предназначены для реализации поиска по ключевым словам в базах текстовой информации. Интеллектуальные, гипертекстовые системы отличаются возможностью более сложной семантической организации ключевых слов, которая отражает различные смысловые отношения терминов. Таким образом, механизм поиска работает прежде всего с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом. В более широком плане сказанное распространяется и на поиск мультимедийной информации, включающей помимо текстовой и цифровой информации графические, аудио и видео-образы.

Системы контекстной помощи можно рассматривать как частный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В отличие от обычных систем помощи, навязывающих пользователю схему поиска требуемой информации, в системах контекстной помощи пользователь описывает проблему

(ситуацию), а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует и сама выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний (Knowledge Publishing) и создаются как приложение к системам документации (например, технической документации по эксплуатации товаров).

Системы когнитивной графики позволяют осуществлять интерфейс пользователя с ИИС с помощью графических образов, которые генерируются в соответствии с прбисходящими событиями. Такие системы используются в мониторинге и управлении оперативными процессами. Графические образы в наглядном и интегрированном виде описывают множество параметров изучаемой ситуации. Например, состояние сложного управляемого объекта отображается в виде человеческого лица, на котором каждая черта отвечает за какой-либо параметр, а общее выражение лица дает интегрированную характеристику ситуации системы. Когнитивной графики широко используются также в обучающих и тренажерных системах на основе использования принципов виртуальной реальности, когда графические образы моделируют ситуации, в которых обучаемому необходимо принимать решения и выполнять определенные действия.

### 2.3.2 Архитектура экспертной системы

*Назначение экспертных систем* заключается в решении достаточно трудных для экспертов задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области. Достоинство применения экспертных систем заключается в возможности принятия решений в уникальных ситуациях, для которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний. Причем решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов.

Экспертная система является инструментом, усиливающим интеллектуальные способности эксперта, и может выполнять следующие роли:

- консультанта для неопытных или непрофессиональных пользователей;
- ассистента в связи с необходимостью анализа экспертом различных вариантов принятия решений;
- партнера эксперта по вопросам, относящимся к источникам знаний из смежных областей деятельности.

Экспертные системы используются во многих областях, среди которых лидирует сегмент приложений в бизнесе (рис 11)

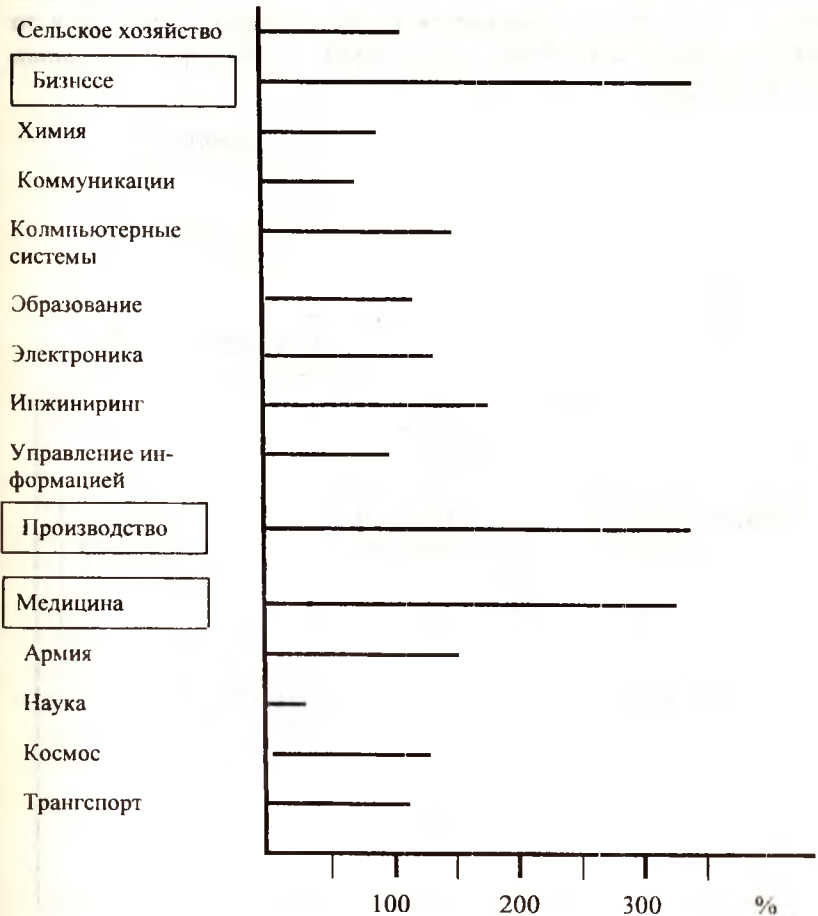


Рис 11. Области применения экспертных систем

Архитектура экспертной системы (рис.12 включает в себя два основных компонента: базу, знаний' (хранилище единиц знаний) и программный инструмент доступа и обработки знаний, состоящий из механизмов вывода заключений (решения), приобретения знаний, объяснения получаемых результатов и интеллектуально-го интерфейса. Причем центральным компонентом экспертной системы является база знаний, которая выступает по отношению к другим компонентам как содержательная подсистема, составляющая основную ценность. "Knowhow" базы знаний хорошей экспертной системы оценивается в *сотни тысяч долларов*, в то время как программный инструментарий – в *тысячи или десятки тысяч долларов*



Рис. 12. Архитектура ЭС

База знаний - это совокупность единиц знаний, которые представляют собой формализованное с помощью некоторого метода представления знаний отражение объектов проблемной области и их, взаимосвязей, действий над объектами и, возможно, неопределенно с которыми эти действия осуществляются.

В качестве методов представления знаний чаще всего используется либо правила, либо объекты (фреймы), либо их комбинация. Так, правила представляют собой конструкции:

Если <условие>

То <заключение> CF (Фактор определенности) <значение>

В качестве факторов определенности, (CF), как правило, выступают либо условные вероятности байесовского подхода (от 0 до 1), либо коэффициенты уверенности нечеткой логики (от 0 до 100). Примеры правил имеют следующий вид:

Правило 1: Если Коэффициент рентабельности  $> 0.2$

То Рентабельность «удовл» CF 100

Правило 2: Если Задолженность = «нет» и, Рентабельность = «удовл»

То Финансовое сост. = «удовл» CF 80

Правило 3: Если Финансовое сост. = «удовл» и

Репутация = «удовл»

То Надежность предприятия = «удовл» CF 90

Объекты представляют собой совокупность атрибутов, описывающих свойства и отношения с другими объектами. В отличие от записей баз данных каждый объект имеет уникальное имя. Часть атрибутов отражают типизированные отношения, такие как «род – вид» (super-class - sub-class), «целое – часть» и др. Вместо конкретных значений атрибутов объектов могут задаваться значения по умолчанию (указатель наследования атрибутов устанавливается в S), присущие целым классам объектов, или присоединенные процедуры (Process).

### 2.3.3 Классы экспертных систем

По степени сложности решаемых задач экспертные системы можно классифицировать следующим образом:

- По способу формирования решения экспертные системы

разделяются на два класса: аналитические и синтетические. Аналитические системы предполагают выбор решений из множества известных альтернатив (определение характеристик объектов), а синтетические системы - генерацию неизвестных решений (формирование - объектов).

- *По способу учета временного признака* экспертные системы могут быть статическими или динамическими. Статические системы решают задачи при неизменяемых в процессе решения данных и знаниях, динамические системы допускают такие изменения. Статические системы осуществляют монотонное непрерываемое решение задачи от ввода исходных данных до конечного результата, динамические системы предусматривают возможность пересмотра в процессе решения полученных ранее результатов и данных.

- *По видам используемых данных и знаний* экспертные системы классифицируются на системы с детерминированными (четко определенными) знаниями и неопределенными знаниями. Под неопределенностью знаний (данных) понимается их неполнота (отсутствие), недостоверность (неточность измерения), двусмысленность (многозначность понятий), нечеткость (качественная оценка вместо количественной).

- *По числу используемых источников знаний* экспертные системы могут быть построены с использованием одного или множества источников знаний. Источники знаний могут быть альтернативными (множество миров) или дополняющими друг друга (кооперирующими).

В соответствии с пере численными признаками классификации, как правило, выделяются следующие черты основанные класса экспертных систем (рис.13)

Классифицирующие экспертные системы. К аналитическим задачам прежде всего относятся задачи распознавания различных ситуаций, когда по набору заданных признаков (факторов) выявляется сущность некоторой ситуации, в зависимости от которой выбирается определенная последовательность действий. Таким образом, в соответствии с исходными условиями среди альтернативных решений находится одно, наилучшим образом удовлетворяющее поставленной цели и ограничениям.

Экспертные системы, решающие задачи распознавания ситуа-

ций, называются классифицирующими, поскольку определяют принадлежность анализируемой ситуации к некоторому классу. В качестве основного метода формирования решений' используется метод дедуктивного вывода от общего к частному, когда путем подстановки исходных данных в некоторую совокупность взаимосвязанных общих утверждений получается частное заключение.

	Анализ	Синтез	
<b>Детерминированность знаний</b>	Классифицирующие	Трансформирующие	<b>Один источник знаний</b>
<b>Неопределенность знаний</b>	Доопределяющие	Многоагентные	<b>Множество источн. знаний</b>
	<b>Статика</b>	<b>Динамика</b>	

Рис.13. Классы экспертных систем

Доопределяющие экспертные системы. Более сложный тип аналитических задач представляют задачи, которые решаются на основе неопределенных исходных данных и применяемых знаний. В этом случае экспертная система должна как бы доопределять недостающие знания, а в пространстве решений может получаться несколько возможных решений с различной вероятностью или уверенностью в необходимости их выполнения. В качестве методов работы с неопределенностями могут использоваться байесовский, вероятностный подход, коэффициенты уверенности, нечеткая логика.

Доопределяющие экспертные системы могут использовать для формирования решения несколько источников знаний. В этом случае могут использоваться эвристические приемы выбора единиц знаний из их конфликтного набора, например, на основе использования приоритетов важности, или получаемой степени определенности результата, или значений функций предпочтений и т. д.

Для аналитических задач классифицирующего и доопределяющего типов характерны следующие проблемные области:

- Интерпретация данных выбор решения из фиксированного множества альтернатив на базе введенной информации о те-



кушей ситуации. Основное назначение - определений сущности рассматриваемой ситуации, выбор гипотез, исходя из фактов. Типичным примером является экспертная система анализа финансового состояния предприятия.

- Диагностика-выявление причин, приведших к возникновению ситуации. Требуется предварительная интерпретация ситуации с последующей проверкой дополнительных фактов, например, выявление факторов снижения эффективности производства.

- Коррекция-диагностика, дополненная возможностью оценки и рекомендации действий по исправлению отклонений *от* нормального состояния рассматриваемых ситуаций

- Трансформирующие экспертные системы. В отличие *от* аналитических статических экспертных систем синтезирующие динамические экспертные системы предполагают повторяющееся преобразование знаний в процессе решения задач, что связано с характером результата, который нельзя заранее предопределить, а также с динамичностью самой проблемной области.

В качестве методов решения задач в трансформирующих экспертных системах используются разновидности гипотетического вывода:

- генерации и тестирования, когда по исходным данным осуществляется генерация гипотез, а затем проверка сформулированных гипотез на подтверждение поступающими фактами;

- предположений и умолчаний, когда по неполным данным подбираются знания аналогичных классах объектов, которые в дальнейшем динамически адаптируются к конкретной ситуации в зависимости от ее развития;

- использование общих закономерностей (метауправления) в случае неизвестных ситуаций, позволяющих генерировать недостающее знание.

Многоагентные системы. Для таких динамических систем характерна интеграция в базе знаний нескольких разнородных источников знаний, обменивающихся между собой получаемыми результатами на динамической основе.

Для многоагентных систем характерны следующие особенности;

- проведение альтернативных рассуждений на основе ис-

пользования различных источников знаний с механизмом устранения противоречий;

- распределенное решение проблем, которые разбиваются на параллельно решаемые под проблемы, соответствующие самостоятельным источникам знаний;

- применение множества стратегий работы механизма вывода заключений в зависимости от типа решаемой проблемы;

- обработка больших массивов данных, содержащихся в базе данных;

- использование различных математических моделей и внешних процедур, хранимых в базе моделей;

- способность прерывания решения задач в связи с необходимостью получения дополнительных данных, и знаний от пользователей, моделей, параллельно решаемых под проблем.

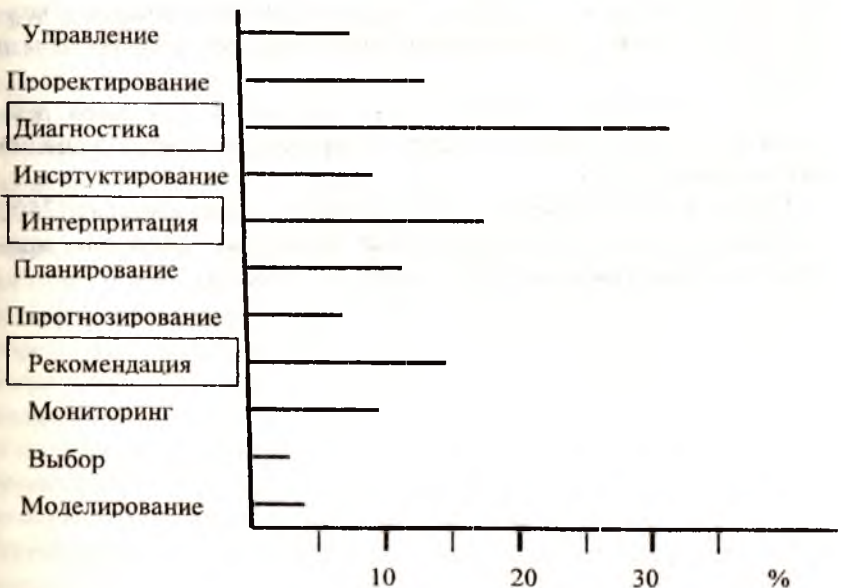


Рис. 14. Проблемные области экспертных систем

Для синтезирующих динамических экспертных систем наиболее применимы следующие *проблемные области*:

- Проектирование-определение конфигурации объектов с

точки зрения достижения заданных критериев эффективности и ограничений, например, проектирование бюджета предприятия или портфеля инвестиций.

- Прогнозирование-предсказание последствий развития текущих ситуаций на основе математического и эвристического моделирования, например, прогнозирование трендов на биржевых торгах.

- Диспетчирование - распределение работ во составление рас-писаний, например, планирование графика освоения капиталовложений.

- Планирование-выбор последовательности действий пользователей по достижению поставленной цели, например, планирование процессов поставки продукции.

- Мониторинг-слежение за текущей ситуацией с возможной последующей коррекцией. Для этого выполняется диагностика, прогнозирование, а в случае необходимости планирование и коррекция действий пользователей, например, мониторинг сбыта готовой.

- Управление-мониторинг, дополненный реализацией действий в автоматических системах, например, принятие решений на биржевых торгах.

По данным публикации 12 в которой проводится анализ 12500 действующих систем, распределение экспертных систем по проблемным областям имеет следующий вид (рис.14)

## ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

### 3.1 Этапы создания экспертной системы

Слабая формализуемость процесса принятия решений, его альтернативность и нечеткость, качественная, и символическая природа используемых знаний, динамичность изменения проблемной области все эти характерные особенности применения экспертных систем обуславливают сложность и большую трудоемкость их разработки по сравнению с другими подклассами ИИС.

Извлечение знаний при создании экспертной системы предполагает изучение множества источников знаний, к которым относятся специальная литература, базы фактуальных знаний, отчеты о решении аналогичных проблем, а самое главное, опыт работы специалистов в исследуемой проблемной области — экспертов. Успех проектирования экспертной системы во многом определяется тем, насколько компетентны привлекаемые к разработке эксперты и насколько они способны передать свой опыт инженерам по знаниям. Вместе с тем, эксперты не имеют представления о возможностях и ограничениях ЭС. Следовательно, процесс разработки ЭС должен быть организован инженерами по знаниям таким образом, чтобы в процессе их итеративного взаимодействия с экспертами они получили весь необходимый объем знаний для решения четко очерченных проблем. Этапы проектирования экспертной системы представлены на рис.15

На начальных этапах идентификации и концептуализации, связанных с определением контуров будущей системы, инженер по знаниям выступает в роли ученика, а эксперт в роли учителя, мастера. На заключительных этапах реализации и тестирования инженер по знаниям демонстрирует результаты разработки, аде-

кватность которых проблемной области оценивает эксперт. На этапе тестирования это могут быть совершенно другие эксперты. На этапе тестирования созданные экспертные системы оцениваются с позиции двух основных групп критериев: точности и полезности.

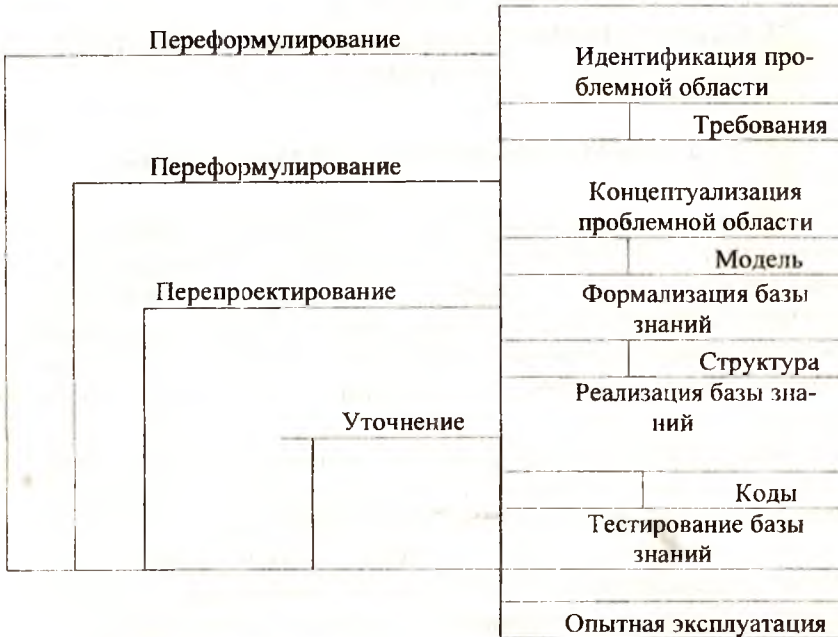


Рис. 15. Этапы проектирование экспертной системы

С точностью работы связаны такие характеристики, как правильность делаемых заключений, адекватность базы знаний проблемной области, соответствие применяемых методов решения, экспертным проблемам. Поэтому конечные оценки системе ставят специалисты в проблемной области-эксперты. Полезность же экспертной системы, характеризуется степенью удовлетворения требований пользователя в части получения необходимых рекомендаций, легкости и естественности с системой, надежности, производительности и стоимости эксплуатации, способности обоснования решений и обучения, настройки на изменение потребностей. Оценивание экспертной системы осуществляется по

набору тестовых примеров, как из предшествующей практики экспертов так и специально подобранных ситуаций. Результаты тестирования подлежат статистической обработке, после чего делаются выводы о степени точности работы экспертной системы.

Следующий этап жизненного цикла экспертной системы внедрение и опытная эксплуатация в массовом порядке без непосредственного контроля со стороны разработчиков и переход от тестовых примеров к решению реальных задач. Важнейшим критерием оценки становятся соотношение стоимости системы и ее эффективности. На этом этапе осуществляется сбор критических замечаний и внесение необходимых изменений. В результате опытной эксплуатации может потребоваться разработка новых специализированных версий, учитывающих особенности проблемных областей.

Таблица 2

Приемы	Описание
1. Наблюдение	Инженер наблюдает, не вмешиваясь, за тем, как эксперт решает реальную задачу
2. Обсуждение задачи	Инженер на представительном множестве задач неформально обсуждает с экспертом данные, знания и процедуры решения
3. Описание задачи	Эксперт описывает решение задач для типичных запросов
4. Анализ решения	Эксперт комментирует получаемые результаты решения задач, детализируя ход рассуждений
5. Проверка системы	Эксперт предлагает инженеру перечень задач для решения (от простых до сложных), которые решаются разработанной системой
6. Исследование системы	Эксперт исследует и критикует структуру базы знаний и работу механизма вывода
7. Оценка системы	Инженер предлагает новым экспертам оценить решения разработанной системы

На всех этапах разработки инженер по знаниям играет активную роль, а эксперт - пассивную. По мере развития самообучающихся свойств экспертных систем роль инженера по знаниям уменьшается, а активное поведение заинтересованного в эффек-

тивной работе экспертной системы пользователя–эксперта возрастает. Описание приемов извлечения знаний инженерами знаний представлено в таблице 2

Первые два этапа разработки экспертной системы составляют логическую стадию, не связанную с применением четко определенного инструментального средства. Последующие этапы реализуются в рамках физического создания проекта на базе выбранного инструментального средства. Вместе с тем, процесс создания, экспертной системы, как сложного программного продукта, имеет смысл выполнять методом прототипного проектирования, сущность которого сводится к постоянному наращиванию базы знаний, начиная с логической стадии. Технология разработки прототипов представлена в таблице 3

Таблица 3

Этап разработки	Характер прототипа	Количество правил	Срок разработки	Стоимость
Идентификация	Демонстрационный	50-100	1-2 мес.	
Концептуализация	Исследовательский	200-500	3-6 мес.	25-50г.\$
Формализация	Действующий	500-1000	6-12 мес.	
Реализация	Промышленный	1000-1500	1-1,5 года	300г.\$
Опытная эксплуатация	Коммерческий	1500-3000	1,5-3 года	2-5 млн. \$

Прототипная технология создания экспертной системы означает, что простейший прототип будущей системы реализуется с помощью любого подручного инструментального средства еще на этапах идентификации и концептуализации, в дальнейшем этот прототип детализируется, концептуальная модель уточняется, реализация выполняется в среде окончательно выбранного инструментального средства. После каждого этапа возможны итеративные возвраты на уже выполненные этапы проектирования, что способствует постепенному проникновению инженера по знаниям в глубину решаемых проблем, эффективности использования выделенных ресурсов, сокращению времени разработки, постоянному улучшению компетентности и производи-

тельности системы. Пример разработки экспертной системы гарантирования (страхования) коммерческих займов CLUES (loan underwriting expert systems) представлен в таблице 4

Таблица 4

Период времени	Этап
Ноябрь 1991 г.	Постановка проблемы
Январь 1992 г.	Создание отдела ЭС
Февраль-апрель 1992г	Интервьюирование экспертов
Апрель-май 1992 г.	Моделирование и создание первого прототипа
Май-июнь 1992 г.	Кодирование (реализация)
Июнь-сентябрь 1992 г.	Внутреннее тестирование. Системная интеграция
Сентябрь-декабрь 1992г	Альфа-тестирование на известных- примерах
Декабрь-январь 1993г	Бета-тестирование на реальных примерах
Февраль 1993 г.	Внедрение в отрасли розничной торговли (20% кредитов)
Май 1993 г.	Внедрение в потребительский сектор (10% кредитов)
Август 1993 г.	Внедрение в отрасли оптовой торговли (35%кредитов)
Февраль 1994 г.	Внедрение в корреспондентскую сеть (35% кредитов)

Эта система создавалась в интегрированной среде ART группой разработчиков в составе одного менеджера проекта, двух инженеров по знаниям, двух программистов, ответственных за сопряжение ЭС с существующей информационной системой и аналитическим инструментом, одного контролера качества. Сложность созданной системы: 1000 правил, 180 функций, 120 объектов. Эффективность: при оценке 8500 кредитов в месяц годовая экономия на обработке информации составляет 0,91 млн. долл., при 30000 кредитов - 2,7 млн. долл. При этом в 50% случаев система принимает самостоятельные решения, в остальных случаях дает экспертам диагностику возникающих проблем. Время оценки кредита сократилось с .50 минут до 10-15 минут.



Перечисленные показатели эффективности позволили компании Contrywide расширить сферу своей деятельности во всех штатах США и увеличить оборот с 1 млрд. долл. месяц в 1991 году до 5 млрд. долл. в 1993 году.

### 3.2 Идентификация проблемной области

Этап идентификации проблемной области включает определение назначения и сферы применения экспертной системы, подбор экспертов и группы инженеров по знаниям, выделение ресурсов, постановку и параметризацию решаемых задач.

Начало работ по созданию экспертной системы инициируют руководители компаний (предприятий, учреждений). Обычно необходимость разработки экспертной системы в той или иной сфере деятельности связана с затруднениями лиц, принимающих решение, что сказывается на эффективности функционирования проблемной области. Эти затруднения могут быть обусловлены недостаточным опытом работы в данной области, сложностью постоянного привлечения экспертов, нехваткой трудовых ресурсов для решения простых интеллектуальных задач, необходимостью интеграции разнообразных источников знаний. Как правило, назначение экспертной системы связано с одной из следующих областей:

- обучение и консультация неопытных пользователей;
- распространение и использование уникального опыта экспертов;
- автоматизация работы экспертов по принятию решений;
- оптимизация решения проблем, выдвижение и проверка гипотез.

Сфера применения экспертной системы характеризует тот круг задач, который подлежит формализации, например, «оценка финансового состояния предприятия» «выбор поставщика продукции» «формирование маркетинговой стратегии» и т.д. Обычно сложность решаемых в экспертной системе проблем должна соответствовать трудоемкости работы эксперта в течение нескольких часов. Более сложные задачи имеет смысл разбивать на совокупности взаимосвязанных задач, которые подлежат разработке в рамках нескольких, экспертных систем.

## Стратегии разработки экспертных систем

Таблица 5

	Широкий набор задач	Концентрированный набор задач	Комплексный набор задач
Назначение	Автоматизация	Стандартизация, повышение качества	Реорганизация бизнес - процессов
Требования к разработчикам	Эксперты-пользователи	Профессиональные команды	Междисциплинарные команды
Стоимость	Низкая на проект	Высокая на проект	Высокая на проект
Риск	Диверсифицированный	Концентрированный	Концентрированный
Примеры	DuPont du Nemours Оболочка Insight Plus сотни экспертных систем. Сотни правил в каждой ЭС	DEC, ЭС Конфигурирования компьютеров XCON, продажи XSEL 17000 правил, эффект 27 млн. долл.	Херох Среда разработки информационной системы ART- Enterprise (Inference) Интеллект моделирование ReThink (Gensym)

Ограничивающими факторами и на разработку экспертной системы выступают отводимые сроки, финансовые ресурсы и программно-техническая среда. От этих ограничений, зависит количественный и качественный состав групп инженеров по знаниям и экспертов, глубина прорабатываемых вопросов, адекватность и эффективность решения проблем. Обычно различают три стратегии разработки экспертных систем (таблица 5)

- широкий набор задач, каждая из которых ориентирована на узкую проблемную область;
- концентрированный набор задач, определяющий основные направления повышения эффективности функционирования экономического объекта;
- комплексный набор задач, определяющий организацию всей деятельности экономического объекта.

После предварительного определения контуров разрабатываемой экспертной системы инженеры по знаниям совместно с

экспертами осуществляют более детальную постановку проблем и параметризацию системы. К основным параметрам проблемной области относятся следующие:

- класс решаемых задач (интерпретация, диагностика, коррекция, прогнозирование, планирование, проектирование, мониторинг, управление);
- критерии эффективности результатов решения задач (минимизация использования ресурсов, повышение качества продукции и обслуживания, ускорение оборачиваемости капитала и т.д.);
- критерии эффективности процесса решения, задач (повышение точности принимаемых решений, учет большего числа факторов, просчет большего числа альтернативных вариантов, адаптивность к изменениям проблемной области и информационных потребностей пользователей, сокращение сроков принятия решений);
- цели решаемых задач (выбор из альтернатив, например, выбор поставщика или синтез значения, например, распределение бюджета по статьям);
- подцели (разбиение задачи на подзадачи, для каждой из которых определяется своя цель);
- исходные данные (совокупность используемых факторов);
- особенности используемых знаний (детерминированность неопределенность, статичность динамичность, одноцелевая много-целевая направленность, единственность множественность источников знаний).

### 3.3 Построение концептуальной модели

На этапе построения концептуальной модели создается целостное и системное описание, используемых, знаний, отражающее сущность функционирования проблемной области. От качества построения концептуальной модели проблемной области во многом зависит насколько часто в дальнейшем по мере развития проекта будет, выполняться перепроектирование базы знаний. Хорошая концептуальная модель может только уточняться (детализироваться или упрощаться), но не перестраиваться.



**Рис 16.** Классификация методов представления знаний

Результат концептуализации проблемной области обычно фиксируется в виде наглядных графических схем на объектном, функциональном и поведенческом уровнях моделирования:

- объектная модель описывает структуру предметной области как совокупности взаимосвязанных объектов;

- функциональная модель отражает действия и преобразования над объектами;

**Семантическая сеть** отображает разнообразные отношения объектов;

**Фреймовая модель**, как частный случай семантической сети, использует для реализации операционного знания присоединенные процедуры;

**Объектно-ориентированная модель**, как развитие фреймовой модели, реализуя обмен сообщениями между объектами, в большей степени ориентирована на решение динамических задач и отражение поведенческой модели.

## ГЛАВА 4 РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ЭКОНОМИКЕ

### 4.1 Особенности экспертных систем экономического анализа

Архитектура экспертной системы экономического анализа (особенности формирования базы знаний, выбора методов логического вывода, пользовательского интерфейса) во многом зависит от целей и глубины анализа: внешнего (для сторонних организаций) или внутреннего (для самого предприятия).

Целью внешнего анализа предприятия является определение общего состояния предприятия, т.е. интерпретация его экономического положения с точки зрения выявления возможностей эффективного взаимодействия с ним внешних организаций. Таким анализом занимаются банки при выдаче кредитов, инвесторы при размещении, своего капитала, фирмы-партнеры при осуществлении закупочно - сбытовой или подрядной деятельности.

Наиболее зарекомендовавшим себя методом внешнего анализа, интегрирующим множество различных экономических показателей предприятия, служит рейтинговый метод, который формирует "снизу - вверх" интегральную оценку финансового состояния предприятия.

Примером экспертной системы внешнего анализа является система оценки кредитоспособности предприятия EvEnt (рис.17) в которой общая оценка кредитоспособности суммируется из оценок отдельных факторов с учетом их весовой значимости на общую оценку по формуле:

$$O_i = \sum_j (W_{ij} * O_{ij}),$$

где  $O_{ij}$  - оценка влияния  $j$ -го фактора на  $i$ : - й вышестоящий

фактор по некоторой числовой шкале, а  $W_{ij}$  - вес (коэффициент) влияния  $j$ -го фактора на  $i$ -й фактор.



**Рис.17.** Оценка кредитоспособности предприятия

Правила базы знаний оценивают отдельные факторы, реализуя так называемый дизъюнктивный (независимый) подход к построению правил. Примеры правил имеют следующий вид:

IF: Управление = «удовлетворительно»  
 THEN: Фин. состояние += «удовлетворительно» cf 40

IF: Финансовая структура = «удовлетворительно»  
 THEN: Фин. состояние += «удовлетворительно» cf 60

Ограничения метода классификации ситуаций (конъюнктивного подхода) по сравнению с рейтинговым методом (дизъюнктивным подходом) при использовании правил принятия решений

связаны с необходимостью жесткого задания всех признаков классификации по соответствующему пути дерева решения. Отсутствие хотя бы одного из признаков может привести к неудаче логического вывода.

Для внутреннего экономического анализа свойственен поиск направлений повышения эффективности деятельности предприятия, т.е. диагностика узких мест и определение рекомендаций по их устранению.

В основе диагностики лежит метод последовательной декомпозиции "сверху - вниз" или дезагрегации "целое - часть", когда проблема последовательно разбивается на подпроблемы, пока на каком-либо уровне не станет ясным, какая под проблема в действительности имеет место. Примером применения декомпозиционного метода к построению экспертных систем служит система внутреннего финансового анализа FINEX (Рис.18)

В случае применения экспертной системы внутреннего финансового анализа FINEX экспертиза осуществляется автоматически на основе введенных данных финансовой отчетности. При этом анализ финансовых показателей выполняется последовательно по принципу "сверху - вниз" и "слева - направо" в соответствии с деревом взаимосвязи показателей. В случае обнаружения некоторого "узкого места" (неудовлетворительного значения показателя) может быть включен диалоговый режим работы экспертной системы, в котором система последовательно опрашивает пользователя на предмет качественной оценки тех или иных процессов, причем вопросы задаются в порядке, зависящем от предыдущих ответов.

Для проведения комплексного экономического анализа предприятия целесообразно комбинировать применение описанных выше методов к построению наборов правил. В МЭСИ разработан исследовательский прототип экспертной системы "Финансовый анализ предприятий" в среде интегрированного ППП Интерэксперт (GURU), реализующий и рейтинговый, и классификационный, и декомпозиционный методы анализа;

Функциями экспертной системы финансового анализа предприятия являются:

- ввод и проверка правильности составления бухгалтерской отчетности;
- анализ финансового состояния предприятия;



- анализ результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия и диагностика эффективности использования ресурсов процедурами, использующими необходимую информацию непосредственно из базы данных.

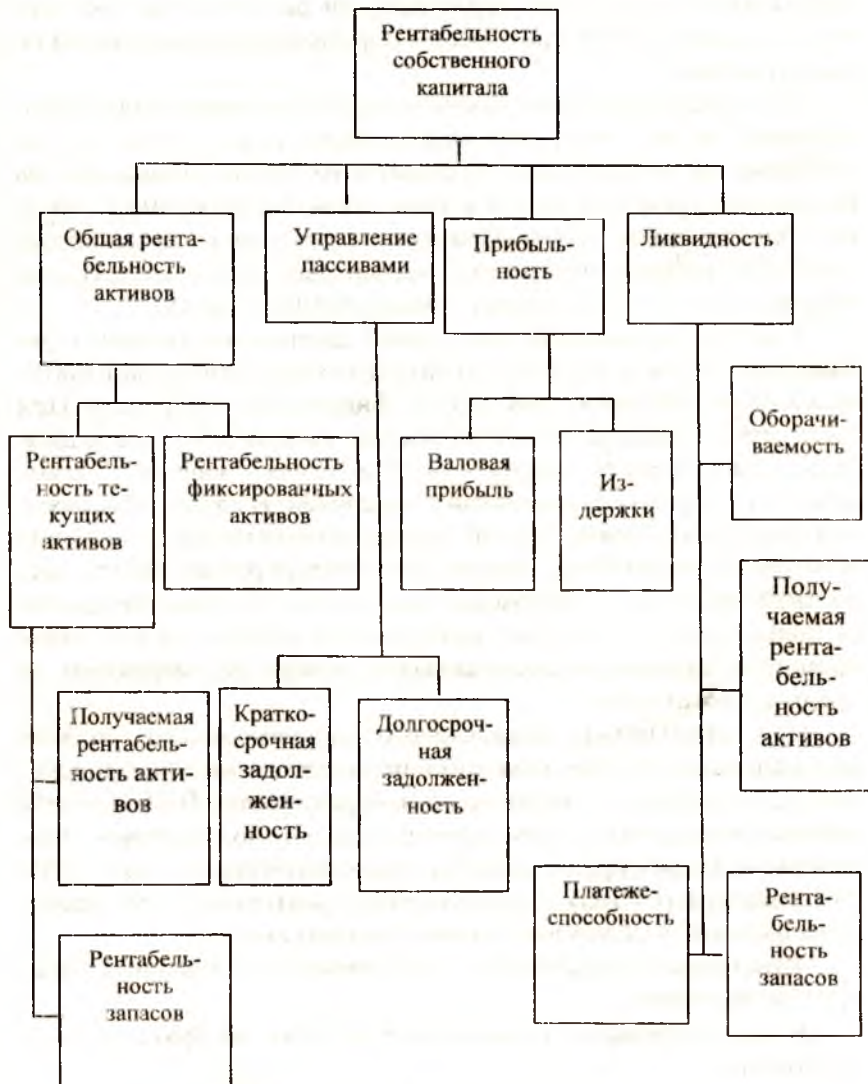


Рис. 18. Диагностика рентабельности предприятия

## 4.2 Экспертная система анализа эффективности результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия

Для детального внутреннего анализа результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия может быть использована экспертная система, последовательно анализирующая факторы, влияющие на рентабельность предприятия.

Рентабельность предприятия, являющаяся интегральной оценивающей характеристикой эффективности его финансово-хозяйственной деятельности, рассчитывается как отношение, полученного дохода (прибыли) к средней величине использования

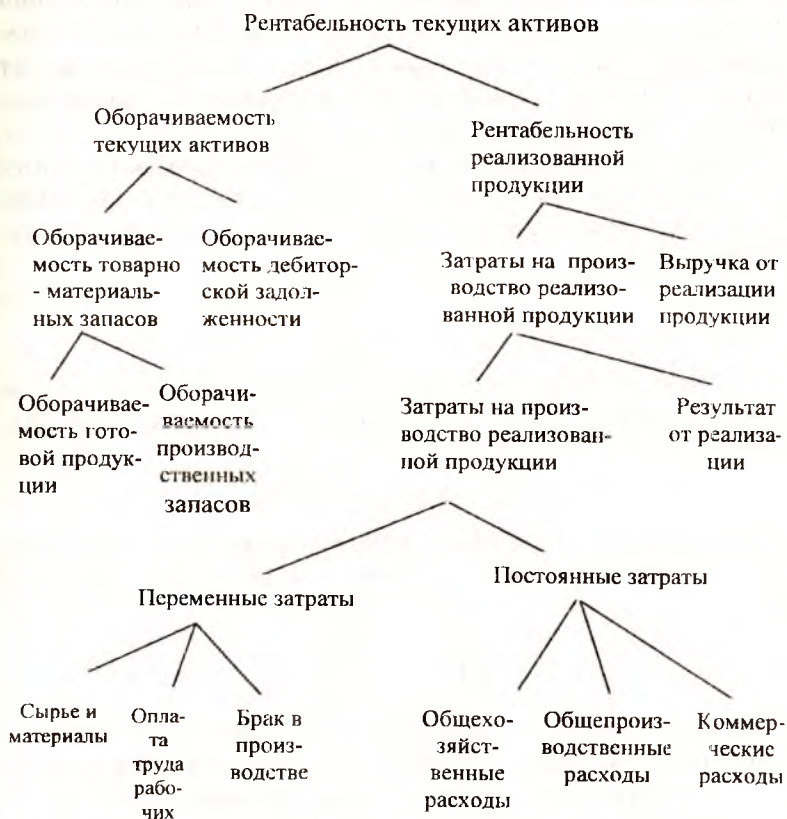


Рис. 19. Дерево целей «Оценка эффективности ФХД предприятия»

ресурсов. Существуют множество - показателей рентабельности, среди которых, следует перечислить такие, как показатели рентабельности активов, текущих активов, реализованной продукции, собственного капитала, инвестиций. Рентабельность текущих активов тесно связана с такими экономическими показателями, как оборачиваемость средств и себестоимость продукции. Поэтому этот показатель выбран в качестве корневого в экспертной системе анализа результатов финансового хозяйственной деятельности предприятия.

Общая схема оценки различных показателей в процессе анализа рентабельности, оборачиваемости средств и себестоимости продукции предприятия, реализованная в структуре базы знаний экспертной системы, представлена в виде дерева взаимосвязи показателей (агрегации "целое-часть") на рис. 19 которое отражает последовательность диагностики результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Рассмотрим взаимосвязи представленных в дереве показателей. Показатель рентабельности текущих активов ( $P_{та}$ ), отражающий получение чистой прибыли (ЧП) на один Сум оборотных средств (ОбС):

$$P_{та} = \frac{ЧП}{ОбС}$$

$P_{та}$  может быть выведен через показатели оборачиваемости текущих активов ( $O_{та}$ ) и рентабельности реализованной продукции ( $P_{рп}$ ):

$$P_{та} = O_{та} * P_{рп}$$

Оборачиваемость текущих активов определяется отношением выручки от реализации продукции к величине оборотных средств:

$$O_{та} = \frac{B_{рп}}{ОбС}$$

В дальнейшем анализ оборачиваемости текущих активов детализируется по составным элементам оборотных средств. Для этого рассчитываются показатели оборачиваемости товарно - материальных запасов (готовой продукции и производственных запасов) и дебиторской задолженности.

Рентабельность реализованной продукции рассчитывается

как отношение чистой прибыли к выручке от реализации продукции (Врп):

### **4.3 Особенности экспертных систем Инвестиционного проектирования**

Инвестиционное проектирование, как правило, сводится к решению следующих задач:

- Определение целей инвестирования капитала;
- оценка рынка и выбор типов инвестиций;
- проектирование портфеля инвестиций;
- мониторинг портфеля инвестиций.

Первая задача является аналитической и предполагает оценку финансового состояния инвестора, в частности, выявление свободных финансовых ресурсов, оценку допустимой степени риска при заданной структуре и ликвидности капитала, необходимой степени доходности и срочности для реализации поставленных инвестором целей, которыми могут быть: поддержание стабильного финансового положения, завоевание лидирующего положения на рынке, максимизация текущей прибыли, сочетания различных целей.

Для выполнения всестороннего анализа целей инвестора осуществляются финансовые расчеты, после которых выполняется набор правил, интерпретирующий полученные финансовые показатели. В зависимости от определенного рейтинга инвестора и намерений ему выдаются рекомендации относительно степени риска, доходности и срочности инвестиций.

Во второй задаче исследуется состояние рынка капитала на текущий момент времени, прогнозируется его развитие и возможность участия на нем инвестора. Свободные денежные средства могут быть вложены в различные активы: государственные облигации, депозиты, коммерческие банки, акции и облигации коммерческих структур, недвижимость, валюту, драгоценные металлы и т.д. Каждое инвестиционное средство (финансовый инструмент - ФИ) имеет свою тенденцию развития, характеризуется определенными условиями вклада и получения дохода. На этом этапе ставится задача определить набор типов инвестиций, наилучшим образом соответствующих сформированным целям

инвестирования и ограничениям инвестора.

Третья задача проектирования портфеля инвестиций подразумевает выбор для каждой из рекомендуемых форм инвестиций конкретных видов и определение их наиболее эффективных сочетаний. На выбор видов инвестиций в случае предполагаемой покупки акций и облигаций коммерческих структур решающее воздействие оказывает отраслевая принадлежность и характеристики конкретных предприятий эмитентов.

Выбор отраслевой направленности инвестиций предусматривает анализ коммерческой информации о рентабельности, объемах спроса и предложения, уровне конкуренции, характеристик этапа жизненного цикла выпускаемой продукции. Также анализируется информация в разрезе предприятий-эмитентов: рентабельность, доля рынка, конкурентоспособность, финансовая устойчивость и др. Естественно, что в этих условиях экспертная система должна иметь доступ к базам данных коммерческой информации и вычислять совокупный рейтинг предполагаемых инвестиций. Для построения диверсифицированных портфелей инвестиций важно так подбирать состав портфеля, чтобы в среднем он, удовлетворял определенным требованиям доходности, риска и срочности с учетом налогообложения и инфляционных процессов.

Четвертая задача предполагает динамическое регулирование состава портфеля инвестиций (мониторинг), исходя из потребностей инвестора и изменения текущей ситуации на рынке капиталов в рамках определенного процентного соотношения безрисковых и рискованных финансовых инструментов портфеля конкретных видов инвестиций

Формирование и управление портфелем инвестиций относится к задачам синтеза решений, зависящих от множества факторов, которые не могут быть заданы заранее каким-либо конечным множеством. Вследствие этого для экспертных систем проектирования инвестиций, относящихся к классу, синтезирующих ЭС, характерны следующие особенности:

- взаимосвязанность процессов решения задач, в которых отдельные этапы итеративно связаны между собой;
- множественность источников знаний, рассматривающих процесс принятия решения с различных точек зрения;
- использование интегрированных баз данных, определяю-

щих массовый характер многовариантных выводов решений;

- автоматическая качественная интерпретация объемных количественных данных, содержащихся в базе данных;

- сочетание формализованных и эвристических методов решения задач, когда эвристические методы упрощают перебор вариантов, уточняют полученные формализованными методами решения или восполняют пробелы в знаниях;

- изменение характера построения диалога "человек-ЭВМ" в сторону большей активности пользователя, варьирующего своими целями и ограничениями

#### **4.4 Экспертная система формирования портфеля инвестиций**

Одной из первых экспертных систем в области формирования портфелей инвестиций является система Plan-Power (1986) архитектура которой включает три основные подсистемы (рис 20):

1. Диагностика существующей ситуации и целей.
2. Разработка плана инвестиций (портфеля).
3. Оформление плановой документации.

Пользователь вводит следующую информацию:

- персональные данные;
- финансовое положение;
- цели инвестиции;
- допустимую степень риска;
- ожидаемый доход;
- предполагаемую срочность инвестиций.

Исходная информация о ситуации клиента вводится во фреймы базы знаний. Для этого пользователю может быть задано до 80 страниц вопросов посредством специальных экранных форм (реально) значительно меньше, так как целые разделы вопросов в зависимости от намерений пользователя могут быть опущены, а другие ответы могут быть получены по умолчанию). В базе знаний динамически поддерживается множество фреймов, описывающих инвестиционные продукты (средства). Во фреймах базы знаний отражается также макроэкономическая ситуация: степень инфляции, налоговые ставки, процентные ставки по кредитам, ГКО и т.д. Всего фреймовая база знаний насчитывает около 500



Рис.20. Архитектура ЭС PlanPower

классов объектов с 2500 слотами 1500 присоединенными процедурами ("когда-необходимо"). Фреймы организованы в иерархи-

ческую систему с наследованием свойств.

*Диагностическая подсистема анализирует* финансовую ситуацию клиента, прогнозирует ее развитие в будущем и формирует список достоинств и недостатков. Далее по этим данным, формируются возможные цели инвестирования, которые сопоставляются с введенными пользователем. Рекомендации системы могут быть как простыми (например, задолженность клиента слишком высока), так и сложными (например, оценка платежей активов по инвестиционным категориям, достижимость клиентом целей).

*Подсистема планирования (планировщик)* включает модули размещения активов, страхования, налоговых платежей, продажи (погашения) активов, которые в процессе планирования координируются между собой.

Так, вначале, формируется список возможностей, который представляет собой последовательность предполагаемых типов инвестиций. Когда некоторый пункт добавляется в этот список, он проверяется на соответствие состоянию экономики, финансовыми правилами, налоговым требованиям, предпочтениям модели, их состоянию, выявленному на первой стадии планирования.

Экспертная система расставляет приоритеты включенным пунктам в соответствии с текущей ситуацией и целям. Эти директивы вводятся планировщиком в начале процесса.

Модель размещения активов определяет пропорции инвестиций по категориям (например, материальным активам, недвижимости, вкладам с фиксированным доходом и т.д.) с учетом статуса инвестора (например, возраста, семейного положения, социального положения).

Сформированный список абстрактных возможностей в дальнейшем детализируется на предмет конкретных инвестиций, объемов и временных характеристик. Пространство возможных решений очень сложны. Конкретные действия должны оцениваться в свете информации, формируемой финансовыми моделями, общими принципами диверсификации активов по категориям и ограничениями, задаваемыми клиентом или планировщиком в терминах предпочтений или целей.

PlanPower решает проблему сокращения пространства возможных решений путем использования эвристик, оформляемых в виде правил. Прежде всего возможности в списке упорядочива-



ются по некоторым эвристическим правилам, например, конкретные инвестиции в рамках некоторой категории

упорядочиваются по степени доходности при соблюдении ограничений на заданную степень риска или, наоборот, по степени риска в рамках определенной доходности.

Некоторые правила имеют высший приоритет при использовании. Например, перед тем, как размещать активы, сначала всегда решаются задачи страхования затем другие правила характеристики инвестиций без необходимости моделирования множества возможностей. Если необходимо, полученные результаты могут быть проверены путем моделирования. Полезно оставлять пользователю небольшую альтернативность выбора, когда система формирует несколько близких решений, которые трудно в дальнейшем дифференцировать. Сложность эвристической базы знаний оценивается в 1200 обобщенных единиц знаний -- эвристических процедур (чанков), объединяющих группы правил, что соответствует примерно 6000 простых правил с 3-5 аргументами в посылке правила и 1-2 заключениями.

Экспертные системы диагностики и планирования для обоснования решений обращаются к финансовым моделям, которые осуществляют расчеты денежных потоков, чистой стоимости, доходов, стоимости инвестиций и их логическую оценку. Финансовые модели содержат 1500 правил и процедур, которые завязаны в цепочки зависимостей так, что при изменении данных цепочки автоматически срабатывают.

Подсистема оформления плановой документации включает:

- результаты диагностики клиентской ситуации;
- рекомендации по действиям;
- объяснения рациональности этих действий;
- релевантную финансовую информацию.

В результате клиенту выдается от 20 до 120 страниц текста инвестиционного плана и до 40 табличных и графических и графических иллюстраций. Кроме того, выводится прогноз состояния клиента в результате моделирования выполнения плана.

Описанная экспертная система инвестиционного проектирования может работать, как в автоматическом, так и интерактивном режимах. В интерактивном режиме ("что - если") пользователь активно вмешивается в процесс решения задачи, может не

соглашаться с рекомендациями системы и заставлять ее моделировать собственные предположения. Экспертная система функционирует как посредством прямого вывода планируемых рекомендаций, так и обратного вывода для проверки конкретных финансовых целей. (рис 21).

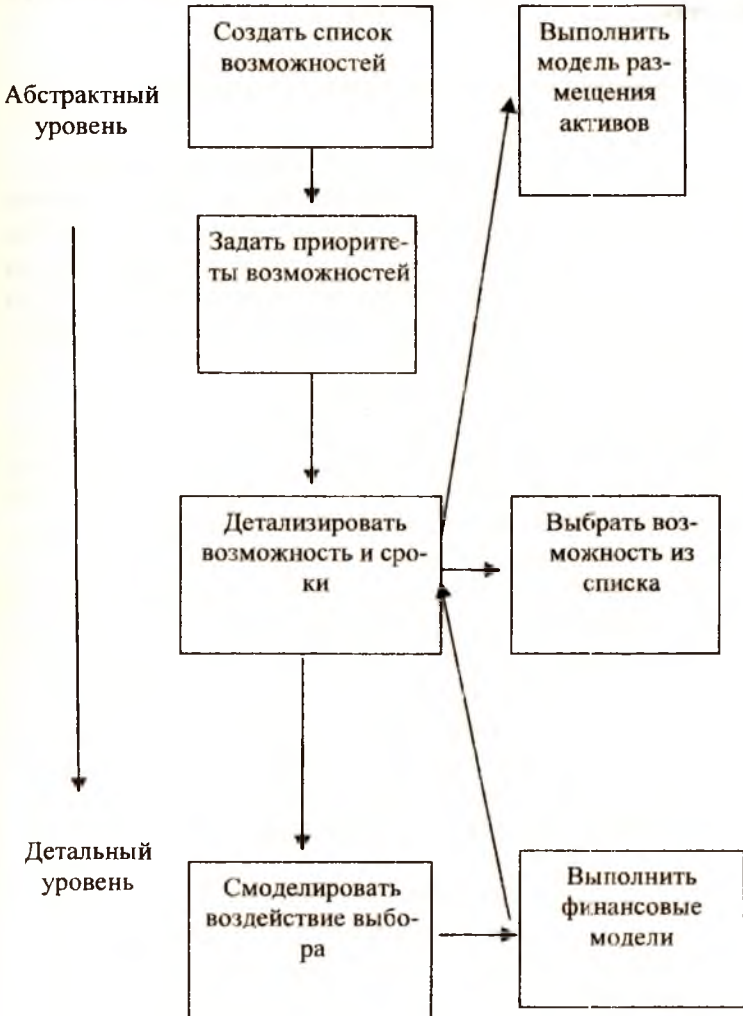


Рис. 21. Схема работы планировщика

В целом следует отметить, что экспертная система, PlanPower является сложным продуктом. Эта система разрабатывалась в течение 2 лет 10 инженерами по знаниям при участии 16 экспертов, а затем в течение одного года проходила тестовые испытания. Несомненное достоинство экспертной системы PlanPower-комплексность охвата функций инвестиционного проектирования.

## ГЛАВА 5

# ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

### 5.1 Особенности динамических экспертных систем.

Современные технологии бизнеса характеризуются высокой динамичностью, связанной с постоянно изменяющимися потребностями рынка, ориентацией производства товаров и услуг на индивидуальные потребности заказчиков и клиентов, непрерывным совершенствованием технических возможностей и сильной конкуренцией. В этих условиях требуется разработка информационных систем которые, с одной стороны, должны оперативно отражать состояние экономических объектов с целью принятия своевременных решений о коррекции в существующих бизнес-процессах, а с другой стороны, давать прогнозы на долговременной основе об эффективности организации бизнес процессов и рекомендации по их реорганизации. Первой цели соответствуют *динамические экспертные системы оперативного управления бизнес-процессами*, второй цели—*интеллектуальные системы моделирования бизнес-процессов*. В том и другом случае под бизнес-процессом будем понимать взаимосвязанную совокупность материальных, информационных, финансовых потоков или рабочих потоков (workflow), проходящих через взаимодействующие подразделения предприятия и направленных на выполнение заказа клиента (изготовление товара или осуществление услуги).

- к динамическим бизнес-процессам на предприятии относят:
- управление заказами и сбытом;
- управление запасами и закупками;
- календарное планирование и управление производством.

Организация перечисленных бизнес-процессов определяется целями и задачами предприятия и зависит от конкретных видов

выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Вместе с тем, перечисленные бизнес-процессы в современных системах управления настолько сильно взаимосвязаны, как например, в системах реализации заказов "Точно в срок" или "Канбан", что процессы обработки заказов клиентов, производства, закупок и сбыта рассматриваются фактически как единый бизнес-процесс.

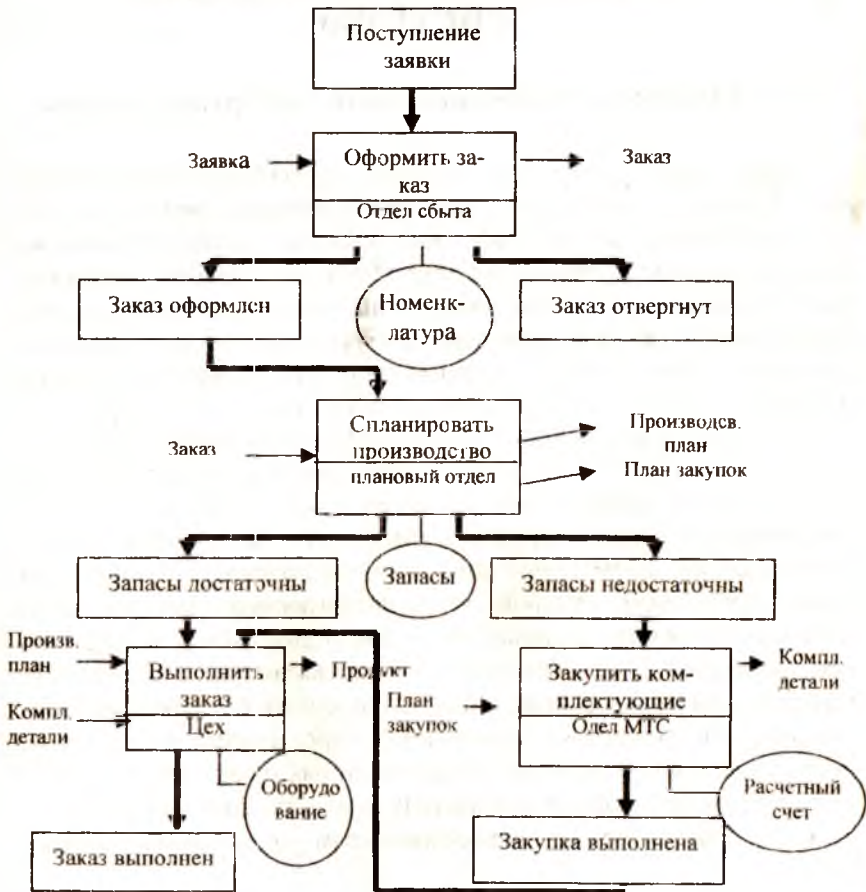


Рис. 22 Модель бизнес-процесса реализации заказа клиента

В отличие от описания предприятия на основе иерархической функциональной структуры, которую трудно объективно оценить, описание процессов позволяет точно представить цели, ис-

следуемые характеристики (в том числе динамические) и конечные результаты каждого вида деятельности. Бизнес-процессы определяют прохождение потоков работ независимо от иерархии и границ подразделений, которые их выполняют, и представляют последовательность взаимосвязанных операций. Модель бизнес-процесса должна отражать, как направление рабочих потоков, так и бизнес-правила обработки событий, в зависимости от которых выполняются операции. Пример модели реализации заказов клиента показан на рис. 22

На представленной модели бизнес-процесса, в прямоугольниках показываются операции и подразделения, которые их осуществляют; в овальных прямоугольниках—события; слева и справа от операций обрабатываемые материальные, информационные и финансовые или рабочие объекты; в кружках снизу от операций используемые постоянные ресурсы; простыми стрелками — рабочие потоки; утолщенными стрелками—потоки управления. Таким образом, представленная модель бизнес-процесса отражает динамические потоки событий (управления) и рабочих объектов (данных).

Типичными задачами, которые решаются динамическими экспертными системами оперативного управления бизнес-процессами, являются:

- мониторинг бизнес-процессов и оперативное информирование лиц, принимающих решение об отклонениях;
- предупреждающая диагностика, прогнозирование отклонений в параметрах операций бизнес-процессов;
- динамическое распределение ресурсов в соответствии с изменяющейся обстановкой;
- планирование действий, диспетчирование и составление сетевых графиков работ;
- моделирование последствий принимаемых решений по изменению процессов.

В основные задачи интеллектуальных систем динамического моделирования для реинжиниринга (реорганизации) бизнес-процессов входят:

определение оптимальной последовательности выполняемых операций, которая приводит к сокращению длительности цикла изготовления и продажи товаров и услуг, обслуживания клиен-

тов. Следствие оптимизации - повышение оборачиваемости капитала и рост всех экономических показателей фирмы.

Оптимизация использования ресурсов в различных бизнес-процессах, минимизирующая издержки производства и обращения.

Построение адаптивных бизнес-процессов, нацеленных на быструю адаптацию к изменениям потребностей конечных потребителей продукции, производственных технологий, поведения конкурентов на рынке и, как следствие, повышение качества обслуживания клиентов в условиях динамичности внешней среды.

Оптимизация финансовых потоков, обеспечение равномерности поступления и использования денежных средств результат отработки рациональных схем взаимодействия с партнерами, в сочетании с бизнес-процессами.

Для обоих классов интеллектуальных систем характерны общие особенности реализации:

- объектно-ориентированный характер модели проблемной области;
- динамическое создание и уничтожение временных (рабочих) объектов;
- динамическое поведение, как постоянных объектов (ресурсов), так и временных (рабочих) объектов;
- многоальтернативность выполнения бизнес-процесса в зависимости от возникающих событий;
- анализ и обработка, временных характеристик бизнес-процессов,

Перечисленные особенности динамических систем управления бизнес-процессами определяют выбор инструментальных средств построения экспертных систем реального времени G2 и динамического моделирования бизнес-процессов ReThink.

## **5.2 Экспертная система динамического управления запасами**

Управление запасами представляет собой сложную экономическую задачу с противоречивыми критериями эффективности. С одной стороны, запасы призваны обеспечить экономическую

безопасность бизнеса, связанную с неравномерностью спроса, в частности, в условиях увеличения сбыта запасы обеспечивают быструю реализацию поступающих заказов за счет накопленных запасов готовой продукции или сырья, необходимого для дополнительного производства. В месте с тем дефицит запасов может привести к издержкам в связи с дополнительными затратами на реализацию поступившего заказа, а в некоторых случаях и к потере сбыта и заказчиков. С другой стороны, сверхнормативные запасы увеличивают себестоимость продукции за счет непроизводственных затрат на поставку, складирование и хранение запасов. По оценкам экономистов, каждый процент сокращения уровня запасов может быть приравнен к 10 процентному росту оборота, и если бы удалось поставить под контроль хотя бы 75 % колебаний уровня инвестиций в товарно-материальные запасы, экономика развитых стран никогда бы не испытывала кризисные явления.

Информационные системы управления запасами на базе экономико - математического моделирования и современных информационных технологий позволяют сократить затраты на поддержание дорогостоящих запасов в части:

- снижения затрат, связанных с созданием и хранением запасов;
- сокращения времени поставок;
- более четкого соблюдения сроков поставок;
- увеличения гибкости производства, его приспособляемости к условиям рынка;
- повышения качества изделий;
- увеличения производительности.

Особенность системы управления запасами заключается в том, что все звенья товародвижения взаимосвязаны. В условиях динамичности рынка нельзя рассматривать систему сбыта, систему производства и систему снабжения независимо друг от друга. Система управления запасами как раз связывает все перечисленные звенья в единое целое, рассматривая цепочки товародвижения, как единые бизнес-процессы, в которых отлаживаются взаимодействия между клиентами, подразделениями предприятия и его партнерами-смежниками и поставщиками.

Решение задачи определения уровня запасов зависит от сле-



дующих факторов:

- колебаний в сроках поставки сырья и материалов;
- колебаний заказов на готовую продукцию;
- выбранной стратегии обслуживания клиентов (работа на заказ клиента или на магазинную продажу).

В долгосрочном плане задача оптимального определения уровня запасов в силу вероятностного характера колебаний потребности в запасах может быть решена только на основе применения методов имитационного моделирования, что необходимо для определения характеристик производительности системы в условиях случайности процессов. В краткосрочном плане задача управления запасами решается в результате применения методов динамической диагностики и мониторинга, которые позволяют в каждый момент времени на базе оперативной информации о состоянии заказов, запасов и возможностях предприятия и поставщиков принимать оперативные решения по поддержанию запасов на необходимом уровне.

Систему управления запасами, в которой заказ определяет потребность в запасах, можно описать следующим образом: на предприятие поступают заказы, которые удовлетворяются из накопленных запасов готовой продукции при этом анализируется уровень запасов. Если уровень запасов достигает некоторой пороговой отметки, то инициируется процесс пополнения запасов. В случае производственного характера предприятия цеха, изготавливающего готовую продукцию, пополняют эти запасы и осуществляют производственный процесс. В свою очередь, по цепочке назад формируются заказы к комплектующим подразделениям и так вплоть до отдела материально-технического снабжения. Таким образом, в каждом звене цепочки бизнес-процесса по одной и той же схеме анализируется уровень запасов, который динамически пополняется, обеспечивая бесперебойность снабжения каждого последующего звена бизнес-процесса. В случае посреднического характера предприятия число промежуточных звеньев сводится до одного, когда предприятие посредник связывает клиентов-заказчиков с поставщиками продукции. Время выполнения заказа в представленной схеме управления запасами сводится к минимуму: при однородности готовой продукции это, время сводится только к времени оформления заказа, отгрузки и доставки; при много - номенклатурности изделий или изделий на

заказ к времени выполнения заказа добавляется время сборки готовой продукции.

Основная проблема в системе управления запасами сводится к определению уровней запасов, которые, с одной стороны, обеспечивают бесперебойность бизнес-процесса, а с другой стороны, минимизируют издержки, связанные с их поддержанием.

Различают следующие виды запасов:

- Максимальный желательный запас—экономически целесообразный уровень в данной системе управления запасами, используется как ориентир при расчете объема заказа на поставку.
- Пороговый уровень запаса используется для определения момента времени выдачи очередного заказа на поставку.
- Текущий запас соответствует уровню запаса в любой момент времени.
- Гарантийный запас предназначен для непрерывного снабжения потребителя в случае задержек, поставок и соответствует запасу, который может быть пополнен за среднее (максимальное ) отклонение во времени поставки.

Существует множество систем управления запасами, обеспечивающих различные уровни запасов:

- Система с фиксированным размером заказа;
- Система с фиксированным интервалом времени между заказами;
- Система с фиксированным интервалом времени между заказами и проверкой порогового уровня запаса;
- Система "Минимум - максимум".

### **5.2.1 Система с фиксированным размером заказа**

Система с фиксированным размером заказа предполагает в моменты времени нарушения порогового уровня запасов при условии равномерности последующего расходования запасов выдачу фиксированного заказа на поставку продукции. Размер фиксированного заказа соответствует времени поставки, в течение которого уровень запасов снизится до гарантийного (рис.23 )

Расчетные формулы основных показателей уровней запасов имеют следующий вид:

$$\text{Оптимальный размер заказа на пополнение запаса} = \sqrt{\frac{2 AS}{i}}$$

где  $A$  - затраты на поставку одного заказа,

$S$  - потребность в заказываемом, продукте (ежегодный спрос на запас продукции),

$i$  - стоимость хранения единицы продукции в запасе.

Гарантийный запас = Максимальное время задержки в поставке, и среднедневное потребление продукта;

Пороговый уровень запаса = Гарантийный запас + Среднее время поставки, и среднедневное потребление продукта;

Максимальный уровень запаса = Гарантийный запас + Оптимальный размер заказа на поставку

Правило принятия решения о выдаче заказа на поставку, запас на поставку продукции имеет следующий вид:

Если (Текущий уровень запаса - Количество заказа, клиента) < Пороговый уровень запаса

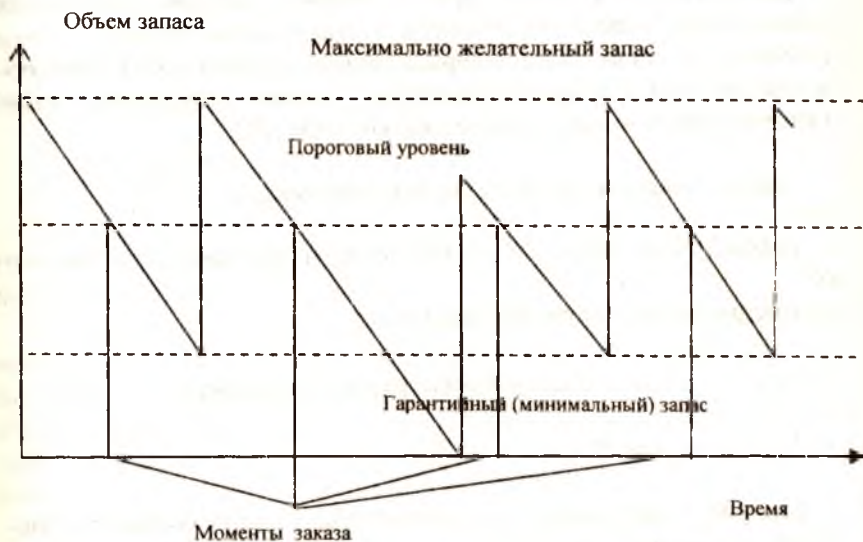
То Выдать заказ на поставку

Система с фиксированным размером заказа позволяет оперативно отслеживать уровень запаса, более динамично реагируя на изменение спроса. При этом снижаются требования к поддержанию максимального уровня запаса. Нефиксированные интервалы поставки усложняют взаимодействие с постоянными поставщиками, следовательно каждый раз может возникать задача выбора поставщика.

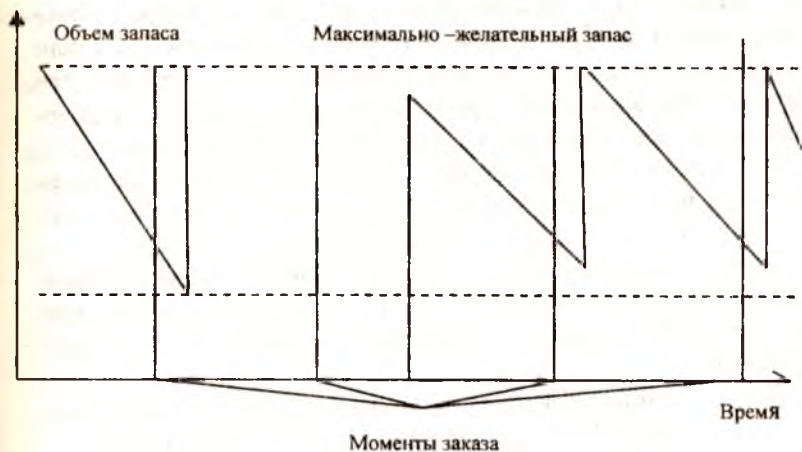
### **5.2.2 Система с фиксированным интервалом времени между заказами**

Система с фиксированным интервалом времени между заказами используется, когда через равные интервалы времени при условии равномерности последующего расходования запасов инициируется заказ на пополнение запаса.

Расчетные формулы основных показателей уровней запасов



**Рис. 23** Система с фиксированным уровнем запаса  
Гарантийный (минимальный запас)



**Рис. 24.** Система с фиксированным интервалом времени между заказами

рассчитывается таким образом, чтобы в момент достижения гарантийного запаса осуществлялось пополнение запасов. В том случае, если произойдет задержка в поступлении продукции, пополнение запаса должно произойти в момент исчерпания гарантийного запаса имеют следующий вид (рис. 24)

$$\text{Фиксированный интервал между поставками} = \sqrt{\frac{2A}{iS}}$$

Гарантийный запас = Максимальное время задержки в поставке

Среднедневное потребление товара;

### 5.2.3 О экспертных системах

#### 1. Примеры ЭС

Как уже отмечалось - основная проблема при разработке систем искусственного интеллекта - моделирование умственной деятельности людей при решении ими сложных задач из разных областей деятельности. В частности, это разработка систем, имитирующих действия и рассуждения человека-специалиста в узкой предметной области (эксперта). Появление таких (экспертных) систем ознаменовало переход работ по ИИ из чисто теоретической области в область практических приложений. ЭС стали коммерческим продуктом на рынке прикладного программного обеспечения, используемым при решении ряда задач, не решаемых ранее в рамках формальных процедур обработки данных.

Разработки первых прототипов ЭС начались еще в шестидесятые годы а их описание в печати и действующие системы появились в середине 70-х годов. (первая публикация 1973 г.):

2) MYCIN-медицинская (выбор подходящей антимикробной терапии для больных с менингитом и циститом) (Станфордский университет, ЛИСП, обратный вывод с механизмом вычисления вероятностей).

DENDRAL-химия Определение молекулярной структуры неизвестных соединений по данным масс-спектрологии и ЯМР.

Станфордский университет, интерЛИСП. Первая публикация 1978 г., работа над системой началась в 1965 г.

PROSPECTOR-геология. Консультант, оценивающий вероят-

ность обнаружения залежей руд.

Кампания SPI International, интерЛИСП, сочетание правил и семантических сетей, применение коэффициентов уверенности и распространения вероятностей ассоциированных с данными.

## 2 Назначения и особенности ЭС

Знания, которыми обладает специалист в какой-либо области (дисциплине), можно разделить на *формализованные* (точные) и *неформализованные* (неточные).

В зависимости от того, какие знания преобладают в той или иной области (дисциплине), её относят к формализованным или не-формализованным описательным областям. Задачи, решаемые на основе точных знаний, называются *формализованными*, а задачи, решаемые с помощью неточных знаний, - *неформализованные*.

Традиционное программирование в качестве основы для разработки программы использует алгоритмы, т.е. формализованное знание. Поэтому до недавнего времени считалось, что ЭВМ не приспособлены для решения неформализованных задач. Расширение сферы использования ЭВМ показало, что неформализованные задачи составляют очень важный класс задач, вероятно, значительно больший; чем класс формализованных задач.

К неформализованным задачам относятся те, которые обладают одной или несколькими из следующих особенностей:

- алгоритмическое решение задачи неизвестно (хотя, возможно, и существует) или не может быть использовано из-за ограниченности ресурсов ЭВМ (времени, памяти);
- задача не может быть определена в числовой форме (требуется символьное представление);
- цели задачи не могут быть выражены в терминах точно определенной целевой функции.

Как правило, неформализованные задачи обладают неполнотой, ошибочностью, неоднозначностью и (или) противоречивостью знаний.

ЭС не отвергают и не заменяют традиционного подхода к программированию, они отличаются от традиционных программ тем, что ориентированы на решение неформализованных задач и обладают следующими особенностями:

- алгоритм решения не известен заранее, а строится самой ЭС с помощью символических рассуждений, базирующихся на эвристических приемах;
- яркость полученных решений, т.е. система "осознает" в терминах пользователя, как она получила решение;
- способность анализа и объяснения своих действий и знаний;
- способность приобретения новых знаний от пользователя-эксперта, не знающего программирования и изменение в соответствии с теми своего поведения;
- обеспечение "дружественного", как правило, естественно-языкового (ER) интерфейса с пользователем.

Обычно к ЭС относятся системы основанные на знаниях, т.е. системы, вычислительная возможность которых является в первую очередь следствием их наращиваемой базы знаний (БЗ) и только во вторую очередь определяется используемыми методами. Методы инженерии знаний (методы ЭС) в значительной степени инвариантны тому, в каких областях они могут применяться. Области применения ЭС весьма разнообразны: военные приложения, медицина, электроника, вычислительная техника, геология, математика, космос, сельское хозяйство, управление, финансы, юриспруденция и т.д. Более критичны методы инженерии знаний к типу решаемых задач. В настоящее время ЭС используются при решении задач следующих типов: принятие решений в условиях неопределенности (неполноты) интерпретация символов и сигналов, предсказание, диагностика, конструирование, планирование, управление, контроль и др.

### 3 Структурная схема ЭС

**База знаний (БЗ)**- совокупность выраженных в явном виде знаний о предметной области, представленных в памяти ЭВМ и организованных так, чтобы иметь возможность их формального использования для проведения рассуждений и принятия решений.

**Механизм логического вывода (МВЛ)**-подсистема, обеспечивающая согласованную обработку данных, имеющихся в системе или полученных в результате диалога с пользователем (или полученных от некоторой технической системы) для решения

поставленных пользователем задач на основе знаний, хранящихся в БЗ. В итоге:

- . выдвигаются и проверяются различные гипотезы;
- . вырабатываются новые данные, а иногда и знания;
- . формируются запросы на ввод новых данных;
- . формируются решения, носящие рекомендательный или управляющий характер.

Так как ЭС, в отличие от традиционных программ, предназначена для обработки знаний, то и МЛВ существенно отличается от алгоритмов, по которым происходит решение и задач в прикладных пакетах. Существуют разные способы (модели) представления знаний в БЗ ЭС и им соответствуют разные механизмы вывода. Но есть общие характеристики МЛВ. Одной из них является направление логического вывода: прямой (от посылок к цели) или обратный (от цели к данным).

Прямой вывод является более общим, но и более длительным т.к. просматривается все пространство поиска решения и находятся все варианты. Обратный вывод - это механизм проверки гипотез. Но для его эффективной работы нужны средства решения вопроса о приемлемых начальных гипотезах, потому что при большом количестве возможных гипотез обратный вывод будет работать не быстрее, чем прямой.

По управлению поиском различают МЛВ с поиском вглубь и поиском в ширину. В первом случае вывод решения развивается по некоторой ветви дерева решения до тех пор, пока это возможно. Если обнаруженные при этом вершины не являются искомым решением, то происходит возврат на предыдущий уровень и просматривается следующая ветвь. Во втором случае осуществляется последовательный просмотр всех ветвей дерева решений на один шаг в глубину до получения решения.

Важной особенностью ЭС является возможность работы с неполной и неточной информацией, связанной с неполнотой и субъективностью данных. Для этого при разработке МЛВ используют методы теории вероятностей и математической статистики, теорию нечетких множеств.

Логический вывод может быть монотонный и немонотонный. При монотонном выводе полученные в ходе решения факты не пересматриваются до окончания работы системы. При немонотонном выводе факты могут пересматриваться по мере поступления



ния новой информации.

**Подсистема объяснения** - это та компонента ЭС, которая позволяет пользователю получить в любой момент полное описание текущего состояния системы и получить информацию о знаниях из БЗ, использованных на каждом этапе решения задачи. Подсистема объяснений делает ЭС "прозрачной" для пользователя, дает ему возможность понимать логику действий системы.

**Интерфейс пользователя** - это подсистема, обеспечивающая удобный диалог пользователя с ЭС при вводе запросов и получении результатов. Как правило, этот диалог ведется на некотором подмножестве естественного языка с использованием в современных системах различных меню и графических средств.

**Редактор БЗ** - это транслятор с некоторого подмножества естественного языка в специальный код внутреннего представления информации в БЗ, ориентированный на работу МВЛ. Он предоставляет инженеру по знаниям средства, обеспечивающие эффективную работу по заполнению БЗ. Кроме функции трансляции в редактор БЗ могут быть включены и некоторые функции по контролю БЗ. Например, проверка нового элемента, включаемого в БЗ, на непротиворечивость с уже имеющимися знаниями или проверка на отсутствие циклов в работе МЛВ.

**Средства разработки ЭС** - это те инструментальные средства, которые используются для создания ЭС. Они делятся на четыре группы:

- . системы программирования на языках высокого уровня (паскаль, си, бейсик и другие);
- . системы программирования на языках представления знаний (пролог, лисп и другие);
- . инструментальные средства создания ЭС
- "оболочки" ЭС (SHELL - системы), GURU, EMYSIN

#### 4 Классификация ЭС

ЭС как любой сложный объект можно определить только совокупностью характеристик: назначение; проблемная область; глубина анализа проблемной области; тип используемых методов и знаний; класс системы; стадия существования; инструментальные средства.

Назначение определяется следующей совокупностью пара-

метров: цель создания ЭС для обучения специалистов, для решения задач, для автоматизации рутинных работ, для тиражирования знаний экспертов и т.п.; основной пользователь не специалист в области экспертизы, специалист, учащийся.

Проблемная область может быть определена совокупностью параметров: предметной области и задачами, решаемыми в предметной области, каждый из которых может рассматриваться с точки зрения как конечного пользователя, так и разработчика ЭС.

С точки зрения пользователя, предметную область можно характеризовать описанием области в терминах пользователя, включающим наименование области, перечень и взаимоотношение подобластей и т.п., и задачи, решаемые существующими ЭС их типом. Обычно выделяют следующие типы задач:

- интерпретация символов или сигналов - составление смыслового описания по входным данным;
- предсказание-определение последствий наблюдаемых ситуаций;
- диагностика-определение неисправностей (заболеваний по симптомам);
- конструирование-разработка объекта с заданными свойствами при соблюдении установленных ограничений;
- планирование-определение последовательности действий, приводящих к желаемому состоянию объекта;
- слежение - наблюдение за изменяющимся состоянием объекта и сравнение его показателей с установленными или желаемыми;
- управление - воздействие на объект для достижения желаемого поведения.

С точки зрения разработчика целесообразно выделить *статические* и *динамические* предметные области. Предметная область называется статической, если описывающие её исходные данные не изменяются во времени (точнее, рассматриваются как не изменяющиеся за время решения задачи). Статичность области означает неизменность описывающих её исходных данных. Если исходные данные, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической. Кроме того, предметную область можно характеризовать следующими аспектами: числом и сложностью

сущностей; их атрибутов и значений атрибутов; связностью сущностей и их атрибутов; полнотой значений; точностью значений.

Решаемые задачи, с точки зрения разработчика ЭС, также можно разделить на статические и динамические. ЭС решает динамическую или статическую задачу, если процесс решения задачи изменяет или не изменяет исходные данные о текущем состоянии предметной области.

Решаемые задачи, кроме того, можно характеризовать следующими аспектами: числом и сложностью правил, используемых в задаче; связностью правил; пространством поиска; количеством активных агентов, изменяющих предметную область; классом решаемых задач.

По степени сложности ЭС делят на *поверхностные* и *глубинные*. *Поверхностные* ЭС представляют знания об области экспертизы в виде правил (условие > действие). *Глубинные* ЭС, кроме возможностей поверхностных систем, обладают способностью при возникновении неизвестной ситуации определить с помощью некоторых общих принципов, справедливых для области экспертизы, какие действия следует выполнять.

По типу используемых методов и знаний ЭС делят на *традиционные* и *гибридные*. *Традиционные* ЭС используют в основном неформализованные методы инженерии знаний и неформализованное знание, полученные от экспертов. *Гибридные* ЭС используют и методы инженерии знаний, и формализованные методы, а также данные традиционного программирования и математики.

## 5. Методология разработки ЭС

В ходе работ по созданию ЭС сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов: идентификация, концептуализация, формализация, выполнение, тестирование, опытная эксплуатация. РИС

На этапе *идентификации* определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, ресурсы, эксперты и категории пользователей.

На этапе *концептуализации* проводится содержательный анализ проблемной области, выделяются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

На этапе *формализации* определяются способы интерприта-

ции знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решения, средств представления и манипулирования знаниями.

На этапе *выполнения* осуществляется наполнение экспертом БЗ системы. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде, понятном ЭС.

На этапе *тестирования* эксперт (и инженер по знаниям) в интерактивном режиме, используя диалоговые и объяснительные средства, проверяет компетентность ЭС. Процесс тестирования продолжается до тех пор, пока эксперт по знаниям не решит, что система достигла требуемого уровня компетентности.

На этапе *опытной эксплуатации* проверяется пригодность ЭС для конечных пользователей. По результатам этого этапа может потребоваться существенная модификация ЭС. Процесс создания ЭС не сводится к строгой последовательности перечисленных выше этапов. В ходе разработки приходится неоднократно возвращаться на более ранние этапы и пересматривать принятые ранее решения.

## 6. Основные свойства ЭС

- высококачественный опыт (представляющий уровень мышления наиболее квалифицированных экспертов);
- возможности прогнозирования (ЭС может функционировать в качестве модели решения задачи в конкретной ситуации, показывая как изменяются ответы с изменением ситуации, объясняя при этом, как новая ситуация привела к изменениям).
- институциональная память (эксперты приходят и уходят на ЭС остаются);
- использование для обучения и тренировки (наличие механизмов объяснения).

## 7. Черты ЭС

1. ЭС ограничена определенной сферой экспертизы;
2. способна объяснить цепочку рассуждения понятным спо-

собом;

3. факты и механизм вывода четко отделены друг от друга;
4. способна рассуждать при сомнительных данных;
5. строится так, чтобы была возможность степенного наращивания;
6. на выходе дает совет (не таблицу цифр, не картинку);
7. чаще всего основана на использовании правил;
8. экономически выгодна.

Отличительная черта ЭС - способность накапливать знания и опыт наиболее квалифицированных специалистов (экспертов) в какой-либо узкой предметной области. Затем с помощью ЭС рядовые специалисты с обычной квалификацией могут решать свои задачи более успешно. Это за счет того, что ЭС в своей работе как бы воспроизводит ту же схему рассуждений, которую применяет человек эксперт при анализе проблемы. Тем самым ЭС позволяют копировать и распространять знания.

На рынке ЛО в настоящее время предлагаются сотни инструментальных средств для построения ЭС и тысячи прикладных ЭС.

## 8. Первое поколение ЭС

Первое - ЭС, которые лишь воспроизводят логический вывод эксперта (что недостаточно для интеллектуально сложных задач). Они функционируют только на основе знаний, полученных от эксперта. Опыт, приобретаемый в процессе эксплуатации не накапливается и не применяется. Система не обучается.

- используется лишь одна модель представления знаний;
- отсутствуют знания о границах применимости системы (области ее компетентности).

Скачкообразная потеря способности находить решение на выходе за пределы.

- реализация вывода только при условии полноты знания и данных, отсутствие средств работы с неполными знаниями;
- отсутствие средств настройки на конкретного пользователя;
- жесткость диалога.

## 9. Второе поколение ЭС

### ЭС второго поколения (партнерские системы)

Использование знаний не только в виде эвристических правил, но и в теории предметных областей знания организованы в виде составных иерархических представлений:

- модель самой ЭС (для определения границ компетентности); сочетание достоверного и правдоподобного вывода, возможность немонотонных рассуждений, когда поступившие факты могут изменить истинность ранее выведенных заключений;

- модель пользователя (для организации взаимодействия с ним в оптимальной форме);

- средства автоматического обнаружения закономерностей и анализ имеющихся знаний.

Для разрешения противоречий система может для получения недостающих данных сама обратиться к пользователю - активность - важнейшее свойство ЭС 2-го поколения. Системы 2-го поколения начали создаваться примерно в 1990 г.

### Экспертные системы

Экспертные системы предназначены для анализа данных, содержащихся в базах знаний, и выдачи рекомендаций по запросу пользователя. Такие системы применяют в тех случаях, когда исходные данные хорошо формализуются, но для принятия решения требуются обширные специальные знания. Характерными областями использования экспертных систем являются юриспруденция, медицина, фармакология, химия. По совокупности признаков заболевания медицинские экспертные системы помогают установить диагноз и назначить лекарства, дозировку и программу лечебного курса. По совокупности признаков события юридические экспертные системы могут дать правовую оценку и предложить порядок действий, как для обвиняющей стороны, так и для защищающейся.

Характерной особенностью экспертных систем является их способность к саморазвитию. Исходные данные хранятся в базе знаний в виде фактов, между которыми с помощью специалистов-экспертов устанавливается определенная система отношений. Если на этапе тестирования экспертной системы устанавливается, что она дает некорректные рекомендации и заключения

по конкретным вопросам или не может дать их вообще, это означает либо отсутствие важных фактов в ее базе, либо нарушения в логической системе отношений. И в том и в другом случае экспертная система сама может сгенерировать достаточный набор запросов к эксперту и автоматически повысить свое качество.

С использованием экспертных систем связана особая область научно-технической деятельности, называемая инженерией знаний. Инженеры знаний это специалисты особой квалификации, выступающие в качестве промежуточного звена между разработчиками экспертной системы (программистам) и ведущими специалистами в конкретных областях науки и техники (экспертами).

## ГЛАВА 6

### МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно - логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов. Получаемое в результате обработки обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы. Комплексное использование интуиции (неосознанного мышления), логического мышления и количественных оценок с их формальной обработкой позволяет получить эффективное решение проблемы.

При выполнении своей роли в процессе управления эксперты производят две основные функции: формируют объекты (альтернативные ситуации, цели, решения и т. п.) и производят измерение их характеристик (вероятности свершения событий, коэффициенты значимости целей, предпочтения решений и т. н.). Формирование объектов осуществляется экспертами на основе логического мышления и интуиции. При этом большую роль играют знания и опыт эксперта. Измерение характеристик объектов требует от экспертов знания теории измерений.

Характерными особенностями метода экспертных оценок как научного инструмента решения сложных неформализуемых проблем являются, во-первых, научно обоснованная организация проведения всех этапов экспертизы, обеспечивающая наибольшую эффективность работы на каждом из этапов, и, во-вторых, применение количественных методов, как при организации экспертизы, так и при оценке суждений и формальной групповой обработке результатов. Эти две особенности отличают метод экспертных оценок от обычной давно известной экспертизы, широко применяемой в различных сферах человеческой деятельности.

Экспертные коллективные оценки широко использовались в



государственном масштабе для решения сложных проблем управления народным хозяйством.

В 1918 г. при Высшем совете народного хозяйства был создан Совет экспертов, задачей которого являлось решение наиболее сложных проблем реорганизации народного хозяйства страны. При составлении пятилетних планов развития народного хозяйства страны систематически использовали экспертные оценки широкого круга специалистов.

Метод экспертных оценок как самостоятельный научный инструмент для решения неформализуемых проблем начал развиваться с 40-х годов нашего века.

Исследование метода экспертных оценок, как научного инструмента для решения задач долгосрочного прогнозирования и результаты его использования были опубликованы в докладе сотрудников РЭНД Корпорейшн (США) Д. Гордона и О. Хелмера. Ими исследована одна из разновидностей метода экспертных оценок, получившая название метода «Дельфы». В последующие годы поток работ по исследованию метода экспертных оценок начал резко возрастать.

В 1963 г. в США на основе метода экспертных оценок проводилось прогнозирование развития широкого круга социальных проблем на 50 лет. Прогнозирование осуществлялось по методу «Дельфы» с привлечением 82 высококвалифицированных экспертов. Опрос проводился в четыре этапа. На основании результатов экспертного оценивания был построен прогноз направлений развития в 1984 и 2000 годах.

Экспертные оценки применялись и в методике «Патгерн», разработанной фирмой Хониуэлл (США) в 1964 г. Целью методики являлось обоснование направления деятельности фирмы в перспективе. Эта методика в дальнейшем использовалась для перспективного планирования и управления научными исследованиями и разработками крупных программ в общегосударственном масштабе. В 1965 г. в США осуществлялся проект «Форкаст», который предусматривал разработку долгосрочного прогноза развития систем и средств вооруженной борьбы и планирования деятельности. К разработке этого проекта привлекались эксперты (ученые и инженеры) 26 университетов и колледжей, 70 корпораций и 10 бесприбыльных корпораций. Эксперт процедура проводилась в 7 этапов: 1) оценка состояния науки и техники и

прогноз ее развития на 10 лет; 2) оценка политических целей США, влияющих на разработку проекта; 3) определение научно-технического потенциала и его развития на 10 лет у вероятного противника; 4) оценка возможности использования научно-технических достижений, признанных реальными в будущем; 5) анализ и оценка предыдущих этапов; 6) анализ вариантов использования прогнозируемых научно - технических достижений; 7) выбор наиболее перспективных вариантов систем оружия с точки зрения определенных критериев.

В различных отраслях, объединениях и на предприятиях действуют постоянные или временные экспертные комиссии, формирующие решения по различным сложным неформализуемым проблемам.

Все множество плохо формализуемых проблем условно можно разделить на два класса. К первому классу относятся проблемы, в отношении которых имеется достаточный информационный потенциал позволяющий успешно решать эти проблемы. Основные трудности в решении проблем первого класса при экспертной оценке заключаются в реализации существующего информационного потенциала путем подбора экспертов, построения рациональных процедур опроса и применения оптимальных методов обработки его результатов. При этом, методы опроса и обработки основываются на использовании, принципа «хорошего» измерителя. Данный принцип означает, что выполняются следующие гипотезы:

эксперт является хранилищем большого объема рационально обработанной информации, и поэтому он может рассматриваться как качественный источник информации (своего рода «информационный измеритель» с небольшими погрешностями);

групповое мнение экспертов близко к истинному решению проблемы.

Если эти гипотезы верны, то для построения процедур опроса и алгоритмов обработки можно использовать результаты теории измерений и математической статистики.

Ко второму классу относятся проблемы, в отношении, которых информационный потенциал знаний недостаточен для уверенности в справедливости указанных гипотез. При решении проблем из этого класса экспертов уже нельзя рассматривать как «хороших измерителей». Поэтому необходимо очень осторожно

проводить обработку результатов экспертизы. Применение методов осреднения, справедливых для «хороших измерителей», в данном случае может привести к большим ошибкам. Например, мнение одного эксперта, сильно отличающееся от мнений остальных экспертов, может оказаться правильным. В связи с этим для проблем второго класса в основном должна применяться качественная обработка. В данной теме основное внимание уделяется вопросам экспертного оценивания для решения проблем первого класса.

Область применения метода экспертных оценок весьма широка. Перечислим типовые задачи, решаемые методом экспертных оценок:

- составление перечня возможных событий в различных областях за определенный промежуток времени;
- определение наиболее вероятных интервалов времени свершения совокупности событий;
- определение целей и задач управления с упорядочением их по степени важности;
- определение альтернативных вариантов решения задачи с оценкой их предпочтения;
- альтернативное распределение ресурсов для решения задач с оценкой их предпочтительности;
- альтернативные варианты принятия решений в определенной ситуации с оценкой их предпочтительности;
- анализ сложных систем, характеризующих в основном качественными, неформализуемыми процессами, ситуациями, явлениями;
- априорное определение и ранжирование по заданному критерию наиболее существенных факторов, описывающих поведение системы.
- установление оптимального состава информации, требующейся для эффективного управления объектом;
- выявление дополнительной субъективной информации в случае, если получение объективной информации затруднено по каким-то причинам, либо невозможно;
- выявление и оценка качественных, количественных критериев необходимых для оценки и выбора управленческого решения.

Для решения перечисленных типовых, задач в настоящее время применяются различные разновидности метода экспертных оценок. К основным видам относятся: анкетирование и интервьюирование; мозговой штурм; дискуссия; совещание; оперативная игра; сценарий.

Каждый из этих видов экспертного оценивания обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими рациональную область применения. Во многих случаях наибольший эффект дает комплексное применение нескольких видов экспертизы.

Анкетирование и сценарий предполагают индивидуальную работу эксперта. Интервьюирование может осуществляться как индивидуально, так и с группой экспертов. Остальные виды экспертизы предполагают коллективное участие экспертов в работе. Независимо от индивидуального или группового участия экспертов в работе целесообразно получать информацию от множества экспертов. Это позволяет получить на основе обработки данных более достоверные результаты, а также новую информацию о зависимости явлений, событий, фактов, суждений экспертов, не содержащуюся в явном виде в высказываниях экспертов.

При использовании метода экспертных оценок возникают свои проблемы. Основными из них являются: подбор экспертов, проведение опроса экспертов обработка результатов опроса, организация процедур экспертизы.

## **6.1 Организация экспертного оценивания**

Первым этапом организации работ по применению экспертного оценивания является подготовка и издание руководящего документа, в котором формулируется цель работы и основные положения по ее выполнению. В этом документе должны быть отражены следующие вопросы: постановка задачи эксперимента; цели эксперимента; обоснование необходимости эксперимента; сроки выполнения работ; задачи и состав группы управления; обязанности и права группы; финансовое и материальное обеспечение работ.

Для подготовки этого документа, а также для руководства всей работой назначается руководитель экспертизы. На него возлагается формирование группы управления и ответственность за

организацию ее работы.

После формирования группа управления осуществляет работу по подбору экспертной группы примерно в такой последовательности: уяснение решаемой проблемы; определение круга областей деятельности, связанных с проблемой; определение долевого состава экспертов по каждой области деятельности; определение количества экспертов в группе; составление предварительного списка экспертов с учетом их местонахождения; анализ качеств экспертов и уточнение списка экспертов в группе; получение согласия экспертов на участие в работе; составление окончательно списка экспертной группы.

Параллельно с процессом формирования группы экспертов группа управления проводит разработку организации и методики проведения опроса экспертов. При этом решаются следующие вопросы: место и время проведения опроса; количество и задачи туров опроса; форма проведения опроса; порядок фиксации и сбора результатов опроса; состав необходимых документов.

Следующим этапом работы группы управления является определение организации и методики обработки данных опроса. На данном этапе необходимо определить задачи и сроки обработки, процедуры и алгоритмы обработки, силы и средства для проведения обработки.

В процессе непосредственного проведения опроса экспертов и обработки его результатов группа управления осуществляет выполнение комплекса работ в соответствии с разработанным планом, корректируя его по мере необходимости по содержанию, срокам и обеспечению ресурсами.

Последним этапом работ для группы управления является оформление результатов работы. На этом этапе производится анализ результатов экспертного оценивания; составление отчета; обсуждение и одобрение результатов; представление итогов работы на утверждение; ознакомление с результатами экспертизы организаций и лиц.

Общие определения экспертной оценки:

1. Экспертные оценки интерпретируются, как своеобразная измерительная процедура в процессе которой для группы факторов создается некоторая шкала измерения и сами факторы соотносятся друг с другом в рамках этой шкалы.

2. Информации полученная от экспертов обрабатывается математическими, статистическими, логическими и другими методами

3. Выдается документально оформленное заключение по проблеме

И так общий порядок проведения экспертных оценок включает следующие этапы:

- подготовка и издание руководителями экспертизы специального документа в котором отражается: обоснование необходимости цели и задачи экспертной оценки сроки выполнения работ, состав группы управления, материальное обеспечение работ;

- формирование группы управления;

- подбор экспертной группы (определение количества экспертов по каждой области деятельности, связанной с проблемой, составление предварительного списка экспертов с учетом их местонахождения, получение согласия экспертов на участие в работе, составление окончательного списка);

- разработка методики опроса экспертов (место и время проведения, количество и задачи туров опроса, форма проведения опроса, порядок фиксации и сбора результатов опроса, состав необходимых документов);

- определение организации и методики обработки данных опроса (процедуры и алгоритмы обработки, средства для ее проведения);

- непосредственное проведение опроса и обработка результатов в соответствии с разработанным планом: по мере необходимости корректировка плана;

- оформление результатов работы; представление итогов работы на утверждение.

При формировании экспертной группы основной организационной задачей является рациональное распределения экспертируемых проектов планов между специалистами. На стадии подготовки и экспертизе в осуществляется знакомство с объектом: изучение плановых, нормативных, аналитических и других материалов, ознакомление с методикой расчёта плановых показателей и методикой проведения экспертизы. Далее следует непосредственное исследование экспертами проекта в соответствии с типо-

вой или специальной методикой, конкретизированной применительно к условиям отрасли. Результатом экспертизы является указания по корректировке показателей проекта которые не оформляются в виде специального заключения, а оперативно доводятся до подведомственных экономических объектов, что связано с ограниченным ресурсом времени на разработку сводного плана.

## **6.2 Основные положения и принципы экспертизы проектов планов совершенствования управления**

Методично принято определять какова совокупность приемов, способов исследования, применяемых в какой-либо науке. Это общая последовательность, упорядоченность элементов проблемы, логически обоснованный подход к ее решению. Исходя из этого методология экспертизы проектов планов совершенствования управления должна включать в себя следующий круг вопросов.

- объект и предмет экспертизы;
- место экспертизы в общем процессе планирования совершенствования управления;
- цель и функции экспертизы проектов планов;
- принципы экспертизы;
- факторы, учитываемые при проведении экспертизы;
- содержание экспертизы, ее основные этапы;
- подходы к оценке проектов и критерии оценки.

Объект экспертизы. В общем случае объектом экспертизы анализа могут быть любые процессы, ситуации и явления, характеризующиеся:

- широким набором альтернативных вариантов решения или целей, плохо поддающихся количественному выражению;
- возможностью использования разнообразных методов решения проблем в т.ч. неформальных творческих процедур;
- неясностью круга факторов которые необходимо принимать во внимание;
- трудностью определения станет достижения цели в связи с нечеткой формулировкой цели, наличием нескольких взаимосвязанных целей, отсутствием критериев оценки.

Предмет экспертизы. Предметом исследования в методологии любого системного исследования принято считать те стороны объекта, которые изучаются.

В плане (проекте) отражается в виде основных его разделов важнейшие характеристики системы управления производством как объекта планирования;

организационные структуры, техника, методы, кадры управления, каждый из этих элементов имеет в свою очередь ряд характеристик, выраженных через определенные показатели, которые и составляют основу плана.

Показатели отражают определенный уровень развития различных элементов системы управления, затраты (ресурсы), необходимые для реализации работ по совершенствованию управления а также результативность совершенствования управления в показателях производственно-хозяйственной деятельности, эти показатели и являются той относительно неделимой частицей плана (проекта) на который направлен экспертный анализ.

Использование в качестве основной формы плановых заданий системы показателей, отражающей результаты и характеристики отдельных старых планируемого процесса вызывается ориентацией на максимально возможное приближение плана совершенствования управления к форме изложения других разделов плана экономического и специального развития страны.

Цель экспертизы. Цель экспертного анализа планов совершенствования управления - частная цель по отношению к цели планирования совершенствования управления, которая в свою очередь является подцелью по отношению к общей цели производства.

Цель экспертизы проектов планов должна быть определена исходя из необходимости рассматривать планирование совершенствования управления, как форму деятельности посредством которой обеспечивается соответствие систем управления требованиям современного этапа развития экономики.

Общая цель экспертизы определяет ее основное содержание и состоит в том, чтобы на основе повышения качества и эффективности плановых решений обеспечить возможность выявления в плане резервов повышения эффективности производства за счет лучшей организации системы управления в разрезе направлений ее совершенствования.





**Рис. 25** Структура проблем методологии экспертизы проектов совершенствования управления

Экспертиза должна выявить, насколько то или иное состояние системы управления, предусмотренное в проекте плане соответствует современным требованиям к управлению и определяет меру необходимости и целесообразности изменений вносимых в проект плана.

Основная задача экспертизы - проверка достоверности и научной обоснованности сводных показателей, проектов планов

решается посредством оценки эффективности и качества плановых решений составляющей основную функцию экспертизы.

Содержание экспертизы. Общая цель экспертизы может быть трансформирована в конкретные цели соответствующие практическим функциям экспертизы в которых раскрывается ее содержание.

Элементами экспертизы являются:

1. Контроль соблюдения единых требований к проектам планов совершенствования управления
2. Оценка эффективности и качества плановых решений;
  - частные оценки отдельных показателей;
  - комплексная оценка проекта плана в целом.
3. Выявление причин не удовлетворительного состояния плановых показателей.
4. Обоснование необходимости изменения отдельных плановых показателей или проект в целом.
5. Определение ориентированного направления показателей проекта плана.
6. Выработка указаний по корректировке проекта плана.

Основным элементом содержания экспертизы является оценка плановых решений и она включает выбор норматива, эталона или идеального теоретического критерия для оцениваемого параметра и выявление степени соответствия фактического состояния данного параметра его нормативному или фатальному значению.

Принципы экспертизы.

1. Комплексность экспертизы предполагает проведение исследования проекта плана группой специалистов по возможности составленной из специалистов различного профиля говоря о комплексности экспертизы, надо иметь в виду широту охвата экспертизой объекта во времени, а также полноту охвата всех частей и аспектов объекта.

2. Своевременность и оперативность экспертизы.

Это один из основных принципов так как, решения в планировании принимаются в условиях сильного влияния фактора времени. Этот принцип предполагает не только своевременное проведение собственной экспертизы но и возможность своевременного внесения необходимых корректив.

3. Научная обоснованность, прогрессивность-соответствие решениям уровню развития объективных условий и субъективного фактора. Решение по проекту плана совершенствования управления должно приниматься с учетом современного состояния науки, техники, организации производства и управления; перспектив задач, тенденций в изменении основных факторов со стороны объекта и субъекта управления, общих закономерностей развития социально-экономической системой.

4. Достоверность экспертизы тесно связана с ее научной обоснованностью и компетентностью экспертов. Экспертиза должна отражать достаточный уровень познания, субъекты экспертизы специальных вопросов, касающихся той или иной области рассматриваемой проблемы. Компетентность участников экспертизы требует закрепления на местах специалистов, знающих свое дело.

5. Надежность экспертизы - способность ее обеспечивать надежность объекта, подлежащего экспертизе. Методика экспертизы остается действенной столько времени, сколько существуют объективные факторы породившие ее. Поэтому следует предусматривать в методике элементы, обеспечивающие ее действенность и эффективность и в том случае, если ситуация изменится.

6. Принцип разделения. Эксперт способен проанализировать ситуацию лишь тогда, когда для этого требуется учесть относительно небольшое число обстоятельств. Поэтому мнение эксперта бывает более или менее достоверным лишь в том случае, когда ему приходится отвечать на относительно небольшой круг вопросов. Успех реализации экспертизы прямым образом зависит от того как мы расчленим проблему следует иметь в виду, что никаких общих рекомендаций о способах разделения проблемы нет. В настоящее время это процедура определяются прежде всего квалификацией лица подготавливающего и проведения экспертизы.

7. Принцип постоянного функционирования. Специалист эксперт, которому систематически приходится отвечать на один и тот вопрос с каждым следующим разом будет увереннее формулировать свое мнение и его суждение будет с каждым разом ближе к истине - будет происходить процесс обучения.

Эффективность экспертизы существенным образом зависит от структуры обратной связи. Знание результатов предыдущих экспертиз не только помогают обучению экспертов, но и может быть использовано для оценки достоверности экспертизы. Таким образом, принцип постоянного функционирования предполагает такую организацию экспертизы, которая обеспечивает возможность ориентации экспертов к изучаемым процессам и обучения их в процессе функционирования системы.

8. Подход к оценке проектов с позиций народнохозяйственных интересов, стремление к исключению или ослаблению влияния субъективизма

9. Учет специфике объекта планирования (система управления отрасли, предприятия)

10. Эффективность экспертизы—оценить достижения поставленной цели.

11. Экономность экспертизы - возможность достижения цели с наименьшими затратами.

12. Сочетание количественных и качественных, формальных и эвристических методов.

13. Использование опыта экспертизы в аналогичных сферах деятельности.

14. Создание обстановки творческого подхода к решению проблем, а не только на основе формальной ответственности.

Рассмотренные и перечисленные принципы-требования следует учитывать прежде всего в практике организации экспертного анализа: при отборе специалистов-экспертов, для установления сроков проведения экспертизы, при формулировании конкретных задач экспертизы и возможных способов их решения и т.д.

### **6.3 Факторы, учитывающие при проведении экспертизы проектов планов совершенствования управления.**

Эффективность экспертизы во много определяется именно уровнем комплексности, степенью всестороннего охвата решаемой проблемы. Действенность экспертизы значительно снижается если не учтены все факторы, способствующие и меняющие ее

проведению и те пока нейтральные факторы, которые могут понимать или стать союзниками в будущем.

Однако чрезвычайная сложность объекта планирования системы управления народным хозяйством и обусловленная этим сложность объекта экспертизы-проекта плана совершенствования управления - заставляют оприорно признать невозможность полного учета экспертам и анализа всего многообразия факторов и форм их проявления.

Поэтому при проведении экспертизы необходимо учесть лишь наиболее существенные факторы и установить степень влияния каждого из них на качество принимаемых плановых решений.

Кроме того в настоящее время не существует способов формализации и количественного измерения влияния факторов социального, политического, психологического характера, которые оцениваются руководителями «специалистами только на основе собственных суждений» интуиции.

Можно сказать что «Хороший специалист по системному анализу не отбрасывает соображения, которые не могут получать количественного выражения в процессе проделанного анализа. Хотя эти соображения исключаются из расчетов, однако сами факторы должны быть перечислены и описаны для использования их при принятии решения».

В основу определения состава факторов, их классификации и ранжирования по силе влияния на качество решения может быть положен логический анализ.

Логическим ключом классификации множества факторов, влияющих на результаты экспертного анализа проектов планов, является выделение в содержании экспертизы двух основных взаимодействующих элементов: субъекта и объекта экспертизы в связи с этим можно выделить две группы факторов:

- факторы, связанные с субъектом экспертизы;
- факторы, связанные с объектом экспертизы.

В второй группе факторов можно выделить:

- факторы формирования систем управления производством;
- факторы, связанные с проектом плана совершенствования управления, как информация для принятия планового решения.

Факторы формирования систем управления производством - это факторы, которые предъявляет непосредственно объект планирования. Факторы, влияющие на развитие системы управления отраслью, предприятием, объединением, многообразны по содержанию, по природе, по характеру воздействия на систему управления по сфере возникновения и другим признаком что затрудняет их выявление и определение силы их влияния.

На уровень развития системы управления среди множества других факторов влияет организация структуры управления. Она в свою очередь, зависит от состава, содержания и трудоемкости функции управления, численности работников аппарата управления, распределения работников по функциям управления, норм управляемости, уровня централизации функции управления, техники управления и т.д. Одним из факторов, влияющих на организационную структуру управления, является состав, содержание и трудоемкость функций управления, которые зависят от следующих факторов: со стороны объекта управления - от объема производства, численности работающих, уровня специализации, кооперирования и концентрации производства, степени механизации и автоматизации производства, территориальной расположенности предприятий отрасли и т. д.; со стороны субъекта управления - от организационной структуры управления, техники и технологии управления, квалификации управленческих работников, производительности и интенсивности их труда и т.д. каждый из которых также представляет итог воздействия большого количества факторов.

Совокупность факторов, определяющих специфику систем управления конкретных отраслей и предприятий, включает две группы, факторов: зависящие от данной системы управления (внутренние факторы) и независящие от нее (внешние факторы), которые опосредуют влияние системы более высокого уровня. Хотя последние по признаку сферы возникновения являются по отношению к отрасли, они всегда конкретны присущи только данной системе управления т.е. происходит превращение внешних факторов во внутренние. Полнота информации зависит, в первую очередь от сложности рассматриваемой задачи. Поскольку учет всех факторов, влияющих на плановое решение практически недостижим, приходится выделять наиболее существенные факторы и показатели, информация по которым поступает в ус-

тановленные интервалы времени, наряду с этим, для обеспечения полноты информации должен быть расширен и упорядочен поток разовой информации, поступающей по запросам специально для выработки данного решения. В этой связи можно выделить три типа данных:

1. данные которые обычно используются при разработке плана совершенствования управления, эти данные сразу становятся информацией;
2. данные, которые обычно непосредственно не используются при принятии плановых решений, но накапливаются для возможного использования в определенных ситуациях, которых можно предвидеть - это потенциальная информация;
3. данные, которые не используются при принятии решений и их использование не предусматривается - это избыточные данные, информационный «шум».

Достоверность информации. Способность информации не вызывать сомнений в ее правильности. Это свойства информации очень близко по содержанию с часто упоминающимися в специальной литературе свойствами точности и адекватности, характеризующая степень точности отражения в модели соответствующего явления.

Своевременность получения информации. Технология планирования установлена определенная логическая последовательность плановых работ а также временной режим разработки, корректировки, свода и утверждения планов. Поскольку экспертиза рассматривается нами как составная часть технологии свода плана, то в пределах периода выполнения всех работ под планом должны быть четко установлены и соблюдаются оптимальные сроки получения информации для экспертизы и самого проведения экспертизы с тем, чтобы качество планового решения не приходило в противоречие со сроками его подготовки и принятия. В то же время необходимо стремиться к сокращению сроков, как подготовки информации, так и собственно принятия планового решения за счет маневрирования количества специалистов, автоматизации процесса разработки плана и других условий.

Действенность экспертизы определяют, кроме того, такие факторы со стороны информации необходимы для ее проведения как:

- релевантность информации - степень отношения к задачам, для решения которых она будет использована;
- актуальность информации - соответствие во времени действительному состоянию отражаемого объекта;
- всеобщность информации - независимость от отдельных частных изменений ситуации.

Важнейшим фактором, действующим со стороны объекта экспертизы и в конечном итоге, определяющим необходимость и содержания экспертного анализа, является наличие ряда недостатков методики определения показателей планирования совершенствования управления.

Эти недостатки объективно обусловлены преобладанием качественных процессов и явлений в планируемом объекте, недостаточным уровнем познания этих процессов и явлений, категории и закономерностей управления и в связи с этим ограниченными по сравнению с материальным производством возможностями в точном предсказании будущего состояния системы управления. Недостатки эти касаются в основном состава показателей и способов их определения, т.е. носят методологический характер.

На качество экспертного анализа значительно влияют факторы со стороны субъекта его приведения, поскольку экспертиза как процесс принятия планового решения не может быть полностью формализована. На данном плане, когда только формируются ее основы, эти факторы приобретают особо важное значение. Это факторы, которые ориентируют не только на проблему, по главным образом на людей, занимающихся ею и представляют собой особенности специалиста, как субъекта экспертизы, связанные с его психологией, значениями, опытом и т.д.

#### **6.4 Оценочная система в экспертной системы.**

Необходимо предложить комиссии оценить не деятельность подразделений а значимость тех показателей критериев, штрафов руководствуясь которыми члены комиссии формируют свою оценку подразделениям. Преимущества такого способа оценки очевидны:

- внимание членов комиссии (экспертов) будет сосредоточено на сущности каждого из показателей и их значимости безот-



носителем какого-либо конкретного подразделения в результате чего повышается объективность оценок;

- снимается необходимость периодического сбора комиссии для подведения итогов — достаточно будет только собрать данные у подразделений по выбранному кругу показателей за отчетный период;

- возможность обработки этих данных на ЭВМ.

Предлагаемая оценочная система описывается в соответствии с общей схемой построения оценочных систем, включающей следующие этапы:

1. формулировка целей построения оценочной системы;
2. экономического и формальная постановка задачи;
3. выбор оценочных показателей и их предварительный анализ;
4. обоснование выбора шкалы измерения оценочных показателей;
5. обоснование методов оценки значимости показателей.

Чтобы оценить деятельность подразделений по выбранному кругу показателей необходимо решить две задачи:

- квалифицировать качественные показатели;
- определить относительную важность (вес) каждого показателя в соответствии со степенью его влияния на итоговую оценку деятельности подразделений.

Об эти задачи в настоящее время решаются с помощью коллективной экспертной оценки, результаты которой оказывают решающее влияние на объективность оценочной системы.

Целью оценочной системы является использование результатов оценки для реализации принципов внутреннего хозяйственного расчета и управления деятельностью подразделений с целью повышения эффективности работы организации.

При этом система оценки должна быть нацелена на выполнение главных задач, стоящих перед коллективом и удовлетворять следующим требованиям:

- соответствия показателей целям оценки;
- обоснованности выбора оценочных шкал;
- сопоставимости оценок;
- гибкости и чувствительности оценочной системы;
- возможности широкого практического применения.

Важнейшим элементом любой оценочной системы является состав используемых показателей, определяющий полноту оценки и соответствие ее целям. Предварительный набор исходных показателей бывает чрезмерно велик, что порождает значительные интерпретационные и вычислительные трудности. Поэтому необходимо провести тщательный экспертно профессиональный анализ по отбору наиболее информативных показателей с точки зрения их влияния на оценку деятельности подразделений.

На первой стадии исследования, обычно, формализуют имеющиеся априорные сведения с помощью методов ранговой корреляции сразу по всему перечню анализируемых показателей. На основании полученных сумм рангов строят гистограмму и полигон степени влияния анализируемых показателей на исследуемого качество. При этом суммы рангов показателей распределяются по закону, близким к экспоненциальному, параболическому или линейному. В первых двух случаях можно сразу произвести состав несущественных факторов (при удовлетворении заданной степени согласованности оценок экспертов) в третьем случае в анализ приходится включить все показатели

При большом числе показателей (более 10) одновременная их оценка вызывает затруднение у экспертов, поэтому, учитывая накопленный опыт по рассматриваемым оценочным системам, мы считаем необходимым предварительно выделить показатели по видам деятельности, наиболее полно и всесторонне характеризующие деятельность подразделений.

Предварительная группировка показателей значительно облегчает экспертно-профессиональный анализ, а связанная с этим возможность специализации экспертных группы повышает объективность оценок.

В качестве таких показателей можно выделить следующие: научна техническую, планово - производственную, экономическую, организационную, кадровую, социальную.

В ряде методик дополнительно выделяются информационный вид деятельности, обеспечивающий высокие научные результаты в будущем и д.р.

Однако на практике можно выделить укрупненные показатели следующим видом деятельности:

- научно-техническая;
- экономическая;

- социально-общественная; (таблица 6)

**Показатели оценки деятельности подразделений проектно-технической института**

Таблица 6

<b>Укрупненные показатели по видам деятельности</b>	<b>Оценочные показатели</b>
Научно-техническая	Прогрессивность класса разработаны, новизна выполняемых работ, использование типовых проектных решений, источник задания на проектирование продолжительность разработки проекта качество проектирования, показатели творчества
Экономическая	Напряженность, гематический план, разработки проектов (экспертов), работ в срок, досрочно или опозданием, характеристика выполнения приказов, распоряжении, заданий, экономическая эффективность выполняемых работ.
Социально-общественная	Организация соревнования, выполнение самостоятельных работ квалификация и подготовка кадров.

## ГЛАВА 7 ПОДБОР ЭКСПЕРТОВ

### 7.1 Проблемы подбора экспертов

Для реализации процедуры экспертного оценивания необходимо сформировать группу экспертов. Общим требованием при формировании группы экспертов является эффективное решение проблемы экспертизы. Эффективность решения проблемы определяется характеристиками достоверности экспертизы и затрат на нее.

Достоверность экспертного оценивания может быть определена только на основе практического решения проблемы и анализа ее результатов. Использование экспертов как раз и обусловлено тем, что отсутствуют какие-либо другие способы получения информации. Поэтому оценка достоверности экспертизы может осуществляться, как правило, только по апостериорным (после опытным) данным. Если экспертиза проводится систематически с примерно одним и тем же составом экспертов, то появляется возможность накопления статистических данных по достоверности работы группы экспертов и получения устойчивой числовой оценки достоверности. Эту оценку можно использовать в качестве априорных данных о достоверности группы экспертов для последующих экспертиз.

Затраты на экспертизу в определенной мере пропорциональны числу экспертов. Повышение достоверности за счет увеличения числа экспертов и туров опроса приводит к увеличению затрат. Отсюда следует проблема процедуры подбора группы экспертов, определение числа экспертов в группе для обеспечения приемлемой достоверности при минимальных затратах на экспертизу или определение числа экспертов для обеспечения максимальной достоверности при ограниченных затратах на экспертизу.

Достоверность группового экспертного оценивания зависит от общего числа экспертов в группе, долевого состава различных специалистов в группе, от характеристик экспертов.

Определение характера зависимости достоверности от перечисленных факторов является еще одной проблемой процедуры подбора экспертов.

Сложной проблемой процедуры подбора является формирование системы характеристик эксперта, существенно влияющих на ход и результаты экспертизы. Эти характеристики должны описывать специфические свойства специалиста и возможны отношения между людьми, влияющие на экспертизу. Важным требованием к характеристикам эксперта является измеримость этих характеристик.

Еще одной проблемой является организация процедуры подбора экспертов, т.е. определение четкой последовательности работ, выполняемых в процессе подбора экспертов и необходимых ресурсов для их реализации.

## 7.2 Характеристики экспертов

Для описания экспертов с точки зрения оценки качества решения проблемы введем следующие характеристики: компетентность; креативность; отношение к экспертизе; конформизм; аналитичность и широта мышления; конструктивность мышления; коллективизм; самокритичность.

В настоящее время перечисленные характеристики в основном оцениваются качественно. Для ряда характеристик делаются попытки ввести количественные оценки. Рассмотрим содержание и возможные пути количественного описания характеристик экспертов.

Компетентность—это степень квалификации эксперта в определенной области знаний. Компетентность может быть определена на основе анализа плодотворности деятельности специалиста, уровня и широты знакомства с достижениями мировой науки и техники, понимания проблем и перспектив развития. Некоторые авторы считают, что компетентность и научный авторитет являются тождественными понятиями. Имеются предложения оценивать компетентность экспертов по ученой степени, занимаемой должности. В зависимости от ученой степени и занимаемой

должности эксперту приписывается некоторый вес. В табл. 7 в качестве примера приведены веса, приписываемые эксперту, работающему в научно-исследовательской организации. Однако не всегда ученая степень определяет компетентность экспертов. Это подтверждается и экспериментальными данными.

Таблица 7

Занимаемая должность	Специалист без степени	Кандидат наук	Доктор наук	Академик, член-корреспондент
Ведущий инженер (конструктор)	1	-	-	-
Младший научный сотрудник	1	1,5	-	-
Старший научный сотрудник	-	2,25	3,0	-
Заведующий лабораторией, сектором, руководитель группы	2	3,0	4,0	6,0
Заведующий отделом, заместитель заведующего отделом	2,5	3,75	5,0	7,5
Руководитель комплекса, отделения	3,0	4,5	6,0	9,0
Директор, заместитель директора	4,0	6,0	8,0	12,0

Можно выдвинуть следующие требования к умению специалистов, проводящих экспертизу проектов планов:

- 1) умение работать с документами;
- 2) умение рационально использовать информацию, выделять в потоке информации сигналы о наличии проблемы;
- 3) умение четко формулировать задания на получение дополнительных сведений;
- 4) умение системно анализировать объекты, учитывать внутренние и внешние факторы, влияющие на их развитие;
- 5) умение формулировать требования, общие и частные ограничения, критериям применительно к конкретной задаче, отличать задачи и решения оперативные и перспективные;
- 6) умение видеть ситуацию в ее развитии чувствовать новое, обладать достаточной смелостью и оптимизмом в принятии ре-

шении, трезво оценивать трудности и объективную невозможность на определенном этапе достижения перспективных целей.

### **Компетентность специалиста**

Для руководителя группы специалистов, приводящих экспертизу, кроме того необходимо:

- умение организовать процессы подготовки и принятия решения;
- максимально использовать знания и опыт специалистов разного профиля, коллективное мышление;
- умение вызвать интерес к проблеме, творческий энтузиазм и инициативу в ее решение;
- учитывать и использовать настроение людей, создавать необходимый социально-психологический климат для успешного решения задач.

Трудности учета всех факторов, влияющих на действенность экспертного анализа со стороны субъекта экспертизы, и в том числе факторов, определяющих компетентность экспертов, вызваны в первую очередь трудностью их количественной оценки.

Так, например, для оценки компетентности экспертов различные авторы предлагают использовать различные характеристики, как качественные, так и количественные: ученая степень, занимаемая должность количество публикаций, количество ссылок на научные труды эксперта и др. Несомненно, что эти показатели в определенной степени отражают компетентность эксперта. Однако, во-первых однозначной зависимости между этими показателями и уровнем компетентности не существует и во вторых, непосредственное измерение этих показателей представляет собой трудоемкую работу.

Для оценки компетентности ряд авторов предлагают использовать такие показатели, как количество публикаций, количество ссылок на научные труды эксперта и другие показатели. Несомненно, что эти показатели в определенной степени отражают компетентность эксперта. Однако, во-первых, однозначной зависимости между этими показателями и уровнем компетентности не существует и, во-вторых, непосредственное измерение этих показателей представляет собой трудоемкую работу.

В практике экспертного оценивания получила распространение

ние оценка компетентности с помощью самооценки эксперта и оценки другими экспертами. Естественность такого подхода обусловлена тем, что измерение столь сложного свойства, как компетентность, может быть реально осуществлено только людьми.

Компетентность экспертов оценивается коэффициентом компетентности  $k$ , который вычисляется на основе суждения эксперта о степени своей информированности по решаемой проблеме и указания типовых источников аргументации своих мнений. Коэффициент компетентности вычисляется по формуле

$$k = \frac{1}{2}(k_u + k_a) \quad (7.1)$$

где  $k_u$  - коэффициент информированности по проблеме, получаемой на основе самооценки эксперта по десятибалльной шкале и умножения этой оценки на 0,1;  $k_a$  коэффициент аргументации, получаемой в результате суммирования баллов по эталонной таблице

Эксперту дается эта таблица без цифр. Эксперт отмечает (крестом), какой источник он оценивает по градациям В, С, Н. После наложения таблицы эксперта на эталонную таблицу 8. подсчитывается количество баллов под крестами по всем источникам аргументации. При этом, если  $k_a = 1,0$  то степень влияния всех источников высокая, если  $k_a = 0,8$ , то средняя, и, если  $k_a = 0,5$ , то учитывается низкая степень источников аргументации. Коэффициент компетентности  $0 \leq k \leq 1$ .

Таблица 8

Источники аргументации	Степень влияния источника на Ваше мнение		
	В (высокая)	С (средняя)	Н (низкая)
Проведенный Вами теоретический анализ	0,3	0,2	0,1
Ваш производственный опыт	0,5	0,4	0,2
Обобщение работ отечественных авторов	0,05	0,05	0,05
Обобщение работ зарубежных авторов	0,05	0,05	0,05
Ваше личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0,05	0,05	0,05
Ваша интуиция	0,05	0,05	0,05



Можно предложить эффективную методику оценки компетентности экспертов, основанную на вычислении относительных коэффициентов компетентности по результатам высказываний специалистов о составе экспертной группы. Сущность этой методики заключается в следующем. Ряду специалистов предлагается высказать суждение о включении лиц в экспертную группу для решения определенной проблемы. Если в этот список попадают лица, не вошедшие в первоначальный список, то им также предлагается назвать специалистов для участия в экспертизе. Проведя несколько туров такого опроса, можно составить достаточно полный список кандидатов в эксперты. По результатам проведенного опроса составляется матрица, по строкам и столбцам которой записываются фамилии экспертов а элементами таблицы являются переменные:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } j\text{-й эксперт назвал } i\text{-го эксперта} \\ 0, \text{если } j\text{-й эксперта не назвал } i\text{-го эксперта} \end{cases}$$

Причем каждый эксперт может включать или не включать себя в экспертную группу. По данной таблице можно вычислить относительные коэффициенты компетентности экспертов, используя алгоритм решения задачи о лидере. В соответствии с этим алгоритмом введем относительные коэффициенты компетентности  $h$ -го порядка для каждого эксперта

$$k_i^h = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{h-1}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{h-1}} \quad \left( \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, m, \\ h = 1, 2, \dots \end{array} \right) \quad (7.2)$$

В этой формуле  $m$  - общее число экспертов в группе (размерность квадратной матрицы  $\|x_{ij}\|$ ;  $x_{ij}$  - элементы матрицы;  $h$  - номер порядка коэффициента компетентности. Коэффициенты компетентности нормированы так, что их сумма равна единице:

$$\sum_{i=1}^m k_i^h = 1 \quad (7.3)$$

По формуле (7.2) можно непосредственно вычислять значения коэффициентов компетентности для различных порядков, начиная с первого. Коэффициент компетентности первого поряд-

ка вычисляется по формуле (7.2) при  $h=1$ :

$$k_i^1 = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, m). \quad (7.4)$$

Смысл этой формулы состоит в том, что подсчитывается сумма единиц (число голосов), поданных за  $i$ -го эксперта (сумма в числителе), и делится на общую сумму всех единиц, т. е. голосов (выражение в знаменателе). Таким образом, коэффициент компетентности первого порядка определяется как относительное число экспертов, высказавшихся за включение  $i$ -го эксперта в список экспертной группы.

Относительный коэффициент компетентности второго порядка вычисляется по формуле (7.2) при  $h=2$ :

$$k_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^1}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^1} \quad (i=1, 2, \dots, m). \quad (7.5)$$

В этой формуле коэффициенты компетентности первого порядка определены по формуле (7.4). Таким образом, коэффициенты компетентности второго порядка представляют собой относительные количества голосов, взвешенных коэффициентами компетентности первого порядка.

Последовательно вычисляя относительные коэффициенты компетентности, все более высокого порядка, можно убедиться, что процесс этот быстро сходится после 3-4 вычислений, т. е. относительные коэффициенты компетентности стабилизируются.

Рассмотренная последовательная процедура вычисления относительных коэффициентов компетентности весьма проста и может выполняться даже вручную при числе  $m=10$ :-20.

При использовании ЭВМ целесообразно вычислять предельные коэффициенты компетентности при  $h \rightarrow \infty$ .

$$k_i = \lim_{h \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{h-1}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{h-1}}; \sum_{i=1}^m k_i = 1 \quad (7.6)$$

Можно показать, что предельные значения коэффициентов компетентности представляют собой компоненты собственного вектора для максимального собственного числа матрицы  $X = \|x_{ij}\|$ . Собственные числа матрицы  $X$  определяются как корни алгебраического уравнения

$$|X - \lambda E| = 0, \quad (7.7)$$

где  $X = \|x_{ij}\|$  - матрица голосования на включение экспертов в группу,  $\lambda$  - вектор собственных чисел матрицы,  $X, E$  - единичная матрица. Собственный вектор матрицы, соответствующий максимальному собственному числу, вычисляется из системы  $l + 1$  порядка линейных алгебраических уравнений;

$$Xk = \lambda_0 k; \sum_{i=1}^m k_i = 1, \quad (7.8)$$

где  $k = (k_1, k_2, \dots, k_m)$  - вектор коэффициентов компетентности, являющийся собственным вектором матрицы  $X$  для максимального собственного числа  $\lambda_0$ .

В частном случае, когда все специалисты высказались за участие в экспертизе всех лиц, матрица  $X$  содержит в качестве элементов только единицы. Следовательно, произведение  $Xk$  обра-

зует вектор с одинаковыми компонентами, равными  $\sum_{i=1}^m k_i = 1$ .

Поэтому уравнения (7.8) принимают вид

$$1 = \lambda_0 k_i \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

Отсюда коэффициенты компетентности равны

$$k = \frac{1}{\lambda_0} \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

Можно показать, что максимальное собственное число в этом частном случае равно  $\lambda_0 = m$ . Следовательно, все коэффициенты

одинаковы и равны

$$k_i = \frac{1}{m} \quad (i=1, 2, \dots, m).$$

*Креативность* - это способность решать творческие задачи. В настоящее время кроме суждений, основанных на изучении деятельности эксперта, нет каких-либо предложений по количественной оценке этой характеристики.

Творческие способности эксперта предполагает:

- чувствительность к проблемам, способность по новому убедить проблему;
- быстроту мышления;
- гибкость мышления;
- оригинальность мышления;
- способность к раскрытию существа связей между явлениями, умение концентрировать внимание на важнейших факторах влияющих на решение проблемы;
- развитое воображение и способность мысленно осуществлять экстраполяцию от известного к неизвестному

Характеристика - *отношение к экспертизе* важна с точки зрения принятия решения о привлечении специалиста в качестве эксперта. Негативное или пассивное отношение специалиста к решению конкретной проблемы, большая занятость и другие, факторы существенно влияющие на выполнение своих функций экспертами.

*Конформизм* - это подверженность влиянию авторитетов. Это свойство проявляется в виде неустойчивости собственного мнения. Особенно сильно конформизм может иметь место при проведении экспертизы в виде открытых дискуссий. Мнение авторитетов, высказанное на открытой дискуссии, может подавлять мнение лиц, обладающих высокой степенью конформизма.

Аналитичность и широта мышления – важные характеристика эксперта, особенно при решении сложных проблем. Специалист, имеющий глубокие знания, но обладающий «профессиональной слепотой», не может качественно решать проблемы, требующие взгляда, выходящего за рамки сложившихся представлений.

Конструктивность мышления - это прагматический аспект мышления. Эксперт должен давать решения, обладающие свойством практичности. Учет реальных возможностей решения про-

блемы очень важен при проведении экспертного оценивания. Существуют квалифицированные специалисты со слабо выраженной прагматической направленностью.

Свойство коллективизма должно учитываться при проведении открытых дискуссий. Этика поведения человека в коллективе экспертов во многих случаях существенно влияет на создание положительного психологического климата и самым на успешность решения проблемы.

Самокритичность эксперта проявляется при самооценке степени своей компетентности, а также, при принятии решения по рассматриваемой проблеме.

Перечисленные характеристики эксперта достаточно полно описывают необходимые качества, которые влияют на успешность решения задачи экспертного оценивания. Однако их анализ требует очень кропотливой и трудоемкой работы по сбору информации и ее изучению. Кроме того, часть характеристик эксперта, как правило, является положительной, а часть отрицательной. Возникает проблема согласования характеристик между собой. Причем, чем больше характеристик принимается во внимание, тем труднее принять решение о том, что важнее и что допустимо для эксперта. Для устранения указанной трудности необходимо сформулировать какую-то обобщенную характеристику эксперта, учитывающую его важнейшие качества, с одной стороны, и допускающую непосредственное измерение, с другой стороны. В качестве такой характеристики можно принять достоверность суждений эксперта. Именно эта характеристика определяет эксперта как «измерительный прибор». Однако применение такой обобщенной характеристики требует информации о прошлом опыте участия эксперта в решении проблем. В ряде случаев такой информации может не быть.

Количественно достоверность эксперта оценивают по формуле

$$D = \frac{N_n}{N} \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

где  $N_n$  - число случаев, когда  $i$ -й эксперт дал решение, приемлемость которого подтвердилась практикой,  $N$  - общее число случаев участия  $i$ -го эксперта в решении проблемы.

Можно также учесть вклад каждого эксперта в достоверность

всей группы. Эта относительная достоверность определяется по формуле

$$D_i^{om} = \frac{D_i}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m D_i} \quad (i=1, 2, \dots, m),$$

где  $m$  - число экспертов в группе. В знаменателе стоит средняя достоверность группы экспертов.

### 7.3 Характеристики группы экспертов

Как уже было указано, основными характеристиками группы экспертов являются: достоверность экспертизы и затраты на нее. Обе эти характеристики определяют количество экспертов в группе и долевой состав различных специалистов в группе.

Достоверность экспертизы зависит от количества экспертов в группе и качества экспертов. Для проблем первого класса, к которому относятся проблемы с высоким уровнем информационного потенциала знаний, увеличение количества экспертов в группе приводит, как это следует из теории обработки наблюдений, к монотонному возрастанию достоверности экспертизы. Экспериментальные исследования подтверждают эту зависимость. На рис. 26. приведен график экспериментальных данных, устанавливающих монотонное возрастание достоверности с увеличением количества экспертов в группе. Для проблем второго класса зависимость достоверности групповой оценки от количества экспертов неясна. Во всяком случае монотонно возрастающая зависимость достоверности экспертизы проблем второго класса от количества экспертов маловероятна.

Достоверность экспертизы существенно зависит от качества экспертов, в особенности от их компетентности. Можно утверждать, что достоверность групповой экспертизы есть монотонно возрастающая функция средней групповой самооценки компетентности, которая определяется как среднее арифметическое значение самооценок группы экспертов. На рис. 27 приведен график экспериментальных данных, подтверждающий монотонно возрастающую зависимость между достоверностью экспертизы и величиной групповой самооценки компетентности. На графике по оси абсцисс отмечены три уровня групповой компетентности:

высокая (В), средняя (С), низкая

Достоверность группового экспертного оценивания зависит от состава специалистов. Привлечение к экспертизе специалистов различного профиля определяется широтой решаемой проблемы. При постановке задач экспертизы необходимо проанализировать области знаний и деятельности, которые связаны с решаемой проблемой, и тем самым определить специализацию экспертов, которых целесообразно пригласить для участия в работе.

Количество потребных для экспертизы, специалистов различных профилей определяет минимальную численность экспертной группы. Успешность результатов экспертизы существенно зависит от отношения экспертов. Поэтому участие в экспертизе должно рассматриваться как плановая работа, требующая морального и материального поощрения. Оплата экспертов должна рассматриваться как фактор, стимулирующий высокое качество проведения экспертизы

Затраты на экспертизу тем выше, чем больше численность группы экспертов и выше квалификация экспертов. На практике всегда имеет место ограничение финансовых ресурсов, расходовемых на вознаграждение экспертов. Это определяет максимально допустимое количество экспертов в группе с учетом их квалификации

#### **7.4 Организация процедуры подбора.**

Работа по подбору экспертов возлагается на группу *управления*. От качества выполнения этой работы существенно зависят результаты экспертизы, поэтому она должна поручаться квалифицированным специалистам. Процедура подбора группы экспертов включает три этапа: определение количества экспертов; составление списка экспертов; получение согласия экспертов на участие в работе

Для определения количества экспертов члены группы управления выявляют области знаний, связанных с решаемой проблемой. На основе рассмотрения содержания проблемы составляется перечень областей знаний, по которым необходимо привлечь специалистов. Для каждой области знаний определяется минимальное и максимальное число экспертов, исходя из приемлемой достоверности результатов экспертизы с учетом роли каждой об-

ласти знаний в решении проблемы (например, в процентах). После определения минимального и максимальное числа экспертов. Оценки снизу и сверху числа экспертов, определяют соответственно нижнюю и верхнюю оценки достоверности экспертизы.

Максимальное число экспертов в группе проверяется на ограничение по финансовым ресурсам. Определив зависимость между достоверностью, количеством экспертов и расходами на оплату, группа управления представляет руководству эту информацию и формулирует возможные альтернативы решений. Такими альтернативами могут быть либо снижение достоверности результатов экспертного оценивания до уровня, обеспечивающего выполнение ограничения по расходам на оплату экспертов, либо сохранение исходного требования на достоверность экспертизы и увеличение расходов на оплату экспертов.

Следующим этапом работы по подбору экспертов является составление предварительного списка экспертов. При составлении этого списка проводится анализ качеств экспертов. Кроме учета качеств экспертов, определяются их местонахождение, и возможности участия выбранных специалистов в экспертизе. При оценке качеств учитывается мнение людей, хорошо знающих кандидатов в эксперты.

Эксперт выступает носителем специальных знаний и опыта высококвалифицированным авторитетным специалистом в определенной области знаний, способным произвести оценку деятельности контролируемого объекта и выработать на основе процессе применения знаний и опыта рекомендации, мнений советов конструктивных предложений по улучшению этой деятельности.

В качестве экспертов могут выступать руководители, различные специалисты, работающие в данной организации или приглашенные со стороны. Однако, на этом сходство по данному признаку заканчивается, так как конкретные способы организации деятельности экспертов для выполнения ими своих функций специфичны для экспортных оценок и для экспертизы.

После составления списка экспертов им направляются письма с приглашением участвовать в экспертизе. В письмах объясняется цель проведения экспертизы, ее сроки, порядок проведения, объем работы и условия вознаграждения. К письмам прилагаются анкеты данных эксперта и самооценки компетентности.

Получив ответы экспертов, группа управления составляет



окончательный список группы экспертов.

После составления и утверждения списка экспертам посылается сообщение о включении их в состав экспертной группы. Если экспертное оценивание производится методом анкетирования, то одновременно с уведомлением о включении в экспертную группу всем экспертам высылаются анкета с необходимыми инструкциями для их заполнения. Сообщением экспертам о включении их в экспертизу заканчивается работа по подбору экспертов.

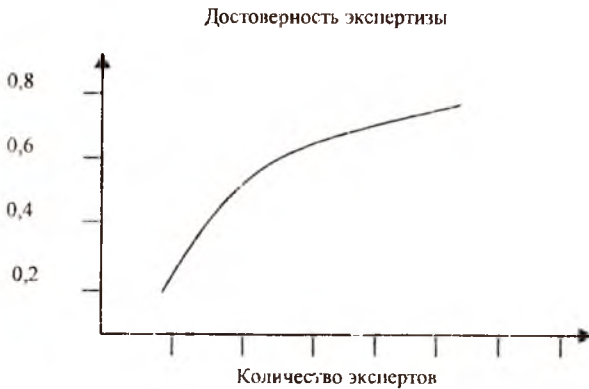


Рис. 26.



Рис 27.

## ГЛАВА 8 ОПРОС ЭКСПЕРТОВ

### 8.1 Содержание и виды опроса

Опрос-главный этап совместной работы группы управления и экспертов. Основным содержанием опроса является:

- постановка задачи и предъявление вопросов экспертам;
- информационное обеспечение работы экспертов;
- выработка экспертами суждений, оценок, предложений;
- сбор результатов работы экспертов.

Можно назвать три типа задач, которые решаются в процессе опроса.

- оценка качественная или количественная заданных объектов;
- построение новых объектов;
- построение и оценка новых объектов.

При коллективной экспертизе используются следующие основные виды опроса: дискуссия, анкетирование и интервьюирование, метод коллективной генерации идей, или мозговой штурм.

Анкетирование может проводиться с обратной связью или без нее.

При анкетировании с обратной связью опрос экспертов производится в несколько этапов с доведением до сведения экспертов некоторых результатов опроса на предыдущем этапе, включая оценки отдельных экспертов, их аргументацию.

Главным в организации опроса является обеспечение максимума информации и максимума творчески активности, самостоятельности эксперта. Необходимо стремиться довести до каждого эксперта по возможности всю информацию, относящуюся к анализируемому явлению, которой располагают как эксперты, так и организаторы опроса, не лишая в то же время эксперта творче-

ской самостоятельности и активности.

Однако возможности эксперта по переработке информации ограничены. В результате эксперт может принять решение, не используя всей информации, имеющейся в его распоряжении.

Кроме того, новая информация воспринимается человеком с определенным внутренним сопротивлением и не сразу влияет на уже сложившиеся субъективные оценки. Отношение к новой информации благожелательнее, а восприятие и использование ее полнее, если она представляется в доходчивой, яркой и компактной форме.

Из этих психологических особенностей следует необходимость предоставления экспертам возможностей для фиксации поступающей информации путем ведения записей, использования технических средств, а также необходимость предварительной обработки информации и представления ее экспертам в наиболее воспринимаемой форме.

Необходимо подчеркнуть противоречивость значения обмена экспертами информацией, так как получение такой информации таит опасность потери творческой независимости в построении модели объекта экспертом. Разрешение этого противоречия в полной мере невозможно, и при каждой экспертизе ее организаторы должны находить разумный компромисс прежде всего путем выбора вида опроса, формы и степени общения экспертов.

Каждый из видов опроса имеет свои достоинства и недостатки в построении обмена информацией между экспертами и в организации их независимого творчества. Выбор того или иного вида опроса определяется многими факторами, из которых основными являются:

- цель и задачи экспертизы;
- существо и сложность анализируемой проблемы;
- полнота и достоверность исходной информации;
- требуемый объем и достоверность информации, получаемой в результате опроса;
- время, отведенное на опрос и экспертизу в целом;
- допустимая стоимость опроса и экспертизы в целом;
- количество экспертов и членов группы управления, их характеристики.

Проведем краткое сравнение достоинств и недостатков опросов в виде дискуссии и анкетирования, меньше, чем при анкетирова-

нии, так как последнее требует большой и сложной работы по его подготовке, проведению и обработке результатов, а также предъявляет высокие и специфические требования к квалификации членов группы управления. Специфичность требований заключается в том, что они или хотя бы некоторые из них кроме высокой подготовки по теме опроса должны иметь подготовку и опыт в проведении, анкетирования и обработки его результатов.

Опасность конформизма экспертов при дискуссии больше, чем при анкетировании, так как возможности ограничения и регулирования общения экспертов гораздо меньше. В то же время снижение творческой активности того или другого эксперта при дискуссии легче обнаружить, чем при анкетировании, и само понятие авторитета имеет свои особенности. Ведущий дискуссию по возможности не должен быть связан причинами конформизма экспертов. Полная независимость ведущего невозможна, но одна из важных достоинств дискуссии в том и заключается, что в столкновении конкурирующих мнений, даже при отсутствии беспристрастного судьи-ведущего, стимулируется активное участие каждого эксперта, и его конформизм либо ослабевает, либо становится очевидным, а следовательно, и не столь опасным. Серьезная опасность для плодотворности дискуссии таится в возможности рождения авторитетов - «глушителей» творчества в ходе самой дискуссии. Таковыми часто оказываются наиболее активные, страстные и красноречивые ее участники, умеющие вязать логические цепи внешне убедительных построений. Эти качества не всегда сочетаются с искренностью, глубоким знанием предмета, творческим потенциалом и правильным, с точки зрения цели экспертизы, отношением к дискуссии. Однако даже и при таком счастливом сочетании лидеры вредны, если они подавляют индивидуальности других экспертов, ибо это подавление противоречит самой идее метода коллективных экспертных оценок. В то же время активность и страстность выступлений сами по себе полезны, так как стимулируют активность мышления, способствуют созданию атмосферы творческого соревнования.

В ходе дискуссии происходит согласование позиций экспертов, в результате чего вырабатывается единое мнение группы экспертов, фиксируемое как результат экспертизы.

Однако следует учитывать, что согласование позиций может быть выражением не только подлинного мнения всех экспертов,

не в той или иной степени результатом давления, пусть не явно выраженного, ведущего или одного из экспертов. Кроме того, ведомственные и личные интересы экспертов, их психологические особенности (склонность одних быстро менять позицию, упрямство других, нежелание открыто дебатировать) могут привести к тому, что единое мнение группы будет получено путем компромисса, а не как результат глубокого анализа проблемы в интересах ее наилучшего решения. Из этого следует, что группа в своих выводах может руководствоваться в значительной степени логикой компромисса, а не одной лишь логикой анализируемой проблемы. Как правило, это обстоятельство вредно, так как задачей экспертов является прежде всего всестороннее изучение проблемы, анализ информации с целью выработки возможно более объективных оценок, а не принятие решения компромиссного характера. Расхождения индивидуальных и групповых интересов участников дискуссии могут привести и к полной ее безрезультатности - к «семантическому крушению» группового взаимодействия по выражению некоторых зарубежных специалистов.

В то же время нельзя и абсолютизировать вред компромиссов, если задачей опроса являются рекомендации по выработке решения. Эти компромиссные рекомендации могут отражать объективно существующую расстановку сил, влияний, заинтересованность тех или иных сторон (ведомств, предприятий), без учета чего принятое оптимальное решение не удастся провести в жизнь.

Есть один недостаток опроса в виде дискуссии: как правило, в тени остается путь, по которому эксперты пришли к соглашению, так как ход дискуссии не всегда полностью фиксируется.

Анкетирование является наиболее эффективным и самым распространенным видом опроса, ибо позволяет наилучшим образом сочетать информационное обеспечение экспертов с их самостоятельным творчеством.

Широкие возможности регулирования и контроля общения экспертов позволяют свести к минимуму опасность конформизма. В то же время полной независимости экспертов при анкетировании добиться также невозможно.

Прежде всего на оценки эксперта даже при строгом соблюдении анонимности не могут не оказать влияния интересы его ведомства, организации, известные эксперту позиции авторитетных

для него в том или ином смысле людей. Влияние на суждения эксперта оказывают и составители анкет - вопросников. Сообщение, даже анонимное, эксперту оценок и аргументации других экспертов может привести к изменению экспертом своих оценок не в результате глубокого обдумывания, а из-за склонности избежать расхождений с большинством участников или с экспертами, аргументация которых показалась убедительной.

## 8.2 Анкетирование и интервьюирование

Анкетирование заключается в предъявлении экспертам опросных листов-анкет, на вопросы которых они должны дать ответы в письменной форме. Интервьюированием является устный опрос эксперта членом группы управления - интервьюером.

Анкеты имеют обычно форму таблиц. Конкретная форма анкет и содержание основных вопросов по сути анализируемой проблемы определяются, естественно, спецификой проблемы.

Анкетирование может быть очным и заочным. В первом случае заполнение анкет производится экспертом в присутствии члена группы управления. При заочном анкетировании непосредственного контакта эксперта с членом группы управления нет (анкеты могут высылаться по почте). Достоинствами заочного анкетирования являются простота его организации, возможность привлечения без больших затрат экспертов, живущих в разных городах, и меньшая нагрузка организаторов. Однако при этом возможны неправильное истолкование вопросов экспертом, затяжки в ответах и т.п. Кроме того, не исключено, что ответы будут даны экспертом не самостоятельно или вообще не тем человеком, которому они были адресованы. Недостатком очного анкетирования является возможность оказания влияния анкетировавшего на ответы эксперта.

Все вопросы анкет можно классифицировать по содержанию и по форме. По содержанию вопросы делятся на три группы:

объективные данные об эксперте (возраст, образование, должность, ученая степень, специализация, стаж работы и т. д.); основные вопросы по сути анализируемой проблемы;

дополнительные вопросы, позволяющие выяснить источники информации и аргументации эксперта, самооценку компетентности эксперта.

По форме основные вопросы делятся на открытые, или свободные, закрытые и с «веером» ответов, а также на прямые и косвенные. Закрытый вопрос задается в форме, предполагающей лишь три возможных ответа - «да», «нет», «не знаю». Вопрос с «веером» ответов представляет эксперту возможность выбора одного из предлагаемых ответов, например, срока реализации определенной научно-технической идеи из ряда перечисленных сроков. К этой же форме относятся вопросы-задания на ранжирование заданных объектов, на оценку их весов, значимости в баллах, на оценку вероятности некоторого события.

При задании вопроса в такой форме эксперту может быть предоставлено право дать две или три оценки одного объекта - минимальную, среднюю, максимальную (или оптимистическую, среднюю, пессимистическую).

При задании оценить какой-либо объект в баллах, желательно для уменьшения расхождения экспертов дать описание шкалы.

Открытым или свободным называется вопрос, ответ на который может быть дан в произвольной форме. Открытые вопросы наиболее целесообразны в первом туре опроса, проводимого в несколько туров, так как позволяют широко охватить анализируемую проблему, выявить спектр мнений и точек зрения экспертов.

В ответах на открытые вопросы эксперты могут вскрыть новые, не предусмотренные организаторами опроса аспекты, проблемы, подходы к ее решению. Иногда целесообразно просить эксперта сформулировать условия, при которых он взялся бы за решение проблемы. Недостатком открытых вопросов является слишком широкий диапазон и неконкурентоспособность ответов, что может привести к несопоставимости ответов экспертов, весьма затрудняющей обработку результатов опроса. Количественная обработка таких ответов часто будет просто невозможна.

Вероятность неоднозначной трактовки закрытых вопросов и вопросов с «веером» ответов значительно меньше. Это обстоятельство, а также конкретность ответов на такие вопросы делает возможным количественную обработку результатов опроса, что и является причиной наиболее широкого использования при анкетировании именно этих двух видов вопросов. Их недостатком является опасность навязывания эксперту ответов, поэтому в формировании вопросов и при составлении возможных ответов

необходимо избежать тенденциозности, делать «веер» достаточно широким, а кроме того предоставить эксперту возможность выйти за пределы «веера». В этом случае эксперт должен аргументировать свое решение.

Кроме рассмотренных трех форм вопросов, можно ввести еще одну форму, промежуточную между открытыми вопросами и вопросами с «веером» ответов. Это вопрос-задание на проведение морфологического анализа, на построение дерева целей, альтернатив.

При задании вопросов в любой форме эксперт должен быть поставлен в известность, что он вправе выдвинуть новые вопросы и дать на них ответы, а также назвать экспертов, не включенных в число опрашиваемых, которые способны дать ответы на вопросы анкеты или вопросы, выдвинутые им самим. Кроме того, эксперт должен иметь возможность изложить свои замечания и советы по форме и содержанию анкет.

Косвенные вопросы используются, когда есть опасения, что эксперт уклонится от ответа на прямой вопрос, в частности если целесообразно скрыть от эксперта цель использования его ответов. Такой целью может быть проверка самостоятельности эксперта, оценка его компетентности, его отношения к экспертизе.

Кроме анкет-вопросников, экспертам должна быть дана пояснительная записка, имеющая целью предопросную ориентировку экспертов и содержащая информацию о целях экспертизы, задачах опроса, объектах экспертизы, необходимые организационные сведения и инструкцию по заполнению анкет, в которой приводятся примеры порядка и способа заполнения. При очном анкетировании производится также устный инструктаж, как перед анкетированием, так и в ходе него.

Интервью является беседой, в ходе которой интервьюер ставит вопросы эксперту по заранее в той или иной степени разработанной программе. Одновременно может производиться опрос нескольких экспертов, однако в этом случае есть опасность потери самостоятельности экспертов и, кроме того, интервью грозит превратиться в дискуссию.

От очного анкетирования интервьюирование отличается тем, что при интервью эксперт дает ответы в устной форме на устные вопросы, точное содержание которых до опроса ему, как правило, не было известно, хотя тематика интервью могла быть сообщена



ему заранее. Впрочем, четкую грань между анкетированием и интервьюированием провести невозможно, так как последнее является, по сути, видом анкетирования в устной форме.

Важно, что при таком опросе эксперт не имеет времени для серьезного продумывания своих ответов и не ведет каких-либо записей, а интервьюер строит свои вопросы в значительной степени в зависимости от ответов эксперта на предыдущие. Вопросы, задаваемые эксперту, должны позволять отвечать на них экспромтом.

Достоинством интервью является непрерывный живой контакт интервьюера и опрашиваемого, что позволяет быстро получить большое количество информации и всесторонне, хотя и поверхностно, осветить объект экспертизы.

Недостатками интервью являются возможность сильного влияния интервьюера на ответы эксперта, отсутствие времени для глубокого продумывания ответов, а также высокие требования к опрашиваемому и большое время, расходуемое на опрос всего состава экспертов.

Интервьюер должен хорошо знать анализируемую проблему, уметь четко формулировать вопросы, создавать непринужденную обстановку и уметь слушать, в частности правильно интерпретировать паузы, уклонения, умолчания. Подготовка интервьюера к опросу заключается в основном в разработке цели интервью и подготовке главных вопросов, суть которых должна быть записана, хотя их окончательное формулирование может быть произведено в ходе интервью.

### 8.3 Дискуссия

Дискуссию целесообразно проводить для решения задач, не требующих точной количественной оценки объектов, параметров, альтернатив.

Количество участников дискуссии может составлять от нескольких до 20-30 человек. Процедура подготовки и проведения дискуссии может быть разделена на три этапа:

- определение и формулирование предмета дискуссии и порядка ее проведения, а также подготовка участников дискуссии;
- собственно дискуссия;
- подведение итогов, фиксация и обработка результатов дискус-

сии.

Подготовка включает также материально-техническое обеспечение дискуссии. На первом этапе члены группы управления решают следующие основные задачи:

выявление различных аспектов анализируемой проблемы, роли, значимости факторов, связанных с ней, и определение главных из них;

формулирование цели дискуссии и требований к экспертам;

отделение спорных вопросов сторон проблемы от бесспорных, являющихся основой полемики по спорным вопросам;

определение и ограничение спектра спорных вопросов, решение которых выносится на дискуссию;

определение способов и условий решения спорных вопросов, т. е. построение процедуры проведения дискуссии.

Предварительное выявление различных аспектов проблемы и основных факторов позволяет четко сформулировать цели дискуссии и требования к ее участникам экспертам.

Ограничение спектра спорных вопросов, разногласий производится по ряду критериев, важнейшими из которых являются обозримость всех сторон аспектов проблемы, возможность и целесообразность полного или частичного решения проблемы.

Определение процедуры проведения дискуссии включает:

выбор методов анализа проблемы, методов изложения соображений, доказательств, используемых экспертами;

выбор средств представления информации, в том числе аргументов, доказательств и выводов экспертов, а также средств фиксации и переработки информации в ходе дискуссии;

установление и объявление места и времени проведения дискуссии, порядка и регламента ее фаз и отдельных выступлений.

В дискуссии эксперты могут использовать различные методы анализа проблемы, изложения своих соображений, доводов, мотивов и доказательств. Чаще всего используются логические и математические методы, в последнее время в ходе дискуссии стали использоваться ЭВМ, в частности для проведения совместного моделирования проблемы, построения матриц «цели-средства», деревьев решений.

Довольно распространенной ошибкой является терминологическое и физико-математическое высокомерие, «коккетство», приводящие к нарушению взаимного понимания, раздра-

жающие некоторых участников дискуссии, гасящие их творческую активность. При настоятельной необходимости использования незнакомого кому-либо из участников дискуссии научного языка, аппарата это должно быть сделано тактично, уважительно, по возможности для всех понятно. Не исключено использование «переводчиков» - людей, компетентных в различных областях, затрагиваемых в дискуссии, пусть и не являющихся глубокими специалистами ни в одной из них.

Выбору и подготовке материальных средств представления, фиксации и обработки информации, содержащейся в выступлениях экспертов, должно быть уделено серьезное внимание. Нередко даже широко доступные средства представления и фиксации информации (например, плакаты, слайды, магнитофоны, стенография) не используются или используются не с полной отдачей. Так, весьма широко распространенной ошибкой является использование плакатов с формулами, графиками, таблицами, перегруженных несущественными деталями и читаемых из-за мелкого масштаба лишь с близкого расстояния.

Результаты работы по подготовке дискуссии оформляются в виде пояснительной записки и инструкции экспертам, в которых излагаются предмет, задачи и цель дискуссии, а также процедурно - организационные вопросы проведения дискуссии, роль и задачи экспертов. Кроме пояснительной записки и инструкции, могут быть написаны доклад, излагающий результаты предварительного анализа проблемы, выносимой на обсуждение, и проект решения. Все эти материалы передаются экспертам заблаговременно для их подготовки и дискуссии.

Материально - техническое обеспечение дискуссии имеет целью создания комфортных условий ее участникам, что включает подготовку рабочего и подсобных помещений, средств представления, фиксации и обработки информации, справочного обеспечения. Иногда полезно предложить участникам чай или кофе.

Второй этап дискуссии - собственно дискуссия обычно включает вступительное слово ведущего (председателя), доклад по анализируемой проблеме, вопросы докладчику и его ответы, выступления экспертов, принятие решения.

Во вступительном слове ведущий напоминает предмет, задачи и цель дискуссии, кратко излагает результаты предварительного анализа проблемы, особое внимание уделяя основным аспектам

проблемы и спорным вопросам. Во вступительном слове также объявляется порядок проведения дискуссии, режим и регламент выступлений и поясняется порядок использования средств представления, обработки и фиксации информации. Кроме того, необходимо определить порядок принятия решения и образовать комиссию по отработке решения или объявить ее состав, если она была сформирована раньше.

В докладе, который делает один из организаторов дискуссии или один из экспертов, следует предложить возможные пути решения проблемы с показом их достоинств и недостатков. Устный доклад может и отсутствовать, если участникам дискуссии заранее представлены в письменной форме результаты предварительного анализа проблемы.

Типичная структура выступления участника дискуссии содержит следующие основные элементы: изложение точки зрения выступающего с отчетливым выявлением моментов согласия и моментов расхождения с оппонентом; аргументация своей позиции, мотивировки, доказательства и иллюстрирующие примеры; выводы и предложения.

Доказательство может быть представлено либо как некая самоочевидная гарантия истины (может быть со ссылкой на некоторые обстоятельства, условия, факторы), либо как логичное расчленение положения, подлежащего обоснованию на ряд первичных положений, самоочевидных или неопровержимо и сравнительно просто обосновываемых. Второй способ доказательства более целесообразен, так как в этом случае доказательство имеет форму мыслительного эксперимента, в котором участвует вся аудитория, что придает доказательству наибольшую убедительность и смягчает неприятный эффект опровержения доводов оппонента, чем способствует созданию творческой и терпимой атмосферы дискуссии.

Все выступления должны записываться. Для этого можно использовать магнитофон или группу секретарей из двух-четырех человек, разбирающихся в проблеме.

Необходимы перерывы на 10-20 мин. через каждые 50-90 мин. работы, а также более длительный перерыв на обед, если дискуссия должна занимать практически весь рабочий день. Не следует жалеть времени на перерыв - во время перерывов дискуссия практически не прекращается, и кулуарные обсуждения часто

дают интересный материал.

Результативность дискуссии в очень большой степени зависит от ведущего, общей задачей которого является всемерно способствовать реализации основного достоинства дискуссии – всестороннего оперативного анализа проблемы экспертами, взаимно стимулирующими и информирующими друг друга, и в то же время делать все возможное для смягчения ее главных недостатков, высокой опасности конформизма и возможности принятия компромиссного решения, не отвечающего истинным интересам дела. Для решения этой задачи ведущий должен:

быть максимально благожелательным;

обеспечить активное творческое участие в дискуссии всех приглашенных и в то же время не допускать многословия, излишних повторений, отклонений от темы;

фиксировать и в ходе дискуссии кратко и четко резюмировать моменты, по которым достигнуто согласие, и моменты расхождения;

строго следить за выполнением распорядка дискуссии, регламента и, тем более, не нарушать его самому;

не злоупотреблять своими правами, не навязывать своей точки зрения, не прерывать и не одергивать выступающих.

Ведущий должен быть особенно внимателен к участникам, занимающим невысокое служебное и общественное положение, так как в противном случае их присутствие на дискуссии может оказаться просто лишним. Иногда для уменьшения опасности конформизма следует дать возможность таким участникам выступить первыми, что, впрочем, не должно носить подчеркнутого характера. Этого обычно можно избежать, так как такие участники компетентны, как правило в частных аспектах анализируемой проблемы, которые часто целесообразно рассмотреть в первую очередь.

Опыт показывает, что наиболее распространенным недостатком в проведении дискуссии является уклонение от ее основной темы. Высокая компетентность и широкая эрудированность участников дискуссии, умение говорить красноречиво, их высокое служебное и социальное положение, широкий спектр ведомственных интересов – все это лишь увеличивает опасность «расплывания» дискуссии, ухода ее в сторону от рассмотрения, главных факторов, обстоятельств, определяющих судьбу пробле-

мы. В результате теряется драгоценное время и, что самое главное, может быть получено неправильное решение или даже забыта, как это ни странно звучит, основная цель дискуссии.

Ведущий должен самым решительным образом не допускать таких отклонений, невзирая ни на красноречие, ни на положение выступающего. Ведущему необходимо также препятствовать отвлечению присутствующих, образованию «мини-дискуссии», выступлениям с места и не допускать появления второго ведущего.

Для успешного выполнения задач ведущего он должен быть знатоком проблемы, обладать высоким авторитетом и отвечать многим требованиям: обладать быстрым умом, чувством юмора и такта, широкой эрудицией и вместе с тем быть твердым в руководстве дискуссией. Недопустима тенденциозность ведущего, проявление конформизма, даже если он заинтересован в том или другом решении проблемы.

Существующая практика назначения на роль ведущего наиболее крупного специалиста по анализируемой проблеме или представителя руководства организации организатора дискуссии (что часто совмещается в одном лице), очевидно, в основном оправдана, но не должна быть непреложным законом.

Заключительный этап дискуссии состоит в подведении ведущим итогов обсуждения и согласовании решения, проект которого (в нескольких вариантах) был отработан в ходе дискуссии комиссией. Часто единогласного принятия всех пунктов решения достичь не удастся, поэтому в конце решения или в специальном приложении к нему должны быть изложены «особые мнения» с их аргументацией и указанием авторов. Тактика силового давления или торга в принятии решения противоречит самой идее дискуссии, как метода коллективного принятия решения.

Опыт проведения дискуссий свидетельствует о возможности получения ценных предложений от ее участников после дискуссии примерно через сутки. В связи с этим целесообразно на следующий день обратиться к участвующим в дискуссии с просьбой высказать мнения, если они в чем-то изменились или могут быть дополнены. При этом должен быть выбран индивидуальный, не связывающий эксперта способ сообщения им новой информации.

Затем группа управления производит анализ и обработку (в том числе количественную) результатов дискуссии и всех ее материалов, т. е. решения, «особых мнений», записей выступлений

и дополнений, сделанных экспертами после дискуссии. Если в результате анализа выяснится ошибочность, неточность или нецелесообразность некоторых положений решения, необходимо повторить дискуссию или, по крайней мере, провести согласование сомнительных положений с экспертами-авторами этих положений или заинтересованными в том или ином смысле сторонами, представленными на дискуссии.

Отсутствие позитивных и обоснованных решений дискуссии может привести к откладыванию решения проблемы или к одностороннему волевому и далеко не оптимальному ее «решению», которое часто лишь усугубляет трудности, породившие проблему. И конечно, вера в плодотворность дискуссий будет основательно подорвана.

## 8.4 Совещания

Совещания созываются для взаимного информирования и ориентации его участников, обмена мнениями, разработки и координирования планов, выработки рациональной линии действий и связи с другими задачами, решение которых требует сбора группы людей для обмена информацией, ее обсуждения, получения указаний, принятия решений.

Совещание является дорогим мероприятием, так как отрывает от выполнения прямых обязанностей большое количество людей. Поэтому совещания должны созываться лишь при действительной необходимости, тщательно готовиться и проводиться в минимальное время.

Существуют различные классификации деловых совещаний. Так, совещания могут делиться на диктаторские и авторитарные, сегрегативные, дискуссионные, свободные.

На диктаторском и авторитарном совещаниях правом выступления обладает лишь руководитель, который ведет совещание и дает указания. Остальные присутствующие лишь слушают и задают вопросы руководителю или отвечают на его вопросы. Такие совещания наиболее распространены в военной практике или в особых условиях, например при ликвидации стихийных бедствий. В обычных «гражданских» условиях эти совещания могут иметь место, если руководитель должен дать указания или

проинформировать коллектив, а также если коллектив не созрел для компетентного демократического обсуждения проблемы. Диктаторские и автократические совещания часто имеют форму информационных (директивных или инструктивных), а также оперативных диспетчерских летучек.

На сегрегативных совещаниях руководитель или на значенное им лицо делает доклад, а затем руководитель предлагает высказаться участникам и принимает решение. Дискуссионные совещания подробно разобраны выше.

Свободное совещание не имеет четкой повестки дня, может быть проведено без ведущего и сводится к обмену мнениями без принятия фиксируемого решения. Обычно имеет форму разговора, беседы между небольшим числом участников и может происходить за обедом, в кулуарах конференции, в автомашине, поезде.

Опыт показывает, что лучше провести одно совещание с несколькими вопросами, чем несколько совещаний, с одним двумя вопросами каждое. Это справедливо, конечно, лишь при высокой организованности совещания.

Деловые совещания, как вид служебной деятельности имеют свою специфику, отличающую их от дискуссии как метода опроса экспертов. Поэтому кратко рассмотрим основные этапы деловых демократических совещаний и требования к ним.

Подготовка совещания включает:

определение тематики совещания и принятие решения о его проведении;

формирование повестки дня;

определение задач и цели совещания;

определение персонального состава участников;

определение даты, времени начала, регламента и длительности совещания;

подготовку доклада и проекта решения;

оповещение и предварительную подготовку участников совещания, включая возможное распределение тем выступлений;

материально-техническую подготовку совещания.

Следует избегать неожиданных и внеплановых совещаний. С другой стороны, перенос времени, а тем более даты запланированного и уже объявленного совещания еще более вреден и часто говорит о ненужности совещания или о недостатках в стиле ру-



ководства.

Совещание лучше проводить во второй половине дня, освобождая первую для творческой работы и исполнения прямых обязанностей.

Доклад должен обращать внимание присутствующих на главное, содержать существенные идеи, конструктивные предложения или, по крайней мере, четко излагать спорные места, сложности и обосновывать необходимость их разрешения. Кроме того, весьма желательны логическая стройность, литературность языка, выразительность и эмоциональность изложения, хорошая дикция. Требования к докладчику и докладу (не во всем бесспорные) подробно изложены в работе.

Устный доклад может отсутствовать, если участники совещания хорошо знакомы с вопросами, выносимыми на обсуждение, или получили доклад (развернутые тезисы) в письменной форме до совещания. В этом случае необходимо лишь вводное слово председателя с некоторыми напоминаниями порядка работы.

Можно предложить следующий регламент проведения совещания:

- вопросы по докладу и ответы - 5-10 мин.;
- обсуждение - 10-30 мин. с выступлениями по 2-5 мин.;
- чтение проекта решения - 3-5 мин.;
- обсуждение и принятие решения - 10-15 мин.

При таком регламенте совещание будет проведено в течение не более часа.

Регламент необходимо соблюдать очень строго, что, как правило, не делается.

Председатель должен отделять серьезные имеющие глубокие причины, разногласия, споры от личных, мелких не отражающих сложностей обсуждаемой проблемы. Такого рода споры он должен незамедлительно пресекать, по возможности тактично снимая напряженность.

Решение председателя о продолжении совещания зависит от конкретных условий и может быть следующим:

продолжить совещание (может быть в сокращенном составе) после краткого перерыва, если есть надежда согласовать разногласия в рамках данного совещания;

прекратить совещание, зафиксировав согласованные положения и создав комиссию по подготовке решения спорных вопросов

в рабочем порядке или на новом совещании. Передать решение спорных вопросов более высокой инстанции (крайний случай).

## 8.5 Мозговой штурм

Мозговой штурм представляет собой метод получения новых идей, решений какой-либо проблемы в результате коллективного творчества группы людей в ходе заседания-сеанса, проводимого по определенным правилам. Метод мозгового штурма называют также мозговой атакой, методом коллективной генерации идей и методом группового рассмотрения с отнесенной оценкой.

Принципиальной особенностью метода является абсолютное исключение в ходе самого сеанса критики и какой-либо оценки высказываемых идей.

Сушность метода мозгового штурма заключается в разделении решения двух задач:

генерирования новых идей;

анализа и оценки предложенных идей.

Соответственно образуются две разные группы: группа генераторов идей и группа аналитиков. Группа генераторов идей состоит из 4-15 человек, но может быть и больше. Члены этой группы не обязательно должны быть специалистами по обсуждаемой проблеме, но должны понимать поставленную задачу. Более того, для исключения предвзятости и профессиональной узости круг специалистов должен быть как можно шире. В некоторых случаях, как показывает опыт, полезно включение в состав группы вообще людей с богатым воображением, профессия которых далека от решаемой проблемы.

Никто никого не должен стесняться, поэтому группу желательно составить из людей, занимающих примерно одинаковое служебное и общественное положение. Члены группы по возможности не должны быть лично или коллективно (например, ведомственно) заинтересованы в определенном варианте решения проблемы (тем более в ее нерешении). Нежелательна также слишком глубокая связь между ними в том смысле, что ни один из членов не должен быть «отражением» другого, хотя бы в малой степени.

Основными правилами проведения заседания являются:

любые критические высказывания или оценки ценности высказанной мысли, идеи недопустимы;

важно количество и разнообразие высказанных идей; должно быть как можно больше идей, ибо вероятность появления действительно ценной идеи пропорциональна общему числу высказанных идей;

необходимо «свободное парение» мысли: чем необычнее идея, тем лучше;

мысли, идеи должны подхватываться, развиваться, комбинироваться; генераторы идей, т. е. участники заседания должны «раскачивать» друг друга, результатом чего должна быть лавина идей.

Отобранных членов заседания за несколько дней письменно или устно извещают о дате, времени и месте его проведения и вручают краткую памятную записку, содержащую:

- обращение к участнику и приглашение его на заседание;
- формулировку проблемы, подпроблем и цели заседания;
- правила проведения мозгового штурма;
- предложение подумать и подготовить несколько идей.

Мозговым штурмом руководит ведущий, основной задачей которого является всяческое поощрение свободного творчества, свободного высказывания идей и абсолютное недопущение критики вплоть до удаления критикующих с заседания.

Сеанс начинается со вступительного слова ведущего, объясняющего проблему и необходимость ее решения, а также напоминающего правила проведения заседания, которые целесообразно написать на плакате, вывешенном для всеобщего обозрения.

Затем ведущий предлагает начать выдвигать идеи или выдвигает для начала сам одну - две идеи. Ведущий должен стимулировать поток идей, выполнять роль «затравщика», если таковых не окажется среди членов группы. Он должен быть совершенно беспристрастен, ни при каких обстоятельствах не проявлять свою особую осведомленность в рассматриваемом вопросе и подчинять группу своей воле, навязывать определенное направление мышления. В то же время ведущий должен следить, чтобы не была забыта основная цель - решение определенной проблемы и заседание не превратилось в соревнование в остроумии, понимаемом в обычном смысле, и в нагромождении нелепостей. При

этом заседание должно проходить живо, «с огоньком», и легкая доля юмора, очевидно, не будет вредной.

Из сказанного следует, насколько велики роль ведущего, его умение и искусство организовать штурм проблемы. Некоторые авторы считают, что успех штурма полностью зависит от ведущего. Большую роль играет опыт проведения штурмов, тренировка, а также психологическая настройка всех участников.

Сеанс продолжается от 15-20 до 40-45 мин. без перерывов и заканчивается, как правило, естественно - поток предложений иссякает. Время выступления очень мало не более одной - двух минут. Выступать можно несколько раз, но лучше не подряд. Обычно за время сеанса паступает несколько десятков предложений.

Может оказаться, что количество участников сеанса слишком велико, тогда ведущий может разделить их на две группы, работающие отдельно, назначив еще одного ведущего.

Все выступления записываются возможно точнее, для чего необходимы стенографистка или магнитофон.

Результаты заседания, включая и патентоспособные идеи, являются плодами коллективного труда и не персонифицируются.

В процессе генерирования идей происходит критика и оценка высказанных предложений в неявной форме. Они выражаются в большей или меньшей поддержке, развитии высказанной идеи. Неперспективная идея не получит скорее всего сильной поддержки и будет заменена новой. Важно, что субъективное мнение автора идеи, о ее ценности пройдет этот фильтр и будет скорректировано. Именно, поэтому важны свобода и смелость в высказывании идей, их большое количество и разнообразие.

Второй этап работы заключается в тщательном анализе, критике высказанных во время сеанса точек зрения, идей, мыслей и отборе наиболее ценных из них. Анализ производится группой специалистов по проблеме, подлежащей решению, и по смежным вопросам в спокойной, деловой обстановке, и может включать несколько этапов, в том числе и этап количественного анализа с помощью ЭВМ. Процесс анализа, оценки и отбора полученных предложений состоит, как правило, из их классификации по некоторым категориям и собственной оценки по заранее разработанной системе критериев. Вначале может быть произведена предварительная оценка с целью отбрасывания предложений, яв-

но не представляющих ценности, что, конечно, должно производиться с большой осторожностью, чтобы не заброковать ценные, но, на первый взгляд, наивные или странные идеи. Оставшиеся предложения классифицируют на группы по категориям, зависящим от сущности проблемы, а затем производят оценку, как внутри групп, так и межгрупповую. При этом может производиться оценка в баллах по частным критериям, а затем оценка по обобщенному критерию, при которой частные оценки учитываются с разными и важности весами.

Отделение этапа анализа от этапа генерирования идей лишь способствует углублению анализа, усилению критики и делает ее более объективной и разносторонней.

Кроме рассмотренной «классической» процедуры мозгового штурма, существуют некоторые разновидности его сочетания с групповым обсуждением и другие варианты. Можно отметить следующие основные разновидности мозгового штурма:

- чередование пятиминутных мозговых штурмов с обдумыванием его результатов;

- чередование кратких (по 5-10 мин.) периодов генерирования идей, дискуссии и группового принятия решений по частным аспектам решаемой проблемы с общей длительностью заседаний до двух часов;

- последовательные этапы выдвижения предложений и их обсуждение (без резкой критики, но с оценками и дополнениями) и заключительный этап принятия решения;

- мозговой штурм с включением в группу усилителей и подавителей;

- метод психоинтеллектуальной генерации.

Задачей усилителя в четвертом варианте является внесение предложений по развитию и конкретизации высказанной идеи для привлечения к ней внимания других генераторов идей с целью более глубокого обдумывания и развития идеи. Подавитель высказывается с целью «подавить» заведомо бесперспективную или тривиальную идею, чтобы не допустить продвижения процесса генерации идей по явно нежелательному пути. Как усилитель, так и подавитель действуют по сигналу ведущего.

Думается, однако, что введение подавителя противоречит основному принципу метода мозговой атаки—запрещению открытой критики, а действие его по сигналу ведущего превращает послед-

него в диктатора, решающего единолично, какая идея, мысль ценна, перспективна, а какая нет. Как уже говорилось выше, бесперспективная или тривиальная идея скорее всего быстро «затухнет» и без подавления при правильном ведении штурма, не будучи поддержанной и развитой.

Введение специального усилителя также вряд ли целесообразно, так как усилителями должны являться все, участники штурма. Действие усилителя по сигналу ведущего опять-таки наделяет последнего диктаторской властью.

Метод психоинтеллектуальной генерации сводится к изолированным диалогам экспертов с членами группы управления, проводимым по заранее разработанной психоэвристической программе, являющейся системой связанных между собой вопросов, памяток и рекомендаций. В ходе диалогов персонально с каждым экспертом выясняется проблема, подлежащая решению. . Метод применялся при разработке планов научно-исследовательских работ, очевидно, этот метод является некоторой разновидностью интервью.

## ГЛАВА 9 ОБРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

### 9.1 Задачи обработки

После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка результатов. Исходной информацией для обработки являются числовые данные, выражающие предпочтения экспертов, и содержательное обоснование этих предпочтений. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации, содержащейся в скрытой форме в экспертных оценках. На основе результатов обработки формируется решение проблемы.

Наличие как числовых данных, так и содержательных высказываний экспертов приводит к необходимости применения качественных и количественных методов обработки результатов группового экспертного оценивания. Удельный вес этих методов существенно зависит от класса проблем, решаемых экспертным оцениванием.

Как отмечалось в шестой главе, все множество проблем можно разделить на два класса. К первому классу относятся проблемы, для решения которых имеется достаточный уровень знаний и опыта, т.е. имеется необходимый информационный потенциал. При решении проблем, относящихся к этому классу, эксперты рассматриваются, как хорошие в среднем измерители. Под термином «хорошие в среднем» понимается возможность получения результатов измерения, близких к истинным. Для множества экспертов их суждения группируются вблизи истинного значения. Отсюда следует, что для обработки результатов группового экспертного оценивания проблем первого класса можно успешно применять методы математической статистики, основанные на усреднении данных.

Ко второму классу относятся проблемы, для решения которых

еще не накоплен достаточный информационный потенциал. В связи с этим суждения экспертов могут очень сильно различаться друг от друга. Более того, суждение одного эксперта, сильно отличающееся от остальных мнений, может оказаться истинным. Очевидно, что применение методов осреднения результатов групповой экспертной оценки при решении проблем второго класса может привести к большим ошибкам. Поэтому обработка результатов опроса экспертов в этом случае должна базироваться на методах не использующих принципы осреднения, а на методах качественного анализа.

Учитывая, что проблемы первого класса являются наиболее распространенными в практике экспертного оценивания, основное внимание в этой главе уделяется методам обработки результатов экспертизы для этого класса проблем.

В зависимости от целей экспертного оценивания и выбранного метода измерения при обработке результатов опроса, возникают следующие основные задачи:

- построение обобщенной оценки объектов на основе – индивидуальных оценок экспертов;
- построение обобщенной оценки на основе парного сравнения объектов каждым экспертом;
- определение относительных весов объектов;
- определение согласованности мнений экспертов; определение зависимостей между ранжировками;
- оценка надежности результатов обработки.

Задача построения обобщенной оценки объектов по индивидуальным оценкам экспертов возникает при групповом экспертном оценивании. Решение этой задачи зависит от использованного экспертами метода измерения.

При решении многих задач недостаточно осуществить упорядочение объектов по одному показателю или некоторой совокупности показателей. Желательно иметь численные значения для каждого объекта, определяющие относительную его важность по сравнению с другими объектами. Иными словами, для многих задач необходимо иметь оценки объектов, которые не только осуществляют их упорядочение, но и позволяют определять степень предпочтительности одного объекта перед другим. Для решения этой задачи можно непосредственно применить метод непосредственной оценки. Однако эту же задачу при определенных



условиях можно решить путем обработки оценок экспертов.

Определение согласованности мнений экспертов производится путем вычисления числовой меры, характеризующей степень близости индивидуальных мнений. Анализ значения меры согласованности способствует выработке правильного суждения об общем уровне знаний по решаемой проблеме и выявлению группировок мнений экспертов. Качественный анализ причин группировки мнений позволяет установить существование различных взглядов, концепций, выявить научные школы, определить характер профессиональной деятельности и т.п. Все эти факторы дают возможность более глубоко осмыслить результаты опроса экспертов.

Обработкой результатов экспертного оценивания можно определять зависимости между ранжировками различных экспертов и тем самым устанавливать единство и различие в мнениях экспертов. Важную роль, играет также установление зависимости между ранжировками, построенными по различным показателям сравнения объектов. Выявление таких зависимостей позволяет вскрыть связанные показатели сравнения и, может быть, осуществить их группировку по степени связи. Важность задачи определения зависимостей для практики очевидна. Например, если показателями сравнения являются различные цели, а объектами средства достижения целей, то установление взаимосвязи между ранжировками, упорядочивающими средства с точки зрения достижения целей, позволяет обоснованно ответить на вопрос, в какой степени достижение одной цели при данных средствах способствует достижению других целей.

Оценки, получаемые на основе обработки, представляют собой случайные объекты, поэтому одной из важных задач процедуры-обработки является определение их надежности. Решению этой задачи должно уделяться соответствующее внимание.

Обработка результатов экспертизы представляет собой трудоемкий процесс. Выполнение операций вычисления оценок и показателей их надежности вручную связано с большими трудовыми затратами даже в случае решения простых задач упорядочения. В связи с этим целесообразно использовать вычислительную технику и особенно ЭВМ. Применение ЭВМ выдвигает проблему разработки машинных программ, реализующих алгоритмы обработки результатов экспертного оценивания.

## 9.2 Групповая оценка объектов

В данном параграфе рассматриваются алгоритмы обработки результатов экспертного оценивания множества объектов. Пусть  $m$  экспертов произвели оценку  $n$  объектов по  $l$  показателям. Результаты оценки представлены в виде величин  $x_{ij}^h$ , где  $j$  - номер эксперта,  $i$  - номер объекта,  $h$  - номер, показателя (признака) сравнения. Если оценка объектов произведена методом ранжирования, то величины  $x_{ij}^h$  представляют собой ранги. Если оценка объектов выполнена методом непосредственной оценки или методом, последовательного сравнения, то величины  $x_{ij}^h$  представляют собой числа из некоторого отрезка числовой оси, или баллы. Обработка результатов оценки существенно зависит от рассмотренных методов измерения.

Рассмотрим вначале случай, когда величины  $x_{ij}^h$  ( $i = 1, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; h = 1, 2, \dots, l$ ) получены методами непосредственной оценки или, последовательного сравнения, т. е.  $x_{ij}^h$  являются числами, или баллами. Для получения групповой оценки объектов в этом случае можно воспользоваться средним значением оценки для каждого объекта.

$$x_i = \sum_{h=1}^l \sum_{j=1}^m g_h x_{ij}^h r_j \quad (i=1, 2, \dots, n), \quad (9.1.)$$

где  $g_h$  -- коэффициенты весов показателей сравнения объектов,  $r_j$  -- коэффициенты компетентности экспертов. Коэффициенты весов показателей и компетентности объектов являются нормированными величинами

$$\sum_{h=1}^l g_h = 1; \sum_{j=1}^m r_j = 1. \quad (9.2.)$$

соответствующего максимальному собственному числу этой матрицы. Упорядочение объектов производится по величине компонент собственного вектора.

### 9.3 Оценка согласованности мнений экспертов

При ранжировании объектов эксперты обычно расходятся в мнениях по решаемой проблеме. В связи с этим возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов. Получение количественной меры согласованности мнений экспертов позволяет более обоснованно интерпретировать причины в расхождении мнений.

В настоящее время известны две меры согласованности мнений группы - экспертов: дисперсионный и энтропийный коэффициенты конкордации.

*Дисперсионный коэффициент конкордации.* Рассмотрим матрицу результатов ранжировки  $n$  объектов группой из  $m$  экспертов  $\|r_{ij}\| (j = 1, \dots, i = 1, \dots, n)$ , где  $r_{ij}$  - ранг, присваиваемый  $j$ -м экспертом  $i$ -му объекту. Составим суммы рангов по каждому столбцу. В результате получим вектор с компонентами

$$r_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (9.3)$$

Величины  $r_i$  рассмотрим как реализации случайной величины и найдем оценку дисперсии. Как известно, оптимальная по критерию минимума среднего квадрата, ошибка оценки дисперсии определяется формулой

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \quad (9.4)$$

где  $\bar{r}$  - оценка математического ожидания, равная

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \quad (9.5)$$

Дисперсионный коэффициент конкордации определяется как отношение оценки дисперсии (9.4.) к максимальному значению этой оценки

$$W = \frac{D}{D_{\max}} \quad (9.6)$$

Коэффициент конкордации изменяется от нуля до единицы, поскольку  $0 \leq D \leq D_{\max}$ . Вычислим максимальное значение оценки дисперсии для случая отсутствия связанных рангов (все объекты различны). Предварительно покажем, что оценка математического ожидания зависит только от числа объектов и количества экспертов. Подставляя в (9.5) значение  $r_{ij}$  из (9.3), получаем

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad (9.7)$$

Рассмотрим в начале суммированные по  $i$  при фиксированном  $j$ . Это есть сумма рангов для  $j$ -го эксперта. Поскольку эксперт использует для ранжировки натуральные числа от 1 до  $n$ , то, как известно, сумма натуральных чисел от 1 до  $n$  равна

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} = \frac{n(n+1)}{2} \quad (9.8)$$

Подставляя (9.8) в (9.7) получаем

$$\bar{r} = \frac{1}{n} * \frac{n(n+1)}{2} \sum_{j=1}^m = \frac{n(n+1)m}{2} \quad (9.9)$$

Таким образом, среднее значение зависит только от числа экспертов  $m$  и числа объектов  $n$ .

Для вычисления максимального значения оценки дисперсии подставим в (9.4) значение  $r_{ij}$  из (9.3) и возведем в квадрат двучлен в круглой скобке. В результате получаем

$$D = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 - 2\bar{r} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} + n\bar{r}^2 \right] \quad (9.10)$$

Учитывая, что из (9.7) следует

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} = n\bar{r}$$

получаем

$$D = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 - nr^{-2} \right] \quad (9.11)$$

Максимальное значение дисперсии достигается при наибольшем значении первого члена в квадратных скобках. Величина этого члена существенно зависит от расположения рангов - натуральных чисел в каждой строке  $i$ . Пусть, например, все  $m$  экспертов дали одинаковую ранжировку для всех  $n$  объектов. Тогда в каждой строке матрицы  $\|r_{ij}\|$  будут расположены одинаковые числа. Следовательно, суммирование рангов в каждой  $i$ -й строке дает  $m$ -кратное повторение  $i$ -го числа:

$$\sum_{j=1}^m r_{ij} = im$$

Возводя в квадрат и суммируя по  $i$ , получаем значение первого члена в (9.11)

$$\sum_{i=1}^n i^2 m^2 = m^2 \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{m^2 (n+1)(n+2)n}{6} \quad (9.12)$$

Теперь предположим, что эксперты дают несовпадающие ранжировки, например, для случая  $n=m$  все эксперты присваивают разные ранги одному объекту. Тогда

$$\sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{m(n+1)}{2} \right)^2 = \frac{m^2(m+1)^2 n}{4}$$

Сравнивая это выражение с  $nr^{-2}$  при  $m=n$ , убеждаемся что первый член в квадратных скобках формулы равен второму члену и, следовательно, оценка дисперсии равна нулю.

Таким образом, случай полного совпадения ранжировок экспертов соответствует максимальному значению оценки дисперсии. Подставляя (9.12) в (9.11) и выполняя преобразования, получаем

$$D_{\max} = \frac{m^2(n^3 - n)}{12(n-1)} \quad (9.13)$$

Введем обозначение

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2 \quad (9.14)$$

Используя (9.14), запишем оценку дисперсии (9.4)

$$D = \frac{1}{n-1} S \quad (8.15)$$

Подставляя (9.13), (9.14), (9.15) в (9.16) и сокращая на множитель  $(n-1)$ , запишем окончательное выражение для коэффициента конкордации.

$$W = \frac{12 S}{m^2 (n^3 - n)} \quad (9.16)$$

Данная формула определяет коэффициент конкордации для случая отсутствия связанных рангов.

Если в ранжировках имеются связанные ранги, то максимальное значение дисперсии в знаменателе формулы (9.16) становится меньше, чем при отсутствии связанных рангов. Можно показать, что при наличии связанных рангов коэффициент конкордации вычисляется по формуле:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (9.17)$$

где

$$T_j = \sum_{r=1}^{h_j} (h_r^3 - h_r) \quad (9.18)$$

В формуле (9.17)  $T_j$ - показатель связанных рангов в  $j$ -й ранжировке,  $h_j$  - число групп равных рангов в  $j$ -й ранжировке,  $h_r$  - число равных рангов в  $r$ -й группе связанных рангов при ранжировке  $j$ -м экспертом. Если совпадающих рангов нет, то  $h_j=0$ ,  $h_r=0$  и, следовательно,  $T_j=0$ . В этом случае формула (9.17) совпадает с формулой (9.16).

Коэффициент конкордации равен 1, если все ранжировки экспертов одинаковы. Коэффициент конкордации равен нулю, если все ранжировки различны, т. е. совершенно нет совпадения.

Коэффициент конкордации, вычисляемый по формуле (9.17)

или (9.18), является оценкой истинного значения коэффициента  $\bar{r}$ , следовательно, представляет собой случайную величину. Для определения значимости оценки коэффициента конкордации необходимо знать распределение частот для различных значений числа экспертов,  $m$  и количества объектов  $n$ . Распределение частот для,  $W$  при  $3 \leq m \leq 20$  и  $3 \leq n \leq 7$  вычислено М. Кенделлом. Для больших значений  $n$  и  $m$  можно использовать известные статистики. При числе объектов  $n > 7$  оценка значимости коэффициента конкордации может быть произведена по критерию  $\chi^2$ . Величина  $Wm(n-1)$  имеет  $\chi^2$  распределение с  $\nu = n-1$  степенями свободы. При наличии связанных рангов  $\chi^2$  распределение с  $\nu = n-1$  степенями свободы имеет величина:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j^2} \quad (9.19)$$

**Пример.** Результаты ранжирования шести объектов пятью экспертами представлены в табл. 9.1

Вычислим коэффициент конкордации и произведем оценку его значимости.

Величина  $S$  определяется формулой (9.14). Среднее значение  $\bar{r}$  в этой формуле равно

$$\bar{r} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^5 r_{ij} = 17,5$$

$$S = \sum_{i=1}^6 (\sum_{j=1}^5 r_{ij} - 17,5)^2 = 361$$

Поскольку в ранжировках имеются связанные ранги, то вычисление коэффициента конкордации выполним с использованием формулы (9.17). Вычислим величины  $T_j$  (9.18):

$$\begin{aligned} T1 &= 2^3 - 2 = 6; & T4 &= 2^3 - 2 + 2^3 - 2 = 12; \\ T2 &= 3^3 - 3 = 24; & T5 &= 2^3 - 2 = 6. \\ T3 &= 2^3 - 2 + 2^3 - 2 = 12; \end{aligned}$$

$O_i \backslash \mathcal{E}_j$	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	$\mathcal{E}_3$	$\mathcal{E}_4$	$\mathcal{E}_5$
$O_1$	1	2	1,5	1	2
$O_2$	2,5	2	1,5	2,5	1
$O_3$	2,5	2	3	2,5	3
$O_4$	4	5	4,5	4,5	4
$O_5$	5	4	4,5	4,5	5,5
$O_6$	6	6	6	6	5,5

Подставляя значения  $T_j$ ,  $S$  и  $n=6$ ,  $m=6$  в формулу (9.17), получаем

$$W = \frac{12 * 361}{5^2(6^3 - 6) - 5 * 60} = 0.874$$

Оценим значимость коэффициента конкордации. В данном случае число степеней свободы  $\nu = 5$ . Табличное значение

$\chi^2$  для  $\nu = 5$  и 5 % уровня значимости  $\chi^2_{табл} = 11.07$ . Подставляя значения величины в формулу (9.19), получаем

$$\chi^2 = \frac{12 * 361}{5 * 6 * 7 - \frac{1}{5} * 60} = 21.8$$

Поскольку  $11,07 < 21,8$  гипотеза о согласии экспертов в ранжировках принимается

Энтропийный коэффициент конкордации определяется следующей формулой (коэффициент согласия):

$$W_s = 1 - \frac{H}{H_{\max}}, \quad (9.20)$$

где  $H$  – энтропия, вычисляемая по формуле

$$H = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log p_{ij}, \quad (9.21)$$



## 9.4 Обработка материалов коллективной экспертной оценки

1. Заполнение экспертами анкеты обрабатывая для оценки обобщенного мнения и степень согласованности мнений экспертов по каждому из оцениваемых показателей.

2. Весовое нормирована значение обобщенного мнения по результатам оценки показателей 1-го уровня рассчитывается по формулам:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m M_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}}$$

$M_{ij}$  - оценка  $i$  и экспертам знания  $j$  по показателя

$m$  - число экспертов

$n$  - число показателей

3. Средние статические значения выделенных уровней для каждого показателя и коэффициент к эмпирическим формулам рассчитывается по формуле:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^m P_{ij}}{m}$$

$p_{ij}$  - оценка  $i$  -ым экспертом значения  $j$  -го уровня по показателю (или  $j$  - его коэффициента к эмпирической формуле

$m$  - число экспертов оценивших  $j$ -ый уровень (коэффициент)

4. Показатели степень согласованности мнений экспертов рассчитывается в следующей последовательности:

Вычисляется дисперсия оценок  $D_j$  по  $j$ -му показателю

$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^m (M_{ij} - M_j)^2}{m}$$

Определяется среднеквадратическое отклонение  $\delta_j$  оценки данных  $j$ -ыми показателю

$$\delta_j = \sqrt{D_j}$$

Определяется коэффициент вариации  $V_j$  оценок данных  $j$ -му показателю

$$V_j = \frac{\delta_j}{M_j}$$

чем меньше значение  $V_j$ , тем выше степень согласованности оценок экспертов.

На основании практического опыта, знания коэффициента вариации можно интерпретировать следующим образом :

$V_j \leq 0,10$  – согласованность высокая

$0,11 : 0,15$  – согласованность высшая средняя

$0,16 : 0,25$  – согласованность средняя

$0,26 : 0,35$  – согласованность ниже средняя

$0,35$  – согласованность низкая

5. Показателей обобщенного мнения по оценке весомости показателей 2-уровня рассчитывают по формуле

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m r_{ij}}$$

где  $M_j$  – Значение весомости  $j$ -го показателя

$r_{ij}$  – ранг  $j$ -го показателя  $i$ -ого эксперта

6. Показатели степень согласовавший экспертов рассчитывается в следующей последовательности:

- Вычисляется дисперсия средних оценок по столбцу

$$S = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m r_{ij})^2 - \frac{1}{nm} (\sum_{ij} r_{ij})^2$$

- вычисляется остаточная дисперсия

$$S_{осм} = \sum_{j,j}^{n,m} r_{jj}^2 - \frac{1}{nm} \left( \sum_{j,j}^{n,m} r_{jj} \right)^2 - S$$

вычисляется количество степенной свободы

$$f = n - 1 \quad f_{осм} = (n - 1)(m - 1)$$

вычисляется  $F$ - отношение  $F = \frac{S / f}{S_{осм} / f_{осм}}$

По таблице Фишера определяется уровень значительности  $\alpha$  для рассчитанного значения  $F$  – отношения Если табличное значение равно или меньше выбранного уровня значимости то средняя ранга статистических знании обычно  $\alpha$  выбирается в пределах 5-10 %

## ГЛАВА 10

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

### 10.1. Метод Дельфы

Одним из наиболее эффективных методов анкетирования является метод Дельфы. Основными особенностями этого метода являются:

- полный отказ от личных контактов экспертов и коллективных обсуждений;

- много туровая процедура опроса экспертов;

- обеспечение экспертов информацией, включая и обмен информацией между ними, после каждого тура опроса при сохранении анонимности оценок, аргументации и критики;

- обоснование ответов экспертов по запросу организаторов.

Процедура опроса по методу Дельфы заключается в анкетировании экспертов с помощью опросных листов или внешних устройств ЭВМ в несколько туров с обработкой результатов анкетирования в каждом туре и информированием экспертов об этих результатах. На практике обычно ограничиваются четырьмя турами. В первом туре опроса эксперты дают свои ответы без аргументирования. Ответы обрабатываются с целью выделения среднего и крайних мнений. Экспертам сообщаются эти мнения, и проводится второй тур опроса, в ходе которого они пересматривают и при желании изменяют ответы, данные в первом туре. Кроме того, эксперты должны объяснить, почему они изменили или не изменили ответы.

Полученные после второго тура новые средние и крайние мнения, а также вся аргументация с сохранением анонимности сообщаются экспертам, и проводится третий тур опроса, в ходе которого эксперты снова пересматривают ответы и аргументи-

ругую свое решение. Последующие туры аналогичны.

Обычно после третьего или четвертого туров опроса ответы экспертов перестают изменяться, что и является сигналом к прекращению опросов. Такая процедура позволяет экспертам учесть обстоятельства, которыми они пренебрегали или о которых не были осведомлены. По решению ведущего опрос обоснование могут представлять лишь эксперты, ответы которых сильно отличаются от мнения большинства.

Необходимость обоснования мнения вынуждает тех экспертов, у которых нет твердого убеждения в своей правоте, помещать свои ответы вблизи от среднего мнения. В то же время эксперты, которые смогли обосновать, свои «крамольные» ответы, несмотря на новую информацию придерживаются своих первоначальных взглядов.

В ряде случаев образуется две группы существенно различных мнений. Это указывает на наличие двух различных подходов, что может объясняться, например, существованием двух научных школ. Дальнейшее проведение опроса в таком случае, как правило, лишь подтверждает создавшееся положение, так как разрешение разных позиций требует глубоких исследований и не может быть результатом экспертизы. Однако и в этом случае опрос полезен, ибо отчетливо выявляет позиции, точки зрения сторон и их аргументацию, что позволяет поставить дальнейшие исследования проблемы.

Организация экспертизы включает следующие основные этапы:

- предварительную ориентировку экспертов, включающую формулирование проблемы и инструктаж экспертов;
- формулирование вопросов экспертам в виде требующем четких количественных и качественных оценок;
- разработку способов и порядка информационного обеспечения экспертов, включая обмен аргументацией;
- разработку алгоритмов и порядка промежуточной и окончательной обработки результатов.

**Пример.** Поясним процедуру Дельфы на примере оценки значения некоторой величины  $N$  (скажем, стоимости разработки какой-то системы).

**Первый тур.** Каждый эксперт должен дать оценку величины  $N$  независимо от других экспертов. Оценки экспертов записыва-

ем в порядке возрастания предлагаемых значений. Определяем медиану  $M=Q_2$  и квартили  $Q_1, Q_2, Q_3$ . В результате каждый из четырех интервалов, образованных точками  $Q_1, M, Q_3$  на линии значений  $N$ , содержит одну четвертую часть оценки. Для 11 экспертов это показано на рис.28

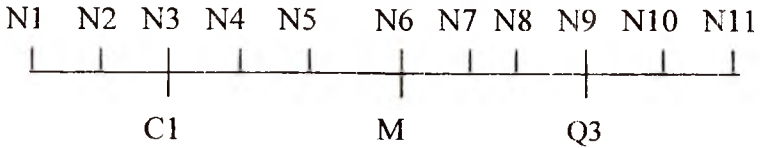


Рис. 28

**Второй тур.** Сообщаем экспертам значения  $Q_1, M, Q_3$  и просим их пересмотреть оценки, если названное ими число меньше  $Q_1$  или *больше*  $Q_3$ . При отказе назвать новое число, лежащее

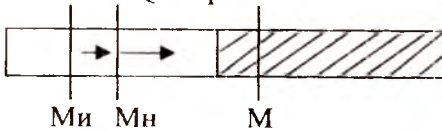


Рис. 29

в интервале  $[Q_1, Q_3]$ , эксперт должен обосновать свой отказ. Фиксируем эти обоснования, определяем новое распределение значений  $N$ , новые значения  $Q_1, M, Q_3$ . Как правило, разброс оценок значения  $N$  в результате второго тура оценки уменьшается.

**Третий тур.** Сообщаем результаты второго тура экспертам, т. е. новые значения  $Q_1, M, Q_3$  и аргументацию «экстремистов», сохраняя анонимность всей информации. Просим экспертов рассмотреть эти новые значения и их обоснования, высказать мнение об аргументированности обоснований и снова пересмотреть оценки. Если пересмотренные оценки выходят за пределы  $Q_1, Q_3$ , то авторы таких оценок должны изложить причины их несогласия аргументами, основывающимися на размещении оценок в этих пределах. Получаем новое распределение.

**Четвертый тур.** Экспертам сообщают квартили нового рас-

пределения, контраргументы, высказанные в третьем туре, и просят еще раз пересмотреть оценки. Медиана, получаемая в результате четвертого тура, принимается в качестве оценки величины  $N$ , представляющей точку зрения всего коллектива экспертов.

Сходимость оценок в многотуровой процедуре можно объяснить следующим образом. Среднее значение оценок первого тура опроса всей группы экспертов  $M_1$  находится, очевидно, между средним  $M_i$  экспертов, изменивших во втором туре свои оценки, и средним  $M_n$  экспертов, не изменивших своих оценок. Обычно  $M_n$  оказывается ближе к истинному значению оцениваемой величины, чем  $M_i$ , и можно предположить, что истинное значение находится где-то в заштрихованной области (рис.29). Если в процессе итераций  $M_i$  будет перемещаться в направлении  $M_1$ , то последнее также будет смещаться вправо, т. е. будет происходить уточнение групповой оценки.

Ухудшение конечного результата произойдет с большей вероятностью, лишь если не уверенные в своих оценках эксперты изменят их настолько, что  $M_i$  окажется правее  $M_n$ . Однако такие скачки в изменении оценок маловероятны.

Улучшение групповой оценки в результате итераций, таким образом, основано на двух предположениях:

ответы экспертов, не изменяющих своих оценок, лежат ближе к истине, чем первоначальные оценки экспертов, не уверенных в своих ответах;

среднее оценок экспертов, изменяющих ответы, движется в результате этих изменений к среднему оценок «уверенных» экспертов.

Изменение оценок в среднем в сторону их улучшения можно объяснить использованием экспертами информации, не учтенной в первом туре, но учитываемой в последующих, а также получением новой, информации, прежде всего от «уверенных» экспертов.

Приведенный пример иллюстрирует лишь возможную процедуру в одной из конкретных наиболее простых применений метода Дельфы. В каждой отдельной экспертизе должна быть выработана конкретная программа ее проведения, учитывающая специфику решаемой проблемы и особенности экспертов. Во многих случаях целесообразны, например, изменения вопросов

от тура к туру, индивидуальные обращения к экспертам, предварительная обработка их аргументации перед ее передачей другим экспертам.

При дельфийской процедуре наличие в группе мало компетентных экспертов меньше сказывается на точности групповой оценки, чем при анкетировании в один тур за счет получения информации от *более* компетентных экспертов. Последние в ходе экспертизы также обогащаются информацией и могут скорректировать свои оценки. Важно, что в процессе итераций происходит в неявной форме автоматическая оценка компетентности экспертов и взвешивание их мнений с учетом компетентности. Это тем *более* полезно, что определение истинной компетентности экспертов до экспертизы, как показано в третьей главе, не может быть достаточно надежным.

Хорошими примерами использования метода Дельфы могут служить выполнение долгосрочного прогнозирования развития, науки и техники корпорацией РЭНД в 1964 г. В эксперименте корпорации РЭНД опрашивались шесть групп экспертов, составленных из 88 специалистов разных профилей, что позволило построить картину ожидаемых научно-технических достижений до первых десятилетий следующего века.

Некоторые в эксперты этой группы пересмотрели свои оценки, что показало их подверженность влиянию чужих оценок, а отсюда необходимость осторожности при учете их мнения. Все вопросы вновь разделили на вопросы, ответы на которые хорошо согласуются, и вопросы, по которым не достигнуто согласование ответов. Ответы на вопросы второй категории в свою очередь делятся на ответы, четко образующие две группы мнений и измененные в пользу меньшинства ответов экспертов, образовавших большинство на третьем этапе.

Ответы первой из этих групп не согласовывались, и по ним составлялись два прогноза. Ответы второй группы подвергались последнему-шестому согласованию, перед которым эксперты, давшие эти ответы, были разделены на группу большинства и группу меньшинства. Последней группе были разосланы анкеты четвертого этапа. В результате шестого этапа опроса были получены достаточно согласованные оценки, и группа управления приступила к окончательной обработке результатов опроса.



При обработке итоговые значения вероятностей свершения прогнозируемых событий сводились в анкету третьего этапа и определялись медианы и квартили групповых оценок. Составленный прогноз утверждал, что до второго десятилетия следующего века можно ожидать свершения практически всех выделенных экспертами научных достижений. Сравнение полученного прогноза с прогнозом корпорации РЭНД показало хорошую сходимость ряда оценок времени свершения одинаковых событий.

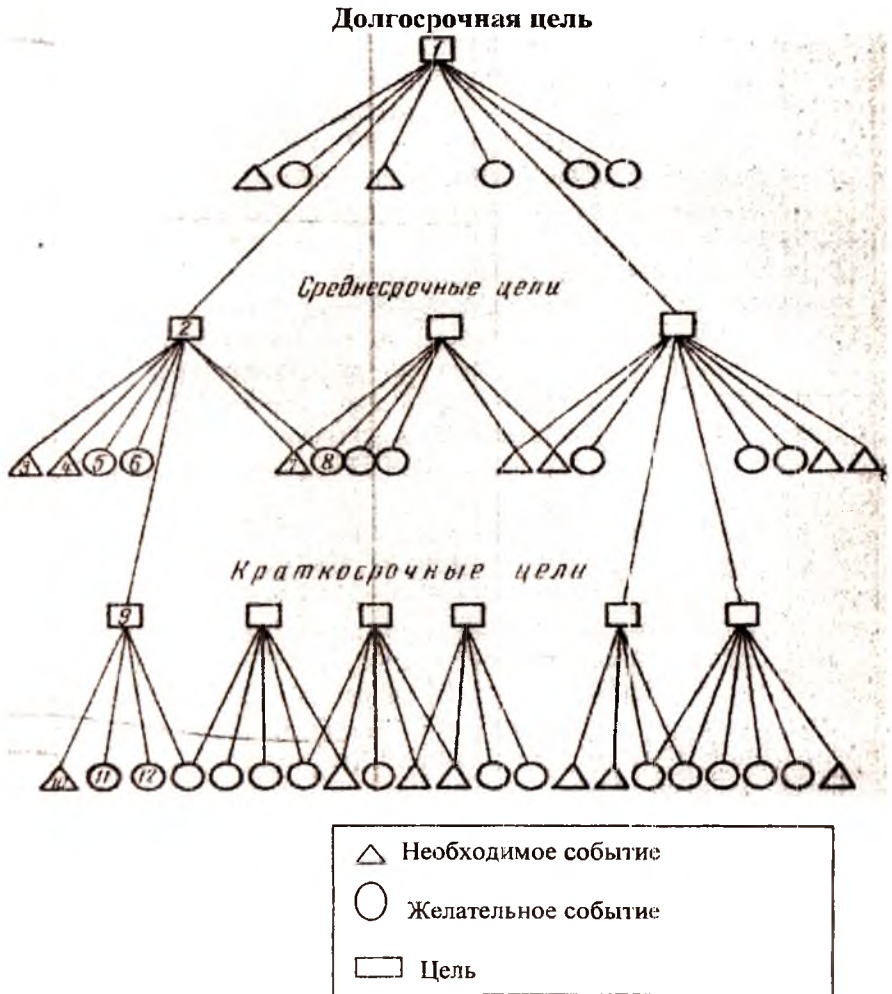
Метод Дельфы обладает определенными недостатками, основными из которых являются большие затраты времени на многотуровую экспертизу, а также полное исключение прямого столкновения мнений экспертов. Длительность процедуры, достигающая при большом числе экспертов многих месяцев, если проводится письменное анкетирование, затрудняет работу экспертов и приводит к нестабильности их состава. Необходимость неоднократного пересмотра оценок также вызывает отрицательную реакцию экспертов, что не может не сказаться на качестве их работы.

Резкое сокращение времени проведения экспертизы возможно путем создания автоматизированной системы сбора и обработки мнений экспертов и их информационного обеспечения на основе ЭВМ. Каждый эксперт передает и получает от ЭВМ информацию с помощью телетайпов и дисплеев. ЭВМ с внешними устройствами обеспечивает контакты между экспертами при сохранении анонимности и регулируемости контактов. Программа работы ЭВМ должна обеспечивать представление вопросов экспертам, сбор ответов, обработку ответов, запрос аргументации экспертов, выдачу аргументации и другой необходимой экспертам информации, анализ и вычисления, нужные экспертам для составления ответов.

Недостатки описанной процедуры стимулировали разработку различных модификаций метода Дельфы, из которых следует упомянуть модификацию, получившую название SEER (System for Event Evaluation and Review) – система оценки и обзора события

Метод SEER был разработан и применен для целей прогнозирования техники обработки информации на 15 лет: Метод предусматривает лишь, два тура опроса групп экспертов разного со-

става. В первом туре группа состоит из специалистов фирм-производителей технических средств и математического обеспечения обработки информации.



**Рис. 30.**

## 10.2 . Метод прогнозного графа

Группа экспертов второго тура состоит из специалистов высшей квалификации в области обработки информации, работающих в организациях, принимающих решения, и ученых-специалистов в области естественных и технических наук.

В обоих турах в отличие от «классического» метода Дельфы эксперты возвращаются к рассмотрению поставленных перед ними вопросов только когда их оценки выпадают за интервалы оценок большинства экспертов.

В первом туре эксперты – представители фирм составляют список - банк данных о вероятных достижениях и новых разработках в отрасли. Эксперты производят также оценки желательности каждого события для потребителя, оценки технических и экономических возможностей его совершения и определяют три даты свершения события: с минимальной учитываемой вероятностью (вероятность 0,2), вероятного свершения (вероятность 0,5) и почти достоверного свершения (вероятность 0,9).

Во втором туре вторая группа экспертов производит переоценку и пополнение банка данных, определяет наиболее важные события, их взаимное влияние и уточняет технический прогноз. В результате второго тура получают список потенциально возможных и желательных событий, используемый для разработки перечня кратко-, средне- и долгосрочных целей и выявления событий, обеспечивающих достижение этих целей.

Второй тур имеет, таким образом, нормативный характер и его результаты могут быть непосредственно использованы для планирования исследований, разработок новой техники и производства. Прогноз оформляется в виде графа взаимодействия целей и событий (рис. 30), представляемого потребителю-органу, планирующему научно-техническое развитие в данной области.

В настоящее время для управления решением многоплановых проблем применяют комплексные методики, использующие различные, в том числе экспертные, методы. Одна из таких методик служит основой «проекта ПАТТЕРН», разработанного в 1964 г. в США для обоснования планирования и управления научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками. Наиболее совершенная из этих методик - «метод прогноза»

ного графа» разработана под руководством академика В. М. Глушкова. Рассмотрим основные идеи «метода прогнозного графа»

Основой метода являются экспертные и формально-математические процедуры построения и анализа опорного графа, отражающего обобщенное суждение широкого круга специалистов о потребностях, возможных путях, и ресурсах научно-исследовательских и опытно конструкторских работ в определенной области. Применительно к управлению научно-техническим прогрессом в строительстве этот прогнозный граф называют государственным графом прогнозирования решения научно - технологических проблем.

Построение графа, отражающего связи между рассматриваемыми событиями, ведется по уровням на основе опросов экспертов, формирующих ожидаемые и требуемые события, как условия достижения прогресса на этом уровне. Эксперты формируют также некоторые количественные оценки.

Граф строится сверху от события  $S$ , являющегося конечной целью, до самого нижнего уровня, содержащего события, свершения которых обеспечивают уже имеющиеся научно-технические достижения. Такие события можно считать реализованными, и авторы методики их называют «заземленными».

На каждом уровне группа экспертов формулирует события-цели и условия их достижения. Общее число экспертов может составить несколько сот. Построенный граф может насчитывать несколько тысяч событий и содержит большое количество информации. Обработка информации на ЭВМ - позволяет определить важность для свершения конечной цели - события  $S$  различных событий, находить оптимальные (по времени, стоимости и другим критериям) пути достижения конечной цели и оценивать по различным критериям варианты решений. Это позволяет инстанции, принимающей окончательное решение, знать «цену ошибки» и «цену оптимальности» решения, принятого в силу тех или иных внешних обстоятельств.

Важным достоинством этого метода является возможность работы с графом в режиме диалога «человек-информационная система» для проверки некоторых гипотез, т. е. возможность проигрывать разные ситуации, изменения условий типа: какие

следствия вызовет сдвиг срока свершения данного события на заданный интервал времени; насколько изменится вероятность достижения конечной цели, если вероятность перехода данного события из одного заданного состояния в другое окажется равной нулю и т.д.

Граф является динамической системой, и при поступлении от экспертов новой информации производится пересмотр-ревизия оценок, вариантов прогноза и принятых решений. В результате этой ревизии ЭВМ может сформулировать запросы к принимающим решение по целесообразности пересмотра тех или иных действий или обсуждения экспертами и принимающим решение вновь сложившейся ситуации. Такие способности прогнозного графа к совершенствованию и «самоанализу» открывают возможности новой методологии планирования и управления. Основными чертами этой методологии являются:

обеспечение единства плановых решений, охватывающих НИР различного уровня, ОКР и совершенствование производства;

принятие на расчетном обосновании управляющих решений в соответствии с принципом «цели - средства - решения»;

непрерывность планирования, так как в любой момент времени в пределах 15-20-летней перспективы, обоснованной прогнозами, имеется возможность скорректировать целевую программу или пятилетний план;

обеспечение в любое время возможности вносить информацию все более широкому кругу специалистов и всем лицам, обладающим конкретными идеями.

Реализация в полной мере такого гибкого и динамичного планирования возможна лишь при постоянном прогнозировании тенденций развития в интересующих областях и интеграции информационной системы с автоматизированными системами управления.

### Образец письма и анкет.

Глубокоуважаемый товарищ!

Нами осуществляется прогноз развития ..... отрасли на перспективу до ..... года. В качестве средства прогнозирования выбран метод коллективной экспертной оценки. Наша задача состоит в том, чтобы, опираясь на опыт, знания и интуицию

группы высоко квалифицированных специалистов, научить оценки некоторых аспектов развития ..... отрасли. Принятый нами способ проведения экспертизы с помощью анкет обеспечивает независимость суждений отдельных экспертов.

Мы знаем, что Вы являетесь крупным специалистом в интересующей нас области и поэтому просим Вас принять участие в коллективной экспертной оценке перспектив развития ..... отрасли.

В случае Вашего согласия, Вам предстоит ответить на ряд вопросов, причем они будут носить, как качественный так и количественный характер.

### Анкета 1

№	Список событий	Вероятность сверения	Важные события	Оценки сроки совершения

Предлагаем Вам использовать следующие оценки.

0- означает что событие не произойдет.

30-означает Вашу минимальную уверенность в том, что событие произойдет в прогнозируемый период.

50-означает Вашу умеренную уверенность 80-означает Вашу высокую уверенность

100- означает, что событие произойдет обязательно.

### Анкета 1 а

№	Важные события	Сила взаимосвязи между событиями				
		1	2	3	4	5
1						

При оценке силы взаимосвязи пользуетесь следующими числовым эквивалентами.

0- взаимосвязи между событиями не существует;

0,5- существует слабая взаимосвязь;

0,8- существует сильная взаимосвязь;

1-существует очень сильная взаимосвязь.

### Анкета 2

Вам предлагается динамика некоторых количественных показателей развития отрасли на период с ..... по ..... годы.

Просим Вас, принимая во внимание события сценария, указать, по Вашему мнению какого уровня достигнут эти показатели в обозначенные нами временные отметки будущего.

**Анкета 2**

год	2004	2015
Количественный показатели развития отрасли		
1		
2		

**Анкета 3**

В анкете 3 предлагается сформулировать цель (или цели) развития ... отрасли в прогнозируемом периоде. Если Вы сформулировали несколько целей в графе «важные цели» отметьте (крестиками) наиболее важные из них. В графе «критерии оценки важности» назовите критерии, с точки зрения которых необходимо оценивать относительную важность сформулированных целей. Далее в анкетах 4,5 графы 3-4 будут использоваться аналогичным образом.

**Анкета 3**

№	Цели развития... отрасли на период... годов	Важные цели	Критерии оценки, важности.
1	2	3	4

I. Учитывающие народно хозяйственные интересы страны

- 1.
- 2.

II Учитывающие интересы отраслевых организаций

- 1.
- 2.

В анкете 4 сформулируйте задачи, которые требуют своего решения для достижения обозначенности цели (или целей).

**Анкета 4**

№	Задача	Важные цели	Критерий оценки, важность

В анкете 5 обозначьте сферы (направления) которые необходимо развивать в первую очередь для решения поставленных задач.

**Анкета 5**

№	Сферы (Направления, системы)	Важные сферы (направления системы)	Критерий оценки важности

В анкете 6 Вы получите на втором туре, когда будет построено дерево целей отражающие мнение всех участвующих в экспертизе экспертов и для каждого уровня иерархий будут сформулированы критерии оценки относительной важности элементов этого уровня.

Анкета представляет собой матрицу, элементы которой Вам предстоит оценить.

В графе «критерий» перечислены критерии с точки зрения которых Вам предстоит оценивать важность задач для достижения поставленной цели.

В графе «вес критерии» оцените важности каждого из перечисленных критериев, для этой оценки пользуетесь числами, заключенными в интервале (0 : 1). Сумма весов по всем критериям должна равняться единице.

Далее с точки зрения каждого критерия в отдельности, оцените важность каждой из перечисленных задач для достижении поставленной цели. Для оценки пользуйтесь числами заключенными в интервале (0-1). Сумма оценок по всей стороне должна равняться единице.

например

№	Критерии	Все критерии	Задача		
			а	б	в
1	X1	0,6	0,6	0,1	0,3
2	X2	0,1	0,2	0,4	0,4
3	X3	0,3	0,7	0,1	0,2

Пояснение

Эксперт считает, что наиболее знаниями для оценки важно-



сти задач а, б, в, является критерий Х1, а затем Х2, Х3

С точки зрения критерия Х1 наиболее важной является задача «а», а наименее важной задачи «б» занимает промежуточное положение

№	Критерии	Все критерии	Задача		
			а	б	в
1					

Оценки предоставленные экспертом в первой строке, говорят о количественной мере превосходства по значимости задачи «а» над «в» и «б» и задачи «в» над «б»

С точки зрения Х2 задача «а» является наименее важной, а задачи «б» и «в» равно важным

С точки зрения критерия Х3 задача «а» является наиболее важной, далее идут задачи «в» «б».

## Л и т е р а т у р а

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: Хавсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва таракқиёт кафолатлари. – Т., Ўзбекистон, 1997.
2. Абдуллаев А. Прогнозирование научно – технического прогресса. – Т., Узбекистан, 1980.
3. Абдуллаев А. НТП в промышленности Узбекистана: управление и прогнозирование. – Т., Мехнат, 1990.
4. Абдуллаев А. Иқтисодий процессларни моделлаштириш. – Т., 1989.
5. Абдуллаев А. и др. Обработка данных в управлении. – Т., Мехнат, 1992.
6. Абдуллаев А., Терехов Л., Махмудов Н., Ташматов З. Методы социально – экономического прогнозирования. – Т., Узбекистан, 1992.
7. Абдуллаев А. Математические методы в планировании и управлении. – Т., Узбекистан, 1987.
8. Абдуллаев А. и др. Автоматизированные информационные технологии в решение экономических задач. – Т., Фан ва технология, 2004.
9. Абдуллаев А. и др. Моделирование и прогнозирование экономических процессов. – Т., ТГЭУ, 2002.
10. Абдуллаев А.М. и др., Обработка данных в управлении – Т., Узбекистан, 1997.
11. Абдуллаев А.М. и др., Информационные системы и структура данных. – Т., Ўқитувчи, 1988.
12. Абдуллаев О.М. и др., Иқтисодий кибернетика. – Т., Ўқитувчи, 1988.
13. Абдуллаев А.М. и др., Информационные технологии в решение экономических задач. – Т., ТГЭУ, 2005.
14. Анализ и моделирование трудовых показателей. – М., 1999.
15. Анчишкин А. Наука – техника – экономика. – М., Экономика, 1986.
16. Багриновский К.А. и др. Имитационные модели в народно – хозяйственном планировании. – М., Экономика 1980.
17. Бакаев А.А. и др. Имитационные модели в экономике Киев. Наукова думка. 1978.

18. Балдин К.В. и др. Эконометрика. – М., 2004.
19. Бешлеев С.Д. Гурвиц Ф.Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. – М., Экономика, 1996.
20. Бобровник Г.Н., Колебанов А.И. Комплексное прогнозирование создания новой техники. – М., Экономика, 1989.
21. Бункина М.К., Семянов В.А. Макроэкономика. – М., ИНФРА, 2000.
22. Владимирова А.Н. и др. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М., 2004.
23. Войну Я.Ф. Корреляция рядов динамики. – М., 1977.
24. Гарнаев А. Использование MS EXCEL и VBA в экономике и финансах. – СПб., БХВ Санкт – Петербург, 2000.
25. Гельман В.Я. Решение математических задач средствами EXCEL: Практикум. – СПб., Питер, 2003.
26. Горелова В.А., Мельникова Е.Л. Основы прогнозирования систем. – М., Высшая школа, 1986.
27. Горнаев А.В. Решение экономических задач с помощью Excel. – М., Диасофт, 2001.
28. Джексон П. Введение в экспертные системы – М., К, «Вильямс» 2001.
29. Дрейпер Н., Кинг Г. Прикладной регрессионный анализ. – Т. 1, 2. – М., 1986.
30. Дубина А.И. др. EXCEL для экономистов и менеджеров. Экономические расчеты и оптимизационное моделирование в среде EXCEL. – М., 2004.
31. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. – М., Экономика, 1978.
32. Елесева И.И. и др. Эконометрика. – М., 2004.
33. Замков О.О. Эконометрические методы в макроэкономическом анализе. – М., ДиС, 2001.
34. Имитационное моделирование производственных систем. – М., – Б. 1983.
35. Информационные системы в экономике / под. ред. В.В. Дика. – М., 1996.
36. Информационные технологии управления / Под ред. Ю.М. Черкасова М.ЮНИТИ, 1998.

37. Каплан А.В. и др. Решение экономических задач на компьютере. – СПб., Питер, 2004.
38. Королев Ю.Г. Метод наименьших квадратов в социально – экономических исследованиях. – М., ФиС, 1998.
39. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике. Учебное пособие. – М., МЭСИ, 2004.
40. Левин Р. и др. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта в экспертных систем с иллюстрациями на бейсике. – М., 1990.
41. Литвак Б.Г. Экспертная информация методы получения и анализа. – М., 1982.
42. Лугачаев М.И. Методы социально–экономического прогнозирования. – М., ТЕИС, 1999.
43. Львов Ю.А. Основы экономики и организации бизнеса. – СПб., 1992.
44. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. – М., ФиС, 1986.
45. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем – М., «Вильямс», 2003.
46. Мур Дж. У. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. – М., Издательский дом «Вильямс», 2004.
47. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. – М., 1991.
48. Патрушика С.М. и др. Информационные системы в экономике. – М., Ростов на Дону., 2004.
49. Перминов С.Б. Имитационное моделирование процессов управления в экономике. – Новосибирск, 1981.
50. Плакунов М.К. и др. Производственные функции в экономическом анализе. – Вильнюс, 1987.
51. Попов Э.В. и др., Статические и динамические экспертные системы. – М., Финансы и статистики, 1996.
52. Рабочая книга по прогнозированию. / Под ред. И.В. Бестужев–Лада. – М., Мысль, 1982.
53. Развитие отраслей специальной сферы в переходной экономике. /Под ред. Е.Н. Помонова. – М., МГУ, ТЕИС.2001.
54. Система экономико – математических моделей для анализа и прогнозирования уровня жизни. – М., Наука, 1986.

55. Статистическое моделирование и прогнозирование. – М., 1990.
56. Стратегическое управление: регион, город, предприятие. Учебное пособие. /Под ред. Львова Д.С., Гранберг А.Г. – М., ЗАО Экономика, 2004.
57. Таунсенд К., и др. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ. – М., 1990.
58. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. – М., 1971.
59. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике. – М., Синтег, 1999.
60. Теория прогнозирования и принятия решений. Учебное пособие. /Под ред. С.А. Саркисяна. – М., Высшая школа, 1977.
61. Тюрин Ю.Н. Статистический анализ данных на компьютере. /Под ред. В.Э. Фигурнова. – М. ЮНИТИ, 2004.
62. Уотермен Д. Руководства по экспертным системам. – М., 1989.
63. Цыгичко В.Н. Прогнозирование социально-экономических процессов. – М., Финансы и статистика, 1986.
64. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М., Статистика, 1977.
65. Шелобаев С.И. Математические методы и модели. – М., ЮНИТИ, 2000.
66. Экспертные системы. Принципы работы – М., Экономика 1997.
67. Янч Э. Прогнозирование научно – технического прогресса. – М., Прогресс, 1974.

**АБДУЛЛАЕВ АЛИМДЖАН МИРЗАЖАНОВИЧ**  
**ДАДАБОВЕВ ШАВКАТ ХАМИДОВИЧ**  
**ТОШХУЖАЕВ МУХТОР МАКСУДОВИЧ**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**  
**В ЭКОНОМИКЕ**  
учебная пособия

Редактор: **Д. Абдуллаев, К. Алимов.**  
Корректор: **М. Халилова**  
Художник: **Д. Абдуллаев**  
Компьютерная верстка: **Ш. Дадабоев.**

Подписано к печати 5.05.05г. формат 60 × 84 1/16  
Объем 14,3 . Бумага офсетная. Тираж 600 экз  
Цена договорная. Гарнитура «Times New Roman»  
Заказ № **74**  
Отпечатано в типографии «Фан и технология».  
Тошкент ул. Алмазор 171.

А. М. АБДУЛЛАЕВ, Ш. Х. ДАДАБОВЕВ,  
М. М. ЮШУУЖАЕВ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ