

***МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ***  
**(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

***Сидельников Ю.В.***

***Системный анализ экспертного прогнозирования***

***Москва***

***2007***

***Рецензенты:***

***Бестужев –Лада Игорь Васильевич— д-р ист. наук, проф., академик  
Российской академии образования, Президент Международной  
Академии Будущего, Почетный член Всемирной Федерации  
исследования будущего;***

***Новиков Дмитрий Александрович — д-р техн. наук, проф., зам.  
директора Института Проблем Управления РАН***

## Оглавление

Аннотация.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ЧАСТЬ I.....	16
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ЕЕ СИСТЕМНО-ОБРАЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ .....	16
ГЛАВА 1. СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗА, ЗАДАЧИ УЧАСТНИКОВ И ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	17
§ 1.1. Технология экспертного прогнозирования как объект системного анализа.....	17
§1.2. Основные определения экспертологии и прогностики.....	25
§ 1.3. Общая схема технологии получения экспертного прогноза.....	47
§ 1.4. Задачи, стоящие перед специалистами, участвующими в экспертном прогнозировании, трудности в их работе, недостатки и заблуждения.....	84
ГЛАВА 2. СИСТЕМНО-ОБРАЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЭП.....	101
§ 2.1. Базовые методы позволяющие получить новое знание от специалистов .....	101
§ 2.2. Основные принципы проведения экспертизы.....	152
§ 2.3. Экспертные оценки первого рода.....	161
§ 2.4. Подходы к определению меры уверенности эксперта в своей оценке и экспертные оценки второго рода .....	176
§ 2.5. Алгоритмические операции, процедуры и методы, позволяющие получать выбранный вид экспертной оценки.....	190
§ 2.6. Критерии отбора специалиста в экспертную группу .....	213
§ 2.7. Способы формирования экспертных групп .....	217
§ 2.8. Способы опроса экспертов и виды показателей ошибок .....	225
ЧАСТЬ II.....	231
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕОБРАЗОВАНИЮ СИСТЕМНО-ОБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЭП В СИСТЕМНО-СОСТАВЛЯЮЩИЕ .....	231
ГЛАВА 3. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПО ТОЧНОСТИ И АПРИОРНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВАЖНОСТИ. ....	232
§ 3. 1. Апостериорная оценка точности экспертных прогнозов. ....	232
§ 3. 2. Подбор вида показателя ошибки. ....	252
§ 3.3. Априорная оценка степени важности независимой переменной в прогностической процедуре полилинейного типа. ....	270
ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИСТОГРАММНЫХ ОЦЕНОК .....	277
§ 4.1. Изучение свойств индивидуальных гистограммных оценок ..	277
§ 4.2. Изучение свойств групповых гистограммных оценок.....	294

<b>ГЛАВА 5. ВЫБОР ПРОСТЕЙШИХ ВИДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК: КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОСНОВАНИЕ.....</b>	<b>310</b>
§ 5.1. Матричная классификация простейших видов экспертных оценок.....	310
§ 5.2. Обоснование выбора простейшего вида экспертных оценок ...	317
<b>ГЛАВА 6. ОСНОВЫ ДЛЯ ВЫБОРА МЕТОДА ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....</b>	<b>323</b>
§ 6.1. Проблемы, возникающие перед ЛПР на предварительной стадии принятия решений и возможные пути решения .....	323
§ 6.2. Недостатки, достоинства, опыт использования и рекомендации по повышению эффективности методов .....	333
§ 6.3. Систематизация методов экспертного прогнозирования.....	353
§ 6.4. Модель итеративной групповой экспертной процедуры .....	361
<b>ЧАСТЬ III. ....</b>	<b>378</b>
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>378</b>
<b>НА ПРАКТИКЕ .....</b>	<b>378</b>
<b>ГЛАВА 7. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ МОНОГРАФИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГНОЗОВ .....</b>	<b>379</b>
§ 7.1. Безработица в РФ как объект прогноза. ....	379
§ 7. 2. Метод двухуровневого сценария.....	388
§ 7.3. Разработка прогноза безработицы РТ РФ на основе методики двухуровневого сценария и его верификация.....	399
§ 7.4. Использование сопоставительного анализа для определения качества краткосрочных прогнозов мировых цен на сырьевые товары.....	403
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>412</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>416</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схема экспериментального исследования, меры по повышению качества результатов экспертного опроса и предварительный анализ полученных данных. ....</b>	<b>441</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Базовая статистика по экспериментальным исследованиям .....</b>	<b>448</b>

## Предисловие

Целью данной монографии является содействие:

- развитию прогностики<sup>1</sup>, как в России, так и во всем мире;
- выработки новой парадигмы<sup>2</sup> в области прогностики;
- разработки новых прогнозов в нашей стране и повышению их качества;
- разработки нормативных документов, касающихся прогнозирования;

В работе предложена методология и технология получения прогнозов на основе мнений экспертов; сформулированы общие для прогностики закономерности, позволяющие объяснять ранее существующие методические противоречия; на основе сформулированных закономерностей будет частично решена проблема повышения уровня качества социально-экономических экспертных прогнозов.

В данной монографии впервые будут рассмотрены системно не только объекты прогнозирования, но и сама технология.

Роль и место прогнозирования на основе мнений экспертов за последние годы в нашей стране изменяется таким образом, что актуальность подобного исследования возрастает.

Прогноз становится востребованным товаром. И, в случае его приемлемого качества, он может быть высокой стоимости. В ряде областей это уже стало привычной нормой, например на рынке фьючерсных контрактов на товары.

Руководителю необходимо знать не только способы, методы и технологии прогнозирования, а также когда, как и в каких условиях

---

<sup>1</sup> В первую очередь: методологии, включая понятийный аппарат, принципы, основные допущения и методы, а также технологии.

<sup>2</sup> В трактовке Т. Куна.

использовать тот или иной метод. Кроме того, необходимо говорить на одном профессиональном языке со всеми участниками этой деятельности, тем самым использовать общую терминологию, использующую систему основных понятий. Но все это уже проблематика методологии.

Изложенные соображения определяют несомненную актуальность данной работы.

Несколько слов, относительно степени разработанности проблемы.

Деятельность по получению высококачественного прогноза носит творческий характер, часто средства её обеспечения уникальны и эвристичны, ориентированы на решение конкретных прогнозных задач и слабо поддаются алгоритмизации. Поэтому так трудно тиражировать методики и технологии.

## **ВВЕДЕНИЕ**

**«Дело умных – предвидеть беду, пока она не пришла,  
дело храбрых – управляться с бедой, когда она пришла».  
Питтак из Милены (651 –569 гг. до н. э.)**

**Переход от административно-командных к рыночным методам хозяйствования потребовал кардинального изменения технологии принятия правовых и управленческих решений, резко изменил представления о значимости, возможностях и необходимых масштабах прогнозирования и, что особенно важно, значительно ужесточил требования к точности и надежности прогнозов.**

Экспертное прогнозирование как деятельность существенно зависит от социальной инфраструктуры, в рамках которой принимаются и реализуются решения. В одних условиях оно может быть чисто формальным и демонстративным, вырождаясь в имитацию подлинного прогнозирования, в других, напротив, играет роль действенного фактора управления. Мы считаем, что прогнозы делаются либо непосредственно на основе мнений экспертов, либо опосредованно - на основе модели прогнозируемого объекта или процесса, разработанной с помощью экспертов.

В работе описаны методы и другие системно-составляющие элементы технологии получения прогнозов непосредственно на основе мнений экспертов; сформулированы общие для прогностики и экспертологии закономерности, позволяющие объяснять ранее существовавшие методические противоречия; на основе сформулированных закономерностей частично решена проблема повышения уровня качества социально-экономических экспертных прогнозов.

Одной из наиболее актуальных проблем, возникающих в настоящее время при управлении социальными и экономическими системами, является повышение качества экспертных прогнозов.

Рассмотрим конкретную предметную область, где актуальна данная проблема. Например, важность качественных прогнозов безработицы в России несомненна по той причине, что занятость населения относится к экономическим категориям, тесно связанным с колебаниями экономической среды, т. е. является своеобразным «барометром» состояния экономики. Другая причина, обуславливающая необходимость разработки высокоточного прогноза безработицы, связана с тем, что число безработных в некоторых регионах России может оказаться стабильно большим. Мнение о будущем тех, кто давно именуется безработным, сопоставимо с представлением людей о «конце света». По мироощущениям к ним близка и большая часть людей, выполняющих работу за мизерную плату или же имеющих достаточно высокую оплату, но ощущающих непривычную шаткость своего положения на работе. Все это может привести к резкому ослаблению экономической деятельности соответствующего региона. Даже привлекая большие инвестиции, очень трудно изменить ожидания людей и вывести экономику региона из кризиса. Таким образом, точные прогнозы в данной сфере являются не только информацией для лиц, принимающих решения (ЛПР), но и «политическим оружием» этих лиц в случае регулярного освещения в печати таких прогнозов и их осуществления.

Роль и место прогнозирования на основе мнений экспертов за последние годы в нашей стране изменяется таким образом, что актуальность нашего исследования возрастает.



Конечно, прогнозирование может играть принципиально разную роль в различных социально-экономических условиях. Роль прогнозирования зависит и от характера самого управления, и от типа ответственности за принятие решений, и от господствующего в обществе менталитета, и от уровня развития демократии.

Изменение роли прогнозирования на основе мнений экспертов в России связано не только с изменением государственного устройства.

Прежде всего, оно связано с возрастанием роли объективных критериев при оценке достижений современной науки и техники, совершенствованием технологий во всех отраслях социальной и экономической жизни. Кроме того, резко возрастают масштабы негативных последствий от ошибочных решений на основе экспертных заключений.

Изложенные соображения определяют несомненную актуальность данной работы.

Несколько слов относительно степени разработанности проблемы.

Деятельность по получению высококачественного прогноза носит творческий характер, Часто средства ее обеспечения уникальны и эвристичны, ориентированы на решение конкретных прогнозных задач и слабо поддаются алгоритмизации.

Мы исходим из положения, что повышение точности экспертных прогнозов не ухудшает оценку их качества.

В научной литературе по прогнозированию и экспертизе описано немало методик, процедур и приемов, предназначенных для повышения точности экспертных прогнозов.

В русском языке - это работы: Ф.Т. Алескерова [6,7], В.Н. Буркова [27,28,29], С.М. Вишнева [37], Р.Н. Долныковой [52], А.А. Дорофеюка

[53,55], О.И. ЛариЧева [75-78], Б.Г. Литвака [81-84], Дж. Мартино [90], А.И. Орлова [112,113], Л.А. Панковой [114], С.А. Петровского [9,10,118,119], В.В. Полякова [170], Г. Тейла [175,176], Ю.Н. Тюрина [179-182], Р.Н. Хвастунова [191,192], В.Н. Цыгичко [194], М.В. Шнейдермана [202-204], Э. Янча [213] и др.

Из зарубежной литературы это работы G.V. Bernstein, M.G. Cetron [223], B. Brown, S. Cochran and N. Dalkey [228], N.C. Dalkey, O. Helmer [241,242], D.A. Ford [252], T.Y. Gordon, O. Helmer [257], W.J.J. Gordon [258] и др.

Качество экспертного прогноза часто оказывается неудовлетворительным, несмотря на использование проверенных методик, процедур или приемов и привлечение высококвалифицированных экспертов. Это происходит, потому что:

- у руководства сложилось априорно негативное отношение, как к самим прогнозам, так и к тем, кто их разрабатывает;
- уровень знания как ЛПР, так и экспертов в соответствующих областях пока недостаточно высок;
- высокая квалификация отдельного эксперта еще не означает, что его оценка близка к истине, она лишь обещает большую «вероятность» этого;
- кроме использованной методики (выбранной чаще всего произвольно), необходимо было рассмотреть и учесть другие элементы технологии проведения экспертного прогноза.

Нельзя сказать, что в научной литературе нет попыток подойти к технологии проведения экспертного прогноза. Нам известна работа С.Д. Бешелева и Ф.Г. Гурвича в близкой области - экспертизе. Авторы предложили выделить следующие «основные этапы проведения

экспертизы, последовательность и конкретное содержание которых меняется в зависимости от целей экспертизы:

- формулирование цели экспертизы и разработка процедуры опроса;
- формирование группы специалистов-аналитиков (организаторов экспертизы);
- отбор и формирование группы экспертов;
- проведение опроса;
- анализ и обработка информации, полученной от экспертов;
- синтез объективной априорной информации и информации, полученной в результате экспертизы, с целью приведения их в форму, удобную для принятия решения» [17].

Мы рассмотрим схему С.Д. Бешелева и Ф.Г. Гурвича лишь как первый шаг на пути создания технологии разработки экспертных прогнозов, позволяющей повышать уровень качества прогнозных оценок на систематической основе. Наша задача была разработать такую технологию. Нам не было известно решение этой задачи.

Одна из возникающих проблем при решении вышеуказанной задачи состояла в том, что большое разнообразие задач при разработке даже несложных прогнозов затрудняет формализацию процедуры их подготовки и реализации. В случае же больших комплексных прогнозов ситуация существенно усложняется. Проблемы, возникающие при этом, рассмотрены в работе [37].

Естественно, что весь процесс разработки экспертного прогноза должен быть четко организован и иметь определенную структуру, которая будет рассмотрена ниже.

Специфика технологии экспертного прогнозирования состоит в том, что она алгоритмизирует деятельность всех субъектов, участвующих в разработке экспертного прогноза, и поэтому может быть многократно использована, тиражирована для решения сходных прогнозных задач.

В работе реализован подход к технологии экспертного прогнозирования как к системе и выявлены ее системно-образующие элементы, а также рассмотрены возможности преобразования их в системно-составляющие.

Использование системного подхода к технологии экспертного прогнозирования осуществляется впервые. Мы осознаем, насколько сложно использовать этот подход в такой неформализованной области. Нам известно, что попытки применения системного анализа к социальным проблемам часто были неудачны. Анализ причин этих неудач рассмотрен в работах О.И. Ларичева и Е.М. Мошкович [78], а также А. Хус [260].

Конечно, для повышения качества решений, принимаемых на основе экспертных оценок, необходимо использовать весь комплекс всевозможных мер, способствующих этому на всех этапах принятия решений. Мы понимаем, что вклады в повышение уровня качества экспертного прогноза: организационного, правового, социально-психологического и прочих видов обеспечения, а также прочих стимулов и факторов - существенны. Но в данной работе мы рассмотрим лишь технологическое обеспечение, а точнее, ту ее часть, которая затрагивает технологию разработки прогноза группой экспертов. Мы полагаем, что прогнозирование, в том числе и на основе мнений экспертов, является составной частью процесса управления.

Главная задача нашего исследования - повысить на постоянной основе уровень качества социально-экономических экспертных прогнозов. Основным предметом нашего исследования - это технология экспертного прогнозирования, а объект - прогнозы, разработанные на основе оценок экспертов.

Предварительно укажем на специфику области применения технологии экспертного прогнозирования.

По нашему мнению, моделирование и статистические методы в настоящее время являются основными инструментами, которые успешно применяются для прогнозирования в социально-экономической сфере.

Представленная технология разработки прогноза используется либо в тех случаях, когда затруднительно или невозможно выполнять прогноз с помощью статистических методов, а также с использованием специальных экономико-математических моделей, либо когда желательно разрабатывать прогноз с помощью нескольких подходов.

Использование моделирования объекта для разработки прогноза его развития может быть затруднено или невозможно, например, по следующим причинам:

- очень дорого и/или долго разрабатывать модель вообще или специальную экономико-статистическую модель, в частности;
- структура объекта меняется быстрее, чем разрабатывается модель;
- недостаточно информации для построения модели.

Использование статистических методов для разработки прогноза развития объекта может быть затруднено или невозможно, например, по следующим причинам:

- ряды наблюдений короткие;
- рассматриваемая выборка редко является репрезентативной по отношению к генеральной совокупности в целом;
- величины ошибок экспертов редко погашаются взаимно в массе данных, а самим ошибкам не свойственны нормальный или даже логнормальный закон распределения;
- часто количество экспертов в группе не достаточно для того, чтобы пытаться использовать статистические методы;
- развитие объекта определяется слишком большим числом взаимосвязанных факторов.

Возможно, а в ряде случаев и необходимо, чтобы моделирование и/или статистические методы дополнялись экспертными методами.

В работе сформулированы общие для прогностики и экспертологии закономерности, позволяющие объяснять ранее открытые противоречия, на основе которых рассмотрена и частично решена проблема повышения уровня качества социально-экономических экспертных прогнозов на постоянной основе.

Материалы, представленные в данной работе, использовались при решении практических задач. В Экспертном совете Правительства РФ, Государственном комитете РФ по науке и технике, Министерстве науки и технической политики РФ, Федеральном фонде поддержки малого предпринимательства, Государственном Комитете РФ по статистике, Государственном Комитете РФ по антимонопольной политике и поддержке новых экономических структур, Банке Внешней торговли, Страховой компании «ЛУКОЙЛ», Республиканском исследовательском научно-консультативном центре экспертизы, Центре

учебных и информационных технологий Службы занятости России, Научно-методическом Центре при Госкомнауке и высшей школы РСФСР, Техническом управлении Главмикробиопрома при Совете Министров СССР, Новосибирском институте народного хозяйства, Московском научно-исследовательском институте гигиены и других организациях.

Часть материалов, которые были использованы при решении практических задач, описаны в главе 7.

Единый методологический подход ко всем исследованиям данной работы обусловил внутреннее единство структуры работы и ее целостность.

## **ЧАСТЬ I**

# **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ЕЕ СИСТЕМНО-ОБРАЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**



# ГЛАВА 1. СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗА, ЗАДАЧИ УЧАСТНИКОВ И ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

## **§ 1.1. *Технология экспертного прогнозирования как объект системного анализа***

В параграфе предложено и обосновано расширение числа субъектов, участвующих в разработке прогнозов, рассмотрен подход к технологии экспертного прогнозирования как к объекту системного анализа, а также выявлены её системно-образующие элементы. Кроме того, предложена модель вопроса, начинающегося со слова <как> и ему подобных, и адресованных к таким ключевым понятиям, как эксперт, заключение эксперта и группа экспертов, что позволяет обосновать структуру двух первых частей работы.

Мы исходим из положения, что экспертные прогнозы необходимы для принятия решений.

Лицо, принимающее решение (в дальнейшем ЛПР), может делать это на основе собственных суждений без привлечения других специалистов. В других ситуациях ЛПР, не являясь единственным специалистом по проблеме или вообще будучи недостаточно компетентным в ней (и понимая это), может <напрямую> привлекать экспертов. Так поступали умные правители в древности, так в условиях быстроменяющегося мира все чаще происходит и сегодня.

Вместе с тем в настоящее время становится все более очевидно, что для решения многих проблем в разработке прогноза участия специалистов двух типов (ЛПР и экспертов) недостаточно. Необходимо привлекать еще и специалистов в области методологического и методического обеспечения прогнозирования - <Прогнозистов>, по сути

исполняющих роль технологов и организаторов разработки прогнозов, в дальнейшем просто – «Организатор».

Таким образом, в ряде ситуаций в экспертном прогнозировании необходимо участие четырех субъектов.

Кроме того, мы должны иметь в виду, что ЛПП и заказчик прогноза (далее по тексту – «Заказчик») часто неразделимы. Таким образом, наличие как минимум четырех субъектов, участвующих в разработке экспертного прогноза, в ряде ситуаций стало необходимостью.

Развитие прогностики, на наш взгляд, приведет к тому, что посредниками между ЛПП и экспертами станут, во-первых, специально подготовленные люди, которые, хорошо зная практику экспертных оценок, <расшифруют> многообразие методов и приемов прогнозирования, в том числе математических, и увяжут их с реальными задачами экспертизы, и, во-вторых, экспериментаторы и теоретики в области самих экспертных методов.

Расширение числа субъектов, участвующих в разработке прогнозов, а также рассмотренный в работе подход к технологии экспертного прогнозирования как к объекту системного анализа - вот те две первые новации, предложенные в работе и позволяющие повысить качество экспертных прогнозов.

Независимо от нас близкий подход к выявлению основных субъектов процесса принятия решений развит и описан в работах О.И. Ларичева и его учеников [78].

О том, что к объекту прогнозирования необходимо подходить системно, известно всем. И эта системность должна проявляться в установлении границ, в рамках которых будет рассматриваться объект, в четком обосновании задач и целей экспертного прогнозирования, указании и учете внешних связей исследуемого объекта.

Системность должна выражаться и в том, что как вид деятельности

экспертное прогнозирование является элементом общего процесса обоснования и принятия решений.

В данном параграфе мы рассмотрим технологию экспертного прогнозирования как систему и выявим ее системно-образующие элементы.

Предварительно на специальном примере поясним, чем отличаются системно-образующие от системно-составляющих. Допустим, нам нужно построить дом, т. е. создать некую систему. Для этого необходимы системно-составляющие элементы дома, то есть дверные рамы, кирпичи и т.д. Но для того, чтобы создать эти дверные ручки, чтобы создать кирпичи, из которых затем делать дом, нужны: дерево, вода, глина, песок и т.д. Так вот, земля, глина, вода, песок - это аналоги системно-образующих элементов дома как системы, из которых каждый раз подбираются и конструируются системно-составляющие элементы этого дома.

В рамках нашей работы системность будет реализовываться в 2-шаговом подборе элементов технологии получения экспертного заключения. Так, на первом шаге разработки прогноза необходимо из восьми множеств элементов технологии, рассматриваемой как система, выделить их подмножества.

В дальнейшем из этих подмножеств выбираются элементы, обладающие нужными нам свойствами.

На наш взгляд, основными системно-образующими элементами технологии экспертного прогнозирования являются следующие множества:

1. Способы формирования экспертных групп. В работах [159,191] указан ряд способов формирования экспертных групп, включая способы назначения, взаимных рекомендаций или снежного кома.

2. Критерии отбора специалиста в экспертную группу. Описаны в

работах [29, 55, 77, 191]. В работе [199] указаны такие критерии, как, например, уровень знания в рассматриваемой области, опыт работы, уровень способности к декомпозиции и синтезу, степень устойчивости взглядов специалиста.

3. Способы опроса экспертов (такие, как анкетирование, интервьюирование).

4. Простейшие виды экспертных оценок, включая вербальные, балльные, интервальные, числовые (все они описаны в работе [152]).

5. Основные принципы проведения экспертизы. Большинство из них описаны в работе [166]. В том числе такие принципы, как гласность экспертизы или независимость экспертов от других субъектов экспертологии при осуществлении ими экспертной деятельности.

6. Алгоритмические операции и процедуры, позволяющие опосредованно получать выбранный вид экспертной оценки. Например, процедура попарных сравнений, методы Черчмена-Акофа, фон Неймана-Моргенштерна, классификации и множественных сравнений, описанные в монографии [83], или три группы методов получения количественных оценок субъективной вероятности, описанные в работах [103, 235, 294].

7. Простейшие процедуры и методы организации деятельности экспертных групп, позволяющие получить новые знания от экспертов (например, <мозговая атака> или метод <Дельфи>).

8. Виды показателя ошибки для апостериорной оценки качества экспертного заключения (такие, как, где  $x$  - оценка эксперта,  $y$  - истинное значение).

Более подробно системно-образующие элементы мы рассмотрим в гл. 2.

При преобразовании системно-образующих множеств в системно-составляющие, для выбора наиболее подходящего элемента необходимо

учитывать следующее:

- 1) специфику рассматриваемого объекта или процесса;
- 2) уровень понимания проблемы конечным пользователем и экспертом;
- 3) цели основных участников (субъектов) разработки прогноза.

Укажем три основных ограничения при подборе вышеуказанных элементов:

- 1) финансовые (оплата всей работы, независимых экспертов);
- 2) временные (период упреждения прогноза, период, необходимый на разработку прогноза);
- 3) кадровые (возможности по подбору экспертов, организаторов разработки прогноза, прогнозистов).

При этом выбор подмножеств, а в дальнейшем элементов, зависит как от конкретных значений выделенных подмножеств, так и от трех основных условий и ограничений на подбор, рассмотренных выше.

Рассмотрим два типа вопросов. Одни из них начинаются со слова <как>, другие со слова <почему>. Ответить на вопрос, который начинается со слова <как>, обычно проще, чем на вопрос <почему>. Так, например, сопоставим по сложности два вопроса: <Как произошла Вселенная?> и <Почему она произошла?>. Другого уровня, но подобные вопросы возникают и в нашей работе. Эти вопросы ставятся к следующим основным понятиям, используемым в экспертном прогнозировании: эксперт; заключение эксперта; группа экспертов.

На нижеследующем рисунке рассмотрим модель вопроса типа <как> к трем выше упомянутым основным понятиям (рис. 1.1).

Рассмотрим модель вопроса типа «как», к трем выше упомянутым основным понятиям.

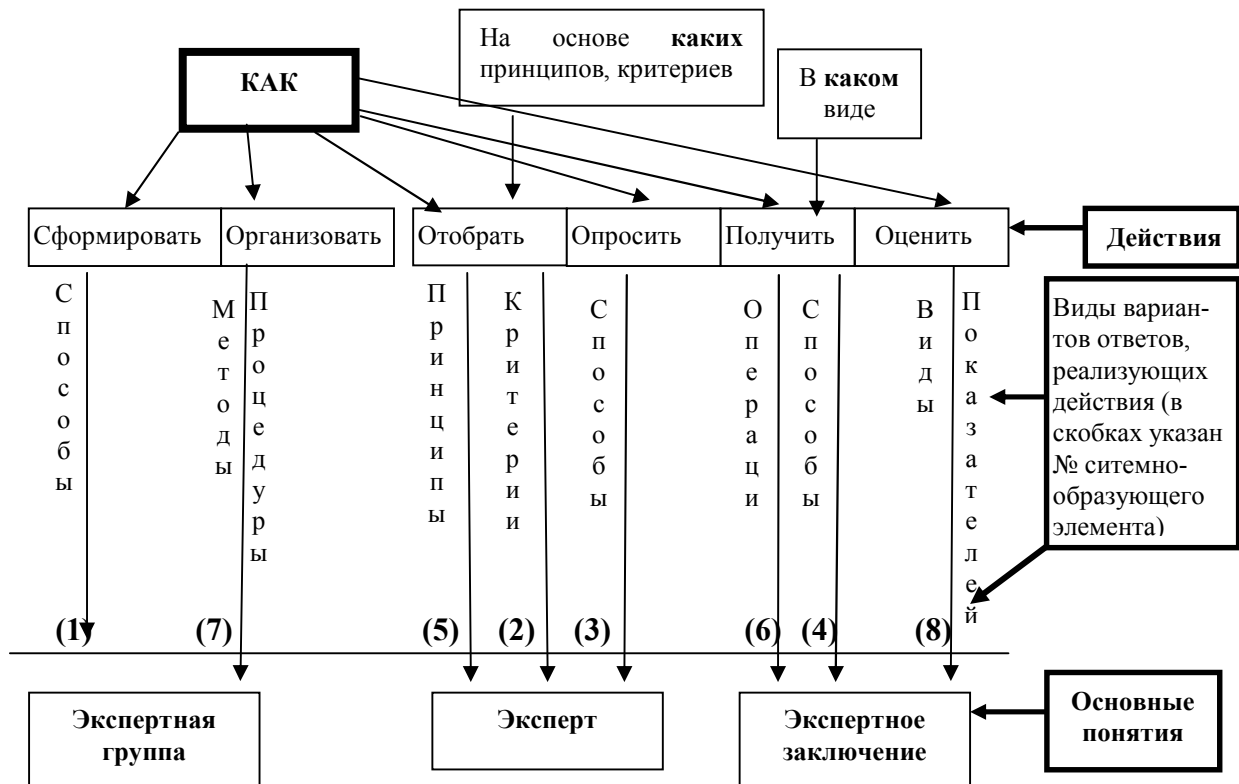


Рис. 1.1. Модель вопроса типа «как»

Конечно, возможно придумать и другие вопросы к этим же понятиям, но те, которые мы рассмотрели на схеме, имеют нижеследующие свойства:

- каждый из этих вопросов имеет достаточно большое количество ответов;
- ответы на указанные вопросы являются системно-образующими элементами технологии экспертного прогнозирования;
- для любого из рассмотренных ответов существует ситуация, для которой он является одним из самых лучших;
- каждый из вопросов удовлетворяет синтаксическим, семантическим и прагматическим критериям осмысленности.

В гл. 2 первой части работы мы дадим описания возможных вариантов ответов на вопросы, которые начинаются со слов типа <как> или <в каком виде>, а во второй части работы попытаемся ответить на некоторые вопросы типа <почему>. Так, например, почему экспертам надо использовать тот, а не иной вид экспертных оценок, или, почему для разработки прогноза нам надо использовать именно эту методику или методику из указанного подмножества? В третьей, заключительной части работы мы опишем примеры использования ее материалов на практике.

Для более глубокого исследования этой проблемы, по-видимому, необходимо рассмотреть обобщенную модель вопросов закрытого типа, начинающихся со слов <как>, <в каком виде>, <на каком основании>, и дать их классификацию.

Необходимо иметь в виду, что существуют различные классификации видов вопросов, построенных на различных основаниях. Можно исходить из формы вопросов (закрытые, полуоткрытые, открытые), их содержания [199, 297] или из функциональных критериев [60, 295, 323].

На практике нередко используют вопросы смешанного характера по отношению к любой классификации.

В этой работе мы задаем вопросы, но отвечать, то есть выбирать вариант из заданных ответов, будет прогнозист. При этом он исходит из своего опыта, знаний и той информации, которую он как технолог процесса экспертного прогнозирования должен получить от ЛПР, заказчика и экспертов.



## **§1.2. Основные определения экспертологии и прогностики**

**Сосуд, имеющий форму ведра с надписью «пож. вед.» и предназначенный для тушения пожаров, называется пожарным ведром.**  
**«Руководство по пожарному делу»**

**В данном параграфе мы рассмотрим основные определения, используемые в работе. В случае необходимости нами вводятся новые понятия и даются их определения.**

Тема работы охватывает проблемы, находящиеся на стыке прогностики и экспертологии, нового междисциплинарного научного направления, затрагивающего теоретические аспекты экспертизы и рассмотренного автором в его работе [166]. Уровень методологического обеспечения экспертологии невысок. Только сейчас формируются парадигмы, создается понятийный аппарат, происходит систематизация методов, используемых для получения оценок от экспертов.

Несмотря на несомненные успехи в области прогностики в России и исследования будущностей за рубежом, до сих пор отсутствует система строгих определений ключевых понятий на стыке прогностики и экспертологии, то есть там, где основным субъектом является эксперт.

Для решения этой задачи мы будем исходить из правил и стандартов, принятых относительно определений и понятий, в методологии научных исследований.

Кроме того, мы должны пояснить содержание основных понятий. В связи с этим параграф разбит на две части. В первой рассматриваются

основные понятия, даются их определения, а во второй раскрывается содержание наиболее сложных из этих понятий.

Конечно, в работе мы будем руководствоваться идеей о системности терминологии как научно-сформированной совокупности терминов-понятий, в данном случае в области прогностики и экспертологии. Наука начинается лишь тогда, когда содержание исследуемых понятий, а тем самым значения используемых терминов, взаимно увязаны и четко разграничены.

Таким образом, чтобы обеспечить единообразное и правильное понимание базовых понятий экспертологии и прогностики, нам необходимо логически связать между собой определения основных понятий, относящихся к этой проблематике.

При формулировании ключевых понятий в рамках определенной области знаний мы будем базироваться на нижеследующих общих основаниях.

1. При формировании определений и их системы желательно:

- введение определений в родо-видовой, а не контекстуальной или других формах;
- чтобы определение, не просто поясняло данное понятие, а было операциональным, т.е. обеспечивало эффективную работу исследователей в соответствующей области знаний (теории) и (или) на практике;
- чтобы каждое определение было элементом соответствующей иерархической системы, использующей в качестве несопоставимых элементов понятийные ряды, следовательно, при формулировании определений понятий нельзя использовать понятия, которые еще не были введены в рассматриваемой области;

- чтобы содержания исследуемых понятий были взаимно увязаны и четко разграничены.

2. При формировании определений необходимо:

- узко толковать основные понятия, преодолевая их полисемию (в первую очередь такие понятия, как эксперт и экспертиза);

- разграничить определение оценки понятия от определения самого понятия;

- не допустить принципиального противоречия с языковой практикой, сложившейся в отношении рассматриваемых терминов, с учетом имеющейся полифункциональности многих понятий в этой области (например, экспертное заключение должно трактоваться как частный результат, полученный человеком).

Исходя из вышесказанного, рассмотрим следующие определения которые на наш взгляд достаточно обоснованы, психологически приемлемы и полезны как на практике, так и в теории.

1. **Эксперт** — носитель специальных знаний и/или практического опыта, а также представитель групп интересов или организаций, который:

- имеет объективные и полные (в его понимании) сведения об особенностях и свойствах внешнего объекта и/или рекомендации относительно предпочтительных (лучших) вариантов управленческих решений, касающихся данного объекта;

- независимо от внешних влияний и собственной выгоды высказывает суждения из области его специальных знаний и/или практического опыта по поставленным перед ним вопросам;

- несет ответственность за свое экспертное заключение, обладает правами и обязанностями, которые определены соответствующими нормативными документами;

- выполняя специальную ролевую функцию, включен в процесс принятия решений, с тем чтобы научно обосновать их.

**2. Группа экспертов** - небольшая совокупность прямо или косвенно взаимодействующих экспертов (*tres faciunt collegium*<sup>3</sup>), которая:

- объединена общим признаком и (или) разновидностью деятельности ее членов и (или) идентичными условиями (обстоятельствами), в которых они оказались;

- обладает свойством саморазвития;

- имеет ненулевой уровень сплоченности.

Члены группы, считают себя включенными в эту совокупность и осознают себя как ее часть; имеют ненулевые уровни взаимодействия между собой и ответственности друг перед другом; в рамках взятых на себя ролей выполняют обязательные и вспомогательные функции.

**3. Экспертное заключение** – документ, являющийся результатом деятельности совокупности людей, включающих либо отдельного эксперта, либо согласованную их группу.

**4. Экспертиза** - процесс реализации деятельности экспертов с целью подготовки экспертного заключения.

### **5. Основные цели экспертизы:**

- повышение степени обоснованности принимаемых решений на основе заключений экспертов;

---

<sup>3</sup> Трое составляют совет.

- контроль соблюдения соответствия и/или установление соответствия между характеристиками объекта экспертизы и требованиями (условиями, ограничениями), предусмотренными нормативными, нормативно-правовыми и законодательными документами различных уровней.

6. **Экспертология** - исторически сложившаяся и непрерывно развивающаяся на основе общественной практики система знаний об экспертизе. Как междисциплинарное научное направление входит в комплекс наук о принятии решений, имеет свой понятийно-категориальный аппарат, свои общие основы и принципы, предлагает решения сложных вопросов, неразрешимых в рамках других дисциплин.

7. **Субъектами экспертологии** являются юридические и физические лица, целенаправленно реализующие функции:

- заказчика экспертизы и/или лица, принимающего решения (ЛПР), на основе экспертного заключения;
- организатора экспертизы;
- технолога по экспертизе (экспертолога);
- носителя специальных знаний и/или практического опыта (эксперта);
- разработчика или создателя объекта, представленного на экспертизу.

8. **Экспертная деятельность** - совокупность согласованных действий всех субъектов экспертологии по анализу и/или оценке объектов или процессов, реализующих основные цели экспертизы, проводимых в условиях частичной неопределенности, возможных противоречий и/или конфликтов.

9. **Технолог по экспертизе (экспертолог)** - специалист, сфера деятельности которого: поиск закономерностей в получении, анализе и обработке экспертных оценок, исследование принципов и создание правил организации экспертизы, методик и технологий.

**Понятие типа экспертизы не определено, хотя и активно используется.** Обычно подразумевают экспертизу в той или иной сфере или области деятельности людей. Известно более десятка типов экспертизы, в ряде случаев уже с привычно сокращенными наименованиями. Например, научно-техническая, т.е. экспертиза в области науки и техники; гигиеническая - экспертиза в сфере гигиены; аудит - экспертиза в финансовой и бухгалтерской сфере.

**Экспертиза может иметь различный статус,** например, может быть государственной, общественной.

**Понятие разновидности экспертизы также формально не определено,** хотя часто для обозначения разновидностей экспертизы используются такие понятия, как предварительная, первичная, повторная, дополнительная, контрольная, итоговая.

**Обеспечение экспертизы может быть следующих видов:** методологическое, методическое, организационное, правовое, материальное, информационное, финансовое, хозяйственное.

10. **Прогноз** - некоторое суждение относительно неизвестных, как правило, будущих событий. Термины «суждение» и «событие» имеют здесь свободное толкование. Совершенно не обязательно, чтобы это «суждение» появилось в письменной форме, было опубликовано или сообщено каким-либо иным способом. Описываемое событие может выражать даже отсутствие какого-то явления (дано по работе Г. Тейла [175]).

11. **Экспертный прогноз** - такое суждение эксперта о динамике параметров (показателей) анализируемого объекта или альтернативных вариантах их возможного развития в будущем, которое:

- 0) объективно;
- 1) научно обосновано;
- 2) вероятно по своей природе;
- 3) корректируемо еще в рамках прогнозного периода по мере поступления новейшей информации;
- 4) верифицируемо после завершения прогнозного периода;
- 5) по форме всегда должно быть:

\* структурированным, четким и ясным, не допускающим неожиданных толкований и измышлений;

\* строго соответствовать заданию на прогноз, принятым предпосылкам и гипотезам;

\* доказательным и воспроизводимым;

\* альтернативным.

12. **Интегральное качество экспертного прогноза (ИКЭП)** - интегральная характеристика экспертного прогноза, выражаемая совокупностью тех и только тех свойств экспертного прогноза, которые характеризуют его способность удовлетворять требованиям, обусловленным назначением и/или фактическим использованием экспертного прогноза.

Содержание понятия ИКЭП, существо и взаимосвязь его свойства-компонентов представлены в монографии автора [152] в виде многоуровневой иерархической структуры «дерева свойств».

Подробно описав основные свойства-компоненты ИКЭП, мы приходим к контекстуальному определению, ядром которого является вышеприведенное родо-видовое определение. Эти компоненты существуют в единстве и условно разбиты на две группы. В первую

включены объективные компоненты, во вторую - субъективные. Объективные компоненты понятия ИКЭП инвариантны по отношению к потребителю прогнозов (ЛПР) и характеризуют те свойства понятия ИКЭП, которые связаны с его сутью. Субъективная компонента понятия ИКЭП - полезность - зависит от цели назначения прогноза, а также от ранее накопленной информации, находящейся в распоряжении ЛПР.

Отличие интегрального качества экспертного прогноза от качества экспертного прогноза состоит в том, что в ИКЭП мы включаем издержки на составление прогноза.

**13. Полезность прогноза** - одна из компонент качества экспертного прогноза. Определяется непосредственной целью прогноза, выражаемой посредством задания на прогноз, и характеризуется способностью удовлетворять требованиям, обусловленным назначением, дальнейшим применением и/или использованием экспертного прогноза.

**14. Цель разработки экспертного прогноза.** Под целью разработки экспертного прогноза в данной работе мы будем понимать (если иное не будет оговорено специально) не последующее за ним воздействие на объект прогноза путем широкого распространения и конкретного использования полученных перспективных оценок, а формирование научных предпосылок для принятия и практического осуществления на основе этого прогноза управляющих решений в условиях неопределенности эволюции прогнозируемого объекта или процесса.

**15. Достоверность экспертного прогноза определяется согласно следующему правилу:** «Прогноз достоверен тогда и только тогда, когда он сбылся. И не достоверен, когда не сбылся» [90].

**16. Надежность экспертного прогноза** - объективная определенность прогноза как комплексное свойство, которое в



зависимости от цели прогноза включает определенный набор составляющих свойств, описанных в монографии автора [152]. Среди этих свойств: обоснованность прогноза, компетентность экспертов, независимость результирующего прогнозного суждения от методов и способов его получения, состава группы экспертов. При этом под обоснованностью прогноза мы понимаем обоснованность как прогнозной системы, так и входной информации, включая методику сбора первичной информации для экспертов. Обоснованность прогнозной системы включает обоснованность как использования отдельных методик для получения и анализа экспертных оценок, так и подбора вида экспертной оценки.

**17. Информативность экспертного прогноза** - комплексное свойство прогноза, выражаемое совокупностью тех компонентов экспертного прогноза, которые характеризуют содержание заключенной в прогнозе информации с точки зрения соответствия ее цели прогноза.

Среди важнейших компонентов, составляющих понятие информативности, необходимо, на наш взгляд, в первую очередь, отметить такую составляющую, как полнота информации, представляемой экспертами.

**18. Субъектами в экспертной прогностике** являются юридические и физические лица, принимающие на себя и целенаправленно реализующие функции:

- заказчика;
- ЛПР (на основе экспертного прогноза);
- организатора;

- прогнозиста (технолога по разработке прогноза как специалиста в области методологического и методического обеспечения прогнозирования);
- эксперта (носителя специальных знаний и/или практического опыта).

**19. Технология экспертного прогнозирования (ТЭП)** - особая знаково-знаниевая форма закрепления взаимодействия и состыковок систем деятельности всех субъектов экспертной прогностики, имеющих в качестве общей цели разработку высококачественного прогноза на постоянной основе для обеспечения организационно-управленческой деятельности ЛПР.

**20. Технологический процесс разработки экспертного прогноза** — реализация ТЭП, которая:

- представлена расчлененной, упорядоченной совокупностью этапов (операций);
- характеризуется постоянством предметов, средств труда и субъектов экспертной прогностики;
- охватывает все действия субъектов по подготовке исходной и выявлению новой информации, ее анализу, обработке и верификации;
- происходит на одном рабочем месте и в определенное рабочее время.

#### Пояснения к терминам

1. «Эксперт» (см. определение 1).

Это ключевое понятие. Простого и общепризнанного определения понятия эксперта нет, хотя простых пояснений этого понятия немало, и для кого-то они достаточны. Можно, например,

заглянуть в словарь Даля или в латино-русский словарь (лат. «expertus» - опытный). Можно, как шутят американцы считать, что «эксперт - это парень не из нашего города» или же подразумевать под экспертом любого специалиста, включая так называемого «молодого специалиста». Из всех таких пояснений не ясно, кто может и должен быть экспертом и главное - как подходить к их отбору.

Конечно, перечень существенных характеристик понятия «эксперт» не может быть малым, и каждая из характеристик, выражаемая достаточно простыми понятиями, будет объемной по следующим причинам:

- необходимость разработки такого определения эксперта, которое не просто поясняло бы понятие, но и помогало эффективно работать в сфере экспертизы;
- выявление среди характеристик существенных различий между понятием «эксперт» и близкими понятиями - «респондент» и «исследователь»;
- большая сложность данного понятия, его многогранность и полифункциональность.

Ролевая функция определяет не столько характер и методы работы экспертов, сколько ориентацию на определенный результат. В роли экспертов могут выступать носители знаний, опыта или интересов.

Следует иметь в виду, что носители знания и носители практического опыта могут иногда участвовать в оценке одной и той же ситуации. Например, при оценке проекта реорганизации системы управления научно-исследовательскими институтами директора таких институтов, приглашенные в качестве экспертов, будут носителями опыта. Их специальные научные знания в данном случае могут не иметь к

делу никакого отношения, напротив, науковеды и социологи будут носителями специальных знаний, не имея, возможно, никакого практического опыта управления наукой.

## 2. «Экспертное заключение» (см. определение 3).

Как понятие этот термин ограничивается следующими условиями:

- не допускает неоднозначного толкования;
- не должно вводить в заблуждение;
- должно иметь статус независимой рекомендации (для заказчика данной экспертизы);
- для ряда типов экспертиз должно быть конституировано в форме административного акта данного органа - заказчика (или должно быть утверждено руководителем специально уполномоченного органа).

3. «Цели экспертизы» (см. определение 5). Кроме перечисленных выше, целями экспертизы могут быть:

- сам факт ее проведения;
- ритуал в политической игре или «ширма» для того или иного руководителя.

4. «Прогноз» (см. определение 10). По нашему мнению, это понятие должно быть научно обоснованным. В большинстве определений понятия «прогноз» это отмечено [37, 130, 194]. Кроме того, необходимо, на наш взгляд, подчеркнуть, что прогноз - структурированный документ.

5. «Качество прогноза» (см. определение 12). Существуют различные суждения и несколько дефиниций данного понятия. Так, например, по мнению С.Э. Пивоварова [120], «качество прогноза определяют его надежность, точность и ценность».

Дж. Мартино полагает, что «подходящий критерий для определения качества прогноза - его полезность для лица, принимающего решения (т.е. помогает ли прогноз принять правильные и своевременные решения)» [90].

К сожалению, приведенные определения и ряд аналогичных других не конструктивны и тем самым вряд ли могут помочь повысить качество экспертных прогнозов.

В вышеуказанных случаях качество прогноза либо сводится к его полезности, либо перечисляется несколько его образующих (компонентов).

Развернутое конструктивное определение качества экспертного прогноза было впервые введено автором [152]. Необходимость такого определения очевидна.

Дать хорошее определение - значит, раскрыть сущность определяемого объекта. Но сущность такого понятия, как качество экспертного прогноза, не лежит на поверхности, и одна из задач автора книги заключается в раскрытии этого понятия.

Определение интегрального качества экспертного прогноза (ИКЭП) предложено в монографии автора [152] и, по сути, служит контекстуальным определением понятия ИКЭП.

Среди важнейших компонентов составляющих понятие качества прогноза, необходимо, на наш взгляд, в первую очередь отметить такие составляющие объективного характера, как надежность, информативность, достоверность, и такую субъективную составляющую, как полезность.

Необходимая и достаточная совокупность свойств, выделяемых для определения качества каждого конкретного экспертного прогноза,

определяется его целью. Вся такая совокупность может быть выявлена путем экспертного опроса методологов, участвующих в разработке прогноза, и должна согласовываться с лицом (или лицами), которое будет принимать решения на основе вырабатываемого прогноза.

Выявленная совокупность свойств для определения качества экспертного прогноза должна характеризовать, таким образом, его функциональное назначение.

Подчеркивая интегральность характеристики прогноза, мы тем самым обращаем внимание на системный характер объекта исследования.

Для того чтобы конкретизировать определение ИКЭП и подойти к практическому решению вопроса об его измерении (в широком толковании этого термина), необходимо разбить все множество экспертных прогнозов на однородные подмножества. В большинстве своем прогнозы группируются в рамках одного назначения, области применения или «близких» объектов исследования.

По-видимому, в данном контексте представляет интерес работа С.М. Вишнева, где автор разделяет прогнозы на пассивные и активные, а также различает оценку их качества «априори» и «апостериори» [37]. Под пассивным прогнозом С.М. Вишнев понимает такой, при котором его результат «не влияет и по сути дела не может влиять на объект прогнозирования (например, прогноз мировой динамики народонаселения).

Если же воздействием прогноза на объект прогноза нельзя пренебречь, то логика прогнозирования резко меняется и усложняется, так как сам прогноз должен учесть эффект результатов прогнозирования». Дж. Мартино в своей работе [90] приводит следующий условный пример активного прогноза: «Предположим, что известный экономист составляет прогноз о том, что в следующем году в

экономике США наступит спад. Допустим, что этот прогноз был широко распространен и воспринят общественностью. Какова будет естественная реакция человека, поверившего в наступление спада? Если он является разумным человеком, он выплатит долги, не будет заключать никаких новых контрактов, реализует все свои ценные бумаги и т.д. Если многие люди будут действовать подобным образом, спад наступит неизбежно».

Раскрытие понятия «оценка качества экспертного прогноза» определяется, в частности, видом экспертной информации, пассивностью либо активностью прогноза, а также тем, априори или апостериори делается оценка прогноза.

Методология и оценка качества активного экспертного прогноза практически не разработана. В случае, когда при разработке прогноза необходимо учесть эффект результатов такого прогнозирования, было бы нелогично сопоставлять прогнозные показатели с реальными: их совпадение, по мнению С.М. Вишнева, не было бы доказательством высокого качества прогноза [37].

Конечно, ни одно из понятий, используемых для раскрытия ИКЭП, не определяется в рамках прогностики. Одни из них берутся в качестве первичных, не определяемых в данном контексте понятий, содержание которых раскрывается в других отраслях знаний (социология, кибернетика, теория измерений); другие заимствуются из повседневного опыта, зафиксированного в толковых словарях русского языка.

Для более детального раскрытия понятия ИКЭП и его составляющих необходимо, в частности, конкретизировать вид используемой экспертной оценки.

6.«Полезность прогноза» (см. определение 13). Такое обобщенное свойство прогноза, как его полезность, является, как было

сказано выше, основным при оценке качества экспертного прогноза. Поэтому в дальнейшем будем полагать, что бесполезный для любого ЛПР прогноз не может быть «качественным». Но может ли полезность прогноза целиком определять его качество? По-видимому, нет. Ведь в таком случае, возможно, что ненадежный, неинформативный и прочий «не...» прогноз может кому-то из его потребителей или их группе быть чрезвычайно полезным и, значит, быть высококачественным.

Полезность зависит как от ясности и четкости задания на прогноз, так и от восприятия и понимания прогноза ЛПР.

Так, например, сложная или непривычная для ЛПР форма прогноза может привести к тому, что даже высоконадежный, информативный и т.д. прогноз будет отвергнут ЛПР как бесполезный из-за его непонимания.

Поясним другую составляющую полезности прогноза - своевременность. Прогноз необходим для принятия решений. От того, сколь своевременно будет подготовлен прогноз, зависит его полезность. Хотя прогноз не бесполезен и после того, как событие реализовалось, но уже для методологов, апостериорно оценивающих, например, как метод прогнозирования, так и эксперта, с помощью которого был сделан прогноз.

Анализировать полезность без предварительного выяснения цели прогноза некорректно.

7. «Достоверность прогноза» (см. определение 15). Существуют и другие определения достоверности прогнозов [90,130]. На наш взгляд, определение достоверности по Дж. Мартино наиболее приближено к предмету исследования, хотя и оно не без недостатков. И в первую очередь мы остановимся на недостатках этого определения.



Рассмотрим соотношение качества прогноза и его достоверности в вышеуказанном контексте. Вопрос этот не простой по многим причинам, начиная от чисто технических. В ряде случаев для того, чтобы выяснить, реализовался ли прогноз, необходимо провести серьезное дополнительное исследование.

В работе Дж. Мартино сначала отмечены два недостатка введенного им же определения достоверности и сразу же указывается, что первый из них не является существенным [90].

На наш взгляд, второй недостаток также несущественный. Рассмотрим оба соображения.

Первый недостаток определения, по мнению Дж. Мартино, связан с тем, что возникают трудности с активными прогнозами. Так, специалист, принимающий решения на основе прогноза, в какой бы степени он ни контролировал ситуацию, пытается предотвратить неблагоприятный прогноз или увеличить вероятность благоприятного прогноза.

Другой недостаток заключается в том, что критерий «сбылся ли прогноз?», можно применять только после того, как событие произошло [90]. Но можно ли из-за этих недостатков утверждать, что качество прогноза, даже активного, не связано с его достоверностью?

На наш взгляд, по-видимому, нет, если принять, что полезность прогноза является одной из составляющих его качества. Да и сам Дж. Мартино в подтверждение наличия такой связи приводит следующий пример: «Предположим, что специалист, принимающий решения, имеет дело с прогнозом нежелательного для него исхода событий, исходя из этого он действует так, чтобы предотвратить нежелательный для него исход события, и ему удастся это сделать. Таким образом, он отвергает прогноз»... «Следует признать, что прогноз был весьма полезен для

специалиста, принимающего решения. Если бы прогноза не было, специалист не стал бы действовать так, как он действовал, и поэтому получил бы нежелательный для себя исход события. Такая же ситуация могла возникнуть и тогда, когда специалист, принимающий решения, действовал бы так, чтобы добиться благоприятного исхода события на основе прогноза о том, что такой исход события возможен» [90].

Можно указать и на другие трудности в исследовании связи между качеством прогноза и его достоверностью. Причем не только для активных прогнозов. При этом необходимо иметь в виду, что характер связи обусловлен формой прогноза или даже видом экспертной оценки, используемой в прогнозе.

Пусть, например, нам нужно апостериорно оценить качество некоторого пассивного прогноза. При этом полагаем, что как прогнозное, так и истинное значение показателя являются числами. Положим, что истинное значение показателя не равно прогнозному, и в этом смысле прогноз не достоверен. В то же время для любого лица, принимающего решения, найдется такая прогнозная оценка, согласно которой прогноз будет им охарактеризован как высокоточный, так как величина ошибки будет, по его мнению, ничтожно мала (мы принимаем, что для пассивных прогнозов апостериорная оценка качества определяется величиной ошибки).

В случае, когда оценки эксперта интервальные, а фактическое значение - число, особых сложностей при введении вышеуказанного определения достоверности нет, как впрочем, для большинства видов экспертных оценок, рассмотренных в работе.

Рассмотрим теперь случай, когда прогноз будет достоверным, но бесполезным для любого ЛПР, принимающего решения на основе этого прогноза, и, значит, некачественным. Пусть, например, мы оцениваем

показатель - будущую эволюцию средней продолжительности жизни человека.

Если прогноз будет сформулирован как «значение искомого показателя положительно и меньше 900 лет», это будет достоверный, но бесполезный прогноз для любого ЛПР.

При рассмотрении достоверности прогнозов необходимо учесть возможность и следующей опасности.

Прогноз может быть достоверным на момент его составления, но окажется недостоверным в момент его реализации. Это может произойти, если смысл, вкладываемый в те или иные понятия, с использованием которых был сформулирован прогноз, изменился за время разработки прогноза.

Так, например, сделанный в начале XX века долгосрочный прогноз в отношении динамики числа водителей автомашин не был оптимистичным. Это было вполне объяснимо, если принять во внимание обычные ограничения для численности лиц любой профессиональной группы, а водителем в то время считали только профессионала. Отсюда и не очень удачное решение известной западноевропейской автомобильной фирмы «Мерседес-Бенц» не увеличивать производство автомобилей.

Таким образом, прогноз, достоверный на момент его составления, не стал достоверным на момент его реализации, так как число водителей, в современном понимании этого термина, т.е. лиц, умеющих водить машину и получивших на это право, а не только шоферов-профессионалов, существенно увеличилось на момент реализации прогноза.

8. «Надежность экспертного прогноза» (см. определение 16). Существуют и другие подходы к определению надежности прогноза. Наиболее часто надежность рассматривается как устойчивость

(стабильность), но этот подход для нас неприемлем, в частности, из-за того, что при прогнозировании нет полной повторяемости условий или ситуаций.

Понятие надежности экспертного прогноза как его свойства необходимо, естественно, отличать от понятия оценки надежности прогноза и от понятий надежности эксперта или вида оценки эксперта.

Необходимо отметить, что надежность прогноза зависит в том числе и от надежности первичной информации, предоставленной эксперту.

При определении оценки или степени надежности прогноза мы, по сути, близки к трактовке надежности, данной в словаре русского языка С.И. Ожегова, где надежный интерпретируется как внушающий доверие.

В ряде социологических исследований информация является надежной, если она обоснована, точна и правильна [51, 285, 306]. Причем трактовка понятий «точность» и «правильность» связана с определенной классификацией ошибок, включающей понятия систематических и случайных ошибок.

Необходимо заметить, что в отечественной социологии отсутствует однозначно интерпретируемая система указанных выше дефиниций.

По мнению С.М. Вишнева, «прогноз считается надежным (т.е. опять рассматривается оценка - Ю.С.), если новая информация, полученная о действительных исходах, мала.

Наоборот, если действительные исходы содержат сообщение с большим количеством информации по сравнению с предсказанным, прогноз надо считать ненадежным, неудовлетворительным» [37]. (Под действительным исходом понимается событие, которое произошло по

завершении промежутка времени, на который был разработан прогноз и о котором шла речь в прогнозе. - Ю.С.)

В общем случае оценка надежности прогноза не является числом. И это представляется естественным. Долгое время даже надежность изделий не измерялась количественно. Для оценки надежности использовались такие понятия, как «высокая», «низкая» и прочие качественные определения: это и не удивительно, так как основы теории надежности сформировались лишь в 50-е годы XX века на стыке теории вероятности, случайных процессов, математической логики, термодинамики, технической диагностики.

9. «Информативность экспертного прогноза» (см. определение 17). В настоящее время нет не только формального определения, но даже достаточно общего определения информативности прогноза.

Вместе с тем, подходя к определению информативности экспертного прогноза, необходимо учитывать, что это понятие используется активно и в других областях.

Таковы, например, понятие информативности документа, определяемое через объем его тезауруса и измеряемое числом дескрипторов или других элементов, составляющих тезаурус, а также его структуры [20], или понятие информативности признаков в теории распознавания образов как величины, количественно характеризующей пригодность признаков (или их набора) для распознавания классов объектов [210].

В качестве информативности признаков в последнем случае используются условная энтропия, вероятность ошибки распознавания, дивергенция Кульбака, дисперсионная мера и другие величины.

Конечно, понятие информативности экспертного прогноза следует отличать от понятия количества информации в классической

теории информации и от понятия меры семантической информации, фигурирующего у Р. Карнапа и И. Бар-Хиллела.

Мера информативности простейших видов экспертных оценок как априорная характеристика экспертного прогноза будет введена в этой работе.

10. «Технология экспертного прогнозирования» (см. определение 19). Конечно, мы имеем грубое и приблизительное представление о ТЭП, но оно, на наш взгляд, подходит для данной работы.

Основой для разработки нашего определения ТЭП стало общее определение технологии, данное Г.П. Щедровицким в его работе [208], как «оптимальность взаимодействия и состыковки разных систем деятельности, закрепленная в особых знаковых формах».

Для нормального хода разработки экспертного прогноза необходимо соблюдение технологической дисциплины - строгой последовательности технологических операций, обеспечения стабильности работы субъектов, учета ограничений на подбор системно-образующих элементов.

Разработка ТЭП как особый вид и сфера деятельности предусматривает, в первую очередь, рассмотрение проблемы деятельности технологов-прогнозистов.

Замечено, например, что медики гораздо чаще расходятся в диагнозе, нежели в методах лечения больного. Хотелось бы, чтобы и участники разработки теории прогностики и экспертологии, расходясь в определениях понятий, были едины в понимании путей и методов повышения качества экспертных прогнозов. К описанию этих путей и методов мы перейдем в последующих параграфах.

### **§ 1.3. Общая схема технологии получения экспертного прогноза**

**«Ложка состоит из хлебала и держала.  
Пользователь обхватывает держало пальцами  
и погружает его в потребляемую жидкость»  
Инструкция для пользователя ложки**

**В данном параграфе рассмотрена общая схема технологии получения экспертного прогноза. На каждом этапе и в любой процедуре указаны субъекты, реализующие данный этап. Субъекты наделены своей долей прав и ответственности в зависимости от функциональной роли в процессе получения высококачественного экспертного заключения.**

Рассмотрим технологию разработки экспертного прогноза с позиций указанного нами подхода. Реализация каждого из ниже рассмотренных этапов процесса подготовки экспертного заключения, а также процедур внутри того или иного этапа осуществляется вышеупомянутыми субъектами. Часть этих процедур, особенно организационных, в дальнейшем необходимо регламентировать. Это относится к процедурам назначения экспертизы, отбора участников разработки прогноза, опроса экспертов и использования экспертных заключений.

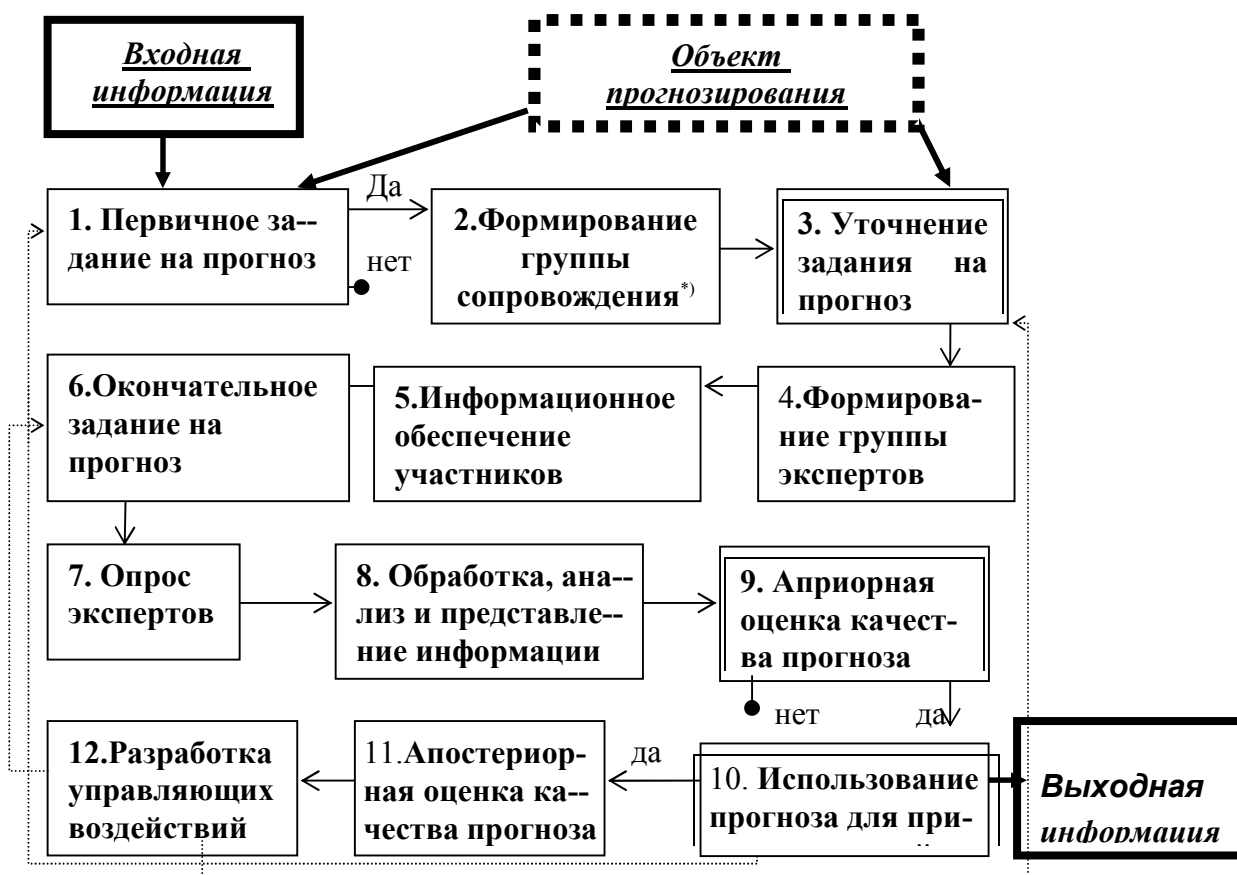
На каждом этапе и в любой процедуре субъект наделается своей долей прав и ответственности в зависимости от функциональной роли в процессе получения высококачественного экспертного заключения.

Во многих случаях, например, в государственной экспертизе, ряд субъектов уполномочен на ее проведение.

Схема разработки экспертного прогноза представлена на рис. 1.2. Данная двенадцати-этапная схема отличается от приведенного во

введении списка этапов проведения экспертизы [17] не только их составом и детальностью описания, но и указанием на связи между этапами и связи отдельных этапов с объектом прогнозирования. Она лучше отразит необходимость непрерывности процесса разработки прогнозов, что важно для достижения их высокого качества.

Конечно, выделив именно эти двенадцать этапов разработки экспертного прогноза, мы должны иметь в виду, что конкретное содержание каждого этапа может и должно меняться в зависимости от трех основных условий подбора, указанных в § 1.1.



\*) Содержание терминов, используемых в схеме, раскрывается далее в тексте. Жирным шрифтом выделены прямоугольники, не относящиеся к самой схеме технологии.

**Рис. 1.2. Технологическая схема разработки экспертного прогноза.**



Конечно, технология разработки экспертного прогноза, описанная в работе, не идеальна, и ее следует многократно опробовать для подготовки разнообразных экспертных прогнозов.

Приведенная схема будет подробно рассмотрена при описании этапов. Однако вполне правомерен вопрос: достаточно ли она полна? Почему мы рассматриваем именно те этапы, что указаны в схеме, и почему именно в такой последовательности?

Возможно, схема и не полна. Представленный вариант аккумулирует предложения и разработки, описанные в литературе, и, конечно же, отражает точку зрения самого автора на процесс получения прогноза с помощью группы экспертов. Первый вариант этой технологии рассмотрен в монографии автора [152], а последний в учебном пособии для студентов [.]<sup>4</sup>.

При разработке реальных экспертных прогнозов не все из указанных этапов наличествуют. В ряде случаев меняется порядок этапов. Но, на наш взгляд, такие отклонения от схемы приводят лишь к ухудшению качества прогноза.

В дальнейшем при описании задач этапа в квадратных скобках указаны субъекты, реализующие эту задачу.

### **Этап 1. Первичное задание на прогноз**

**СУБЪЕКТЫ:** ЛПР, Заказчик.

**ЦЕЛЬ 1.** Выяснить, имеет ли смысл разрабатывать прогноз. (По результатам выполнения нижеуказанных задач этапа.)

В случае если имеет смысл разрабатывать прогноз, то

---

<sup>4</sup> Сидельников Ю.В. "Технология экспертного прогнозирования" Учебное пособие.— 3-е изд., исправл. — М.: Доброе слово, 2005. — 284 с.

ЦЕЛЬ 2. Подготовить первичное задание на прогноз.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА.

В первой части этапа ЛПР и Заказчик (если таковой имеется) готовят первичные документы, материалы для разработки прогноза и описание объекта прогнозирования. Получив входную информацию, ЛПР и/или Заказчик совместно выясняют, имеет ли смысл разрабатывать прогноз с учетом трех типов ограничений, указанных в параграфе 1.1. Если в результате обсуждения этих задач станет ясно, что прогноз мало что дает ЛПР, т.е. тому, кто является его потребителем, но при этом для его разработки нужно много времени, организационных усилий и финансовых затрат, то на этом процесс подготовки прогноза завершается.

Если результат обсуждения позитивный, то переходят ко второму этапу, предварительно решив задачи первого. Завершающая часть первого этапа - подготовка первичного задания на прогноз и назначение ЛПР процедуры разработки прогноза, а также открытие финансирования на разработку прогноза.

#### ЗАДАЧИ ЭТАПА:

1. Указать, для чего нужен прогноз, по возможности выделив главные для ЛПР и Заказчика цели [ЛПР и/или Заказчик].

2. Указать период упреждения, т.е. время, на которое разрабатывается прогноз [ЛПР].

3. Указать форму и объем прогноза как документа [ЛПР и/или Заказчик].

4. Указать источники, механизм, принципы, ограничения и объемы финансирования разработки прогноза в целом, подготовить и утвердить смету расходов на его разработку [ЛПР и/или Заказчик].

5. Оценить возможность (при заданных трех основных условиях подбора элементов) привлечения к работе экспертов, прогнозистов и организаторов прогноза необходимой квалификации [ЛПР и/или Заказчик].

6. Указать начало разработки прогноза и **затраты времени на его разработку исходя из имеющихся временных ограничений, сложности объекта (по сути, это тоже прогноз) [ЛПР].**

7. После выполнения перечисленных выше задач, дать предварительную экспертную оценку возможности разработать прогноз и пользы ЛПР от полученной прогнозной информации для принятия решения [ЛПР].

#### ПРИМЕЧАНИЯ.

1. Задачи решаются в той последовательности, в которой они поставлены. Только после того, как указаны объект прогнозирования, период упреждения и цель разработки прогноза, можно приступать к решению других задач.

2. Одним из принципов финансирования разработки прогноза в целом может быть его предоплата.

3. При разработке реальных прогнозов часто обнаруживаются некорректно поставленные, а иногда и просто ошибочные задания на прогноз.

4. Для психологической активизации творческого мышления Заказчика и/или ЛПР необходимо организовать их само опрос, используя для этого, например, метод контрольных вопросов (МКВ). Этот метод может применяться либо в виде монолога одного из субъектов, либо в виде диалога для подведения их к грамотной постановке задачи с помощью специально сконструированных

наводящих вопросов. Часть из этих контрольных вопросов можно сформулировать на основе описания указанных выше задач этапа. (Подобная постановка задачи для Заказчика и/или ЛПР ранее не встречалась.)

## **Этап 2. Формирование группы сопровождения**

**СУБЪЕКТЫ:** Заказчик, ЛПР.

**ЦЕЛЬ** - сформировать группу сопровождения.

**ОПИСАНИЕ ЭТАПА.**

Заказчик подбирает и создает группу сопровождения. (В задачи этой группы входит разработка экспертного прогноза на всех этапах, начиная с третьего, но за исключением десятого.)

**ЗАДАЧИ ЭТАПА:**

1. Реализация процедуры отбора группы сопровождения, на основе специальных способах формирования таких групп, по образцу формирования групп экспертов (см. § 2.7.) [ЛПР, Заказчик].

2. Подбор нормативно-правовых документов, необходимых для их работы [ЛПР, Заказчик].

**ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Под группой сопровождения (штабная команда) мы понимаем группу, которая включает организатора прогноза, специалиста по методологии и методам прогнозирования (прогнозиста), а также технических сотрудников, привлекаемых для разработки прогнозов. Желательно, чтобы группа сопровождения прогнозов создавались на постоянной основе распоряжением руководства с перечислением прав и обязанностей каждого из участников. Для ее формирования можно

использовать специальные процедуры формирования групп описанные во второй главе.

2. Полноценных пособий или тем более нормативных документов для специалистов из группы сопровождения нет, хотя, на наш взгляд, они необходимы.

3. Организатор несет ответственность за целевое использование финансовых средств, перечисленных Заказчиком согласно смете, утвержденной на первом этапе.

4. Еще одним доводом, подтверждающим необходимость создания группы сопровождения, является принцип Р. Эшби. Согласно этому принципу, для успешного противостояния активной внешней среде недостаточно ограничиваться частными мерами по совершенствованию управления; необходимы серьезные структурные изменения в самой управленческой сфере. Сложность организационной структуры, в данном случае группы сопровождения, и быстрота принятия решений в ней должны соответствовать сложности и скорости изменений, происходящих во внешней среде.

5. Если предусмотрено, что разрабатывать прогнозы в данном учреждении будут на постоянной основе, то желательно в группу сопровождения включить синектическую группу. (Подробнее см. процедуру «Синектика» во второй главе). Подобная группа из 5-7 человек разных специальностей обучена специальным творческим приемам и работает над уточнением первоначального задания на прогноз.

### **Этап 3. Уточнение задания на прогноз**

**СУБЪЕКТЫ:** Заказчик, ЛПР, Прогнозист, Организатор.

Цель - внести коррективы в постановку задачи на основе мнений новых субъектов и по результатам решения задач этапа.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА:

1. Организатор и прогнозист должны тщательно подготовить и провести опрос ЛПР с целью выяснить и четко сформулировать все требования к прогнозу. Эти требования могут касаться, в частности, внешних связей объекта прогнозирования, которые необходимо учитывать при системном его рассмотрении.

2. Уточняют основные условия подбора элементов.

3. Решают задачи этапа.

#### ЗАДАЧИ ЭТАПА:

1. Составить план работы над прогнозом, обязательно указать сроки выполнения этапов и, по возможности, подготовить календарный план работы над прогнозом [Организатор, Прогнозист].

2. Указать сторонних потенциальных потребителей прогноза (учитывая при этом, какие решения должны быть приняты ЛПР на основе полученного прогноза) [ЛПР, Прогнозист].

3. Выяснить у ЛПР минимальный и желательный для него уровень качества прогноза (если удастся формализовать этот параметр) [ЛПР, Прогнозист].

4. Согласовать с участвующими в процессе прогнозирования субъектами основные используемые понятия, в том числе: прогноз, эксперт, экспертное заключение, качество экспертного прогноза [Прогнозист].

5. Указать источники, механизм, принципы и объемы финансирования каждого из этапов разработки прогноза в рамках ограничений, указанных на первом этапе [Организатор, Прогнозист].

6. Рассмотреть практическую возможность финансового обеспечения Заказчиком каждого из этапов [Организатор].

7. Выбрать из нижеследующих множеств максимальную совокупность элементов, подходящих для ЛПР, заказчиков и экспертов при разработке прогноза:

- совокупность простейших видов экспертных оценок, которые могут быть использованы [ЛПР, Прогнозист];
- совокупность алгоритмических операций и методов, позволяющих получить выбранные виды экспертных оценок [Прогнозист];
- совокупность простейших методов (процедур) организации деятельности экспертных групп, позволяющих получить от них новое знание [Прогнозист].

Для того чтобы выбрать варианты, содействующие успешному выполнению седьмой задачи этапа, в работе будут приведены аналитические обзоры:

- простейших видов экспертных оценок;
- простейших методов и процедур организации деятельности экспертных групп, позволяющих получить от них новое знание;
- алгоритмических операций и методов, позволяющих получить выбранные виды экспертных оценок.

Для того чтобы выяснить у ЛПР желательный для него уровень качества прогноза, а значит, успешно выполнить третью задачу этапа, в

работе будет рассмотрена и решена следующая задача: формализовать понятие уровня качества прогноза.

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Мы согласны с мнением Дж. Мартино, что «по общему опыту исследователей операций, специалистов по управлению и прогнозистов всех видов, привлекаемых для решения какой-либо проблемы, первоначальная формулировка проблемы в лучшем случае бывает неполной, а зачастую и совершенно ошибочной» [90].

2. Предварительное задание на прогноз может быть оформлено как проект «технического задания».

#### **Этап 4. Формирование группы экспертов**

СУБЪЕКТЫ: Заказчик, ЛПР, Организатор, Прогнозист.

ЦЕЛЬ - сформировать группу экспертов.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА.

Мы полагаем, что при заданных в § 1.1. основных ограничениях на подбор элементов технологии экспертного прогнозирования, эксперты найдутся. (При этом мы опираемся на определение понятия «эксперт» из § 1.2.)

Для начала из всего множества экспертов выбираем потенциально подготовленных.

Далее необходимо отобрать из потенциальных экспертов тех, кто будет включен в группу.

В заключение нужно решить, каким способом мы будем опрашивать экспертов.



Поясним некоторые приемы отбора экспертов в группу.

Один из основных приемов отбора экспертов в группу - это введение так называемых «потенциальных экспертов». Польза от широкого использования предварительного (первоначального) отбора экспертов несомненна. В ряде экспертных процедур (например, в ситуационном анализе) специально оговорено формирование группы экспертов в два этапа.

Многие приемы отбора экспертов в группу основываются на учете уровня компетентности эксперта.

При подборе кандидатов в группу экспертов, помимо компетентности, нужно учитывать их социально-физиологические и психологические характеристики. Так, если в группе экспертов будет происходить непосредственное информационное взаимодействие, то необходимо рассмотреть их совместимость.

При отборе экспертов следует учитывать, что кандидат, по мнению Г.Г. Азгальдова, должен «по своим морально-этическим качествам обоснованно признаваться третьим лицом, способным давать независимое от внешних влияний и собственной выгоды суждение по поставленному перед ним вопросу»[1].

Суммируя сказанное, отметим, что на выбор эксперта Организатором, ЛПР и Прогнозистом влияют, прежде всего, индивидуальные характеристики эксперта, а также специфика объекта прогнозирования и используемая методика.

## ЗАДАЧИ ЭТАПА

1. Выделить варианты, подходящие для ЛПР, Заказчика и экспертов, из нижеследующих множеств, обладающих «системозначимыми» свойствами:

- совокупностью способов формирования экспертных групп [Прогнозист];
- совокупностью способов опроса экспертов [Прогнозист];
- совокупностью основных принципов проведения экспертизы [Прогнозист];
- совокупностью приемов, способов и критериев отбора экспертов в группу [Прогнозист].

2. Для того чтобы выделить варианты, и значит, для успешного выполнения этапа, автором проведены нижеследующие обзоры:

- способов формирования экспертных групп;
- приемов и способов отбора экспертов в группу;
- способов опроса экспертов;
- основных принципов проведения экспертизы.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. По вопросу определения уровня компетентности существуют полярные точки зрения. Первая: «Несмотря на то, что проблема формирования экспертных комиссий, обладающих достаточным уровнем компетентности, обсуждается давно, ее можно считать скорее поставленной, чем решенной» [84]. И вторая: «Эта проблема практически решена на основе аппарата классической теории вероятностей» [1]. Полагая относительно уровня компетентности эксперта, что этот «уровень должен превышать средний уровень компетентности специалистов по данному вопросу» [1].

На наш взгляд, эту задачу целесообразно решать на основе апостериорного анализа мнений экспертов по оцениваемым проблемам.

2. Если при анализе объекта прогнозирования предпочтительно непредвзятое ассоциирование (методики типа «мозговой атаки»), то в группу желательно включить одного-двух экспертов шизоидального типа, которые способны создать новый стереотип там, где психически нормальный эксперт увидит привычное.

3. В ряде ситуаций целесообразно использовать только одного эксперта. Количество привлекаемых экспертов зависит, в частности, от соотношения компетентности имеющихся кандидатов в эксперты.

4. Использование понятий «генеральная совокупность экспертов» и «доверительная вероятность коллективной экспертной оценки», на наш взгляд, практически всегда некорректно.

5. Большую помощь Прогнозистам и ЛПР при формировании групп экспертов могли бы оказать банки данных на ЭВМ, где накоплены итоги работы экспертов, привлекавшихся ранее к разработке аналогичных прогнозов.

6. Созданные тем или иным способом экспертные группы желательно оформлять приказом или распоряжением руководства, которое организует разработку прогноза.

## **Этап 5. Информационное обеспечение Участников разработки экспертного прогноза.**

СУБЪЕКТЫ: ЛПР, Заказчик, Организатор, Прогнозист.

ЦЕЛЬ 1. Обеспечить информацией участников разработки прогноза.

ЦЕЛЬ 2. Создать у экспертов определенную ориентацию в отношении исследуемой проблемы и подхода к ее решению, т.е. выполнить «ориентировку».

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА.

Первоначально Организатор, Прогнозист и Заказчик рассматривают:

- цели получения первоначальной информации;
- организацию информационного обеспечения;
- основные условия создания адекватного информационного образа объекта прогнозирования.

Общая схема этапа близка к описанию любого процесса творческого мышления:

- 1) накопление информации об объекте;
- 2) осмысление полученных оценок (с учетом степени достоверности той или иной информации);
- 3) выводы;
- 4) проверка выводов.

Реализуя указанные стадии этапа, субъекты должны решить следующие задачи.

#### ЗАДАЧИ ЭТАПА:

1. Разработать план поиска необходимой информации, которая включает источники необходимых сведений [Организатор, Заказчик].

2. Соотнести предполагаемую длительность этапа с протяженностью разработки всего прогноза. В случае необходимости провести коррекцию [Организатор, Заказчик].

3. Обеспечить экспертов предварительной информацией [Организатор, Заказчик].

4. Разработать структуру информационного обеспечения экспертного прогнозирования [Организатор, Заказчик].

5. Сформировать информационный фонд, включающий прогнозы по близкой тематике. Разработать новые и/или использовать существующие базы данных и знаний на ЭВМ [Организатор, Прогнозист].

6. На основе информационных технологий обеспечить вход в локальные и глобальные сети [Организатор, Заказчик].

7. Провести анализ собранных данных [Организатор].

8. Разработать схему обработки информационных потоков, которая обеспечивала бы техническую и технологическую базу для решения поставленных прогнозных задач [Организатор, Прогнозист].

9. Разработать «систему поддержки» эксперта, включающую не только интегрированный банк прогнозной информации, но и диалоговую систему обучения эксперта работе с процедурами и методиками. Такая система позволит корректно использовать разнообразные виды экспертных оценок и избежать наиболее распространенных методических заблуждений и типовых трудностей экспертного прогнозирования [Организатор, Прогнозист].

10. Создать адекватный информационный образ объекта прогнозирования. [Организатор, Прогнозист].

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Структура информационного обеспечения экспертного прогнозирования должна отражать специфику области, к которой принадлежит объект прогнозирования. Используя определение интегрального качества экспертного прогноза, данное в §1.2, необходимо

рассмотреть его составляющие. Это позволит нам выявить параметры информации, на которые в первую очередь необходимо обратить внимание. Вместе с тем несомненно, что качество прогноза напрямую зависит от того, насколько разнообразна, надежна, полна и оперативна информация о рассматриваемом объекте и его внешних связях, а также, в какой мере она доступна эксперту.

2. Пятый этап является одним из важнейших. Однако им, к сожалению, часто пренебрегают. Без хорошо налаженной организации информационного обеспечения трудно ожидать получения качественных прогнозов на постоянной основе.

3. Информационное обеспечение должно соответствовать методическому, программному и организационному обеспечению экспертного прогнозирования. Требования к основным видам обеспечения экспертного прогнозирования рассмотрены автором в Методических указаниях [91].

4. Принцип системности является основным методологическим условием эффективного информационного обеспечения. Именно так подходит к информационному обеспечению в своей работе В.С. Ремизов [138]: «Информационная система должна создавать по возможности полный информационный образ - информационную модель объекта».

5. Создать адекватный информационный образ объекта прогнозирования чрезвычайно трудно по следующим причинам:

- объект может быть очень сложным;
- при создании информационного образа возможны искажения, которые вносит сам процесс прогнозирования;
- отсутствие информации, в том числе в связи с ее сокрытием из-за режимных и/или финансовых ограничений.

6. При разработке прогнозов ориентировкой для экспертов может быть краткий доклад по проблеме, подготовленный ЛПР или специально выделенным экспертом. (Ориентировку можно проводить в форме обязательного ознакомления всех экспертов с печатными материалами по проблеме. Для этого могут быть использованы специально подобранная краткая сводка данных, выдержки из публикаций, прогнозные данные, сведения, содержащиеся в базе данных на ЭВМ, и прочая информация. Ориентировка может включать домашние задания для экспертов, способствующие их ознакомлению с имеющимися материалами, например, составление докладных записок. Иногда достаточно трудно добиться глубокого ознакомления экспертов с материалами ориентировки. Так, замечено, что эксперты, особенно высокоавторитетные, пренебрегают использованием предварительной и текущей информации. В этом случае можно рекомендовать проведение ориентировки в форме деловой игры, в ходе которой эксперты вынуждены использовать всю информацию.)

#### **Этап 6. Окончательное задание на прогноз**

**СУБЪЕКТЫ:** Заказчик, ЛПР, Организатор, Прогнозист.

**ЦЕЛЬ** - сформулировать «задание на прогноз».

#### **ОПИСАНИЕ ЭТАПА**

На этом этапе Заказчик, ЛПР, Организатор, Прогнозист, а также (при необходимости) предварительно отобранный Эксперт окончательно формулируют задание на прогноз.

С учетом информации, полученной на пятом этапе, Прогнозист решает задачи этапа и преобразует семь из восьми системно-образующих

элементов технологии экспертного прогнозирования в ее системно-составляющие элементы.

## ЗАДАЧИ ЭТАПА

1. Описать объект прогнозирования или процесс с той степенью детализации, которая необходима для разработки прогноза, проанализировать и рассмотреть его специфику [Эксперт].

2. Выбрать элементы системы, обладающие «системоопределенными» свойствами. (При этом нужно каждый раз ставить и отвечать на вопрос: «Почему выбрали тот или иной элемент?». Выбор необходимо осуществлять с учетом решения задач, рассмотренных на третьем и четвертом этапах, по выделению вариантов, подходящих для ЛПР, Заказчика и Экспертов из множеств, обладающих «системозначимыми» свойствами.) Тем самым мы окончательно определим:

2.1. Вид(ы) экспертных оценок, которые будут использованы (необходимо, чтобы форма прогноза удовлетворяла ЛПР и воспринималась экспертами) [Прогнозист].

2.2. Алгоритмическую операцию (метод), позволяющую получить выбранный вид экспертных оценок [Прогнозист].

2.3. Процедуру организации деятельности экспертных групп, позволяющую получить новое знание от экспертов [Прогнозист].

2.4. Принципы проведения экспертизы. Для этого, необходимо выявить тип и статус экспертизы, и, в зависимости от этого определить какой из принципов не является обязательным. [Прогнозист].

2.5. Способ формирования экспертных (ой) групп (ы) [Прогнозист].



2.6. Способ опроса экспертов [Прогнозист].

2.7. Критерии отбора специалистов в экспертную группу [Прогнозист].

Задачи этапа, которые будут рассмотрены и решены в работе:

1. Показать, что имеет смысл ставить вопрос о выборе вида экспертной оценки. (Для этого, во-первых, используя § 2.3 и § 2.4., продемонстрируем, что есть из чего выбирать. Во-вторых, докажем в § 4.1, что существуют такие ситуации, в которых экспертам более целесообразно использовать при ответе не традиционные виды оценок, например, точечные, а гистограммные).

2. Найти подход к выбору наилучшего в данной ситуации вида экспертного суждения.

3. Формально поставить задачу выбора наилучшего вида из заданного множества экспертных оценок и обосновать выбор вида экспертных оценок.

4. Показать, что необходимо ставить вопрос о выборе процедуры организации деятельности экспертных групп. (Для этого, во-первых, используя аналитический обзор из первой части работы, покажем, что есть из чего выбирать. Во-вторых, укажем на экспериментальные исследования, что существуют такие ситуации, в которых более целесообразно использовать при работе не традиционные методы типа «Дельфи», «мозговой атаки» или сценариев, а, например, «методику Шанг» [252].)

5. Найти подход к выбору процедуры организации деятельности экспертных групп, адекватной объекту исследования и отвечающей дополнительным ограничениям, связанным с прогнозным исследованием (финансовым и временным).

6. Рассмотреть совокупность приемов, позволяющих повысить уровень качества экспертных оценок путем расширения возможности субъектов экспертной прогностики выбирать из соответствующей увеличенной совокупности системно-образующих элементов технологии экспертного прогнозирования наиболее подходящие. (Так, например, найти прием, позволяющий повысить уровень качества экспертных оценок благодаря увеличению возможности прогнозиста выбирать из расширенной совокупности процедур организации деятельности экспертных групп наиболее подходящую процедуру.)

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Если опрос предусматривает анкетирование, Прогнозист должен тщательно продумать как разработку вопросов для анкеты, так и ее структуру. (Анкеты необходимо составлять с учетом требований к ним, рассмотренных, например, в работе [60]. Так, сходные вопросы необходимо располагать в различных концах достаточно больших анкет для избежания «эффекта эха». Кроме того, желательно подготовить инструкции по ее заполнению.)

2. Если по оценкам Прогнозиста следующий этап будет достаточно длительным, то Организатору необходимо продумать и обеспечить условия деятельности всех участников экспертизы.

3. Если обсуждение проблемы экспертами не будет анонимным, то необходимо продумать меры, позволяющие создать благоприятную психологическую обстановку.

4. Если простейшая процедура организации экспертной группы не подходит, то выбираем сложную (составную).

5. В ряде случаев бывает полезным получить от эксперта не один вид оценок, а сразу два по одному и тому же объекту. Например, точечную и гистограммную.

### **Этап 7. Опрос экспертов.**

СУБЪЕКТЫ: Организатор, Прогнозист.

ЦЕЛЬ - опросить экспертов.

#### **ОПИСАНИЕ ЭТАПА**

Провести предварительную работу Организатора с экспертами, включая обеспечение экспертов ориентирующей информацией (по завершении этой Части этапа у экспертов должна возникать определенная ориентация в отношении поставленной задачи и их дальнейшей работы) [Организатор].

Опросить экспертов на основе выбранного метода или процедуры [Прогнозист].

Решить нижеуказанные задачи этапа.

#### **ЗАДАЧИ ЭТАПА:**

1. Обеспечить независимость экспертов от других субъектов на следующей основе:

- соответствующего правового обеспечения (установления прав, обязанностей и ответственности субъектов экспертизы);
- разработки правил отбора и вывода субъектов из состава экспертных советов;

- формирования механизмов, которые нейтрализуют и/или компенсируют факторы, способные односторонне повлиять на мнение экспертов.

2. Нацелить экспертов на системный анализ объекта прогнозирования [Прогнозист]. Для этого, в частности:

- установить границы, в рамках которых будет рассматриваться объект;
- выявить противоречия в развитии объекта;
- исследовать внешние связи объекта.

3. Уменьшить влияние конформизма экспертов на их суждения [Прогнозист].

4. Получить определенный вид экспертных оценок либо явным образом, либо на основе выбранной алгоритмической операции [Прогнозист].

5. Выявить вид (или задать совокупность видов) показателя ошибки для апостериорной оценки точности прогноза выбранного нами объекта (путем опроса экспертов) [Прогнозист]. (В целях корректного осуществления обратной связи в процессе прогнозирования на основе разработанных автором алгоритмов, описанных в § 3.2.)

Задачи этапа, которые будут рассмотрены и решены в работе.

Показать, что имеет смысл ставить вопрос о выборе вида показателя ошибки. (Для этого, во-первых, используя обзор показателей ошибок, сделанный в первой части работы, покажем, что есть из чего выбирать. Во-вторых, покажем в § 3.2, что существуют такие ситуации, в которых прогнозистам целесообразно использовать при верификации прогнозов тот, а не иной вид показателя ошибки.)

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Опрос экспертов как определенный этап их работы, к сожалению, часто воспринимается ЛПР либо как некий «нулевой», либо, наоборот, как окончательный этап исследования. Необходимо отметить, что это одно из серьезнейших заблуждений ЛПР.

2. Для реализации принципа независимости необходимы диверсификация сферы научно-методического обеспечения экспертизы и обезличивание ее финансирования.

### **Этап 8. Обработка экспертной информации, ее анализ и предоставление.**

СУБЪЕКТЫ: Организатор, Прогнозист, Эксперт.

ЦЕЛЬ - сформировать обобщенное заключение экспертов (путем обработки всех экспертных заключений и их анализа) и получить по возможности краткий, убедительный и доступный для понимания ЛПР прогноз, который реализует «задание на прогноз», разработанное на шестом этапе.

ЗАДАЧИ ЭТАПА (выполнять в указанной последовательности):

1. Обработать экспертные оценки [Прогнозист].
2. Проанализировать и истолковать их [Прогнозист, Эксперт].
3. Учесть влияние конформизма экспертов на их суждения.
4. Подготовить самим или с помощью экспертов сводный материал [Организатор, Прогнозист].
5. Представить сформированное обобщенное заключение экспертов для ЛПР в структурированном виде с обязательным формулированием выводов [Организатор, Прогнозист, Эксперт]. Для решения последней

задачи необходимо по аналогии с тем, как это сделано в работе [121], решить совокупность подзадач:

- найти способ изложения экспертной информации;
- определить структуру документа и его объем;
- решить, изложить ли выводы в форме категорических утверждений или дать к ним некоторый комментарий;
- решить, какие таблицы, иллюстрации и т.п. следует привести в основном документе, а какие - в приложениях к нему;
- сделать логичным и осмысленным весь документ;
- в первых же абзацах прогноза доказать ЛПР, что представленный материал заслуживает того, чтобы его прочитали, усвоили и постоянно учитывали;
- синтезировать объективную априорную информацию и информацию, полученную в результате экспертизы, с целью приведения их в форму, удобную для принятия решения;
- оформить полученный прогноз так, чтобы он вызвал доверие ЛПР.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА.

Первая стадия этапа. Необходимо обработать как количественные, так и качественные результаты опроса. При этом используются как дискретный, так и статистический подходы. (Работ, где затрагивались бы вопросы обработки и анализа одной отдельно взятой экспертной оценки, сравнительно мало. В большинстве работ проводятся анализ и обработка информации, полученной от группы экспертов.)

Желательно процедуру статистической обработки экспертных данных разбить на три подзадачи, как это сделано в работе [57]:

- анализ оценок каждого эксперта;
- определение групповых оценок объектов;
- оценка достоверности групповых суждений.

Первая подзадача - проверка формальной правильности проставления оценок экспертами. (Например, в случае, когда эксперт дает свою оценку в виде группировки, необходимо убедиться, что подмножества, на которые разбивается множество методом классификации, имеют пустые пересечения. В случае, когда эксперты дают оценки, полученные методом множественных сравнений или ранжирования, необходимо проверять правильность вычисления связанных рангов.)

Если мнения экспертов расходятся, а это бывает почти всегда, необходимо тем или иным способом ввести понятие «усредненного» мнения и решить вторую подзадачу. (Выбор «типов средних» зависит от вида экспертной оценки и, значит, от шкалы, в которой дана оценка.)

Одной из важнейших проблем обработки экспертной информации является выбор наилучшей альтернативы. Начало исследований этой проблемы относится к концу XVIII века (французские ученые Кондорсе и Дж. Ш. де Борда). В настоящее время это направление интенсивно развивается.

Кроме того, часто необходимо решать три следующие задачи анализа и обработки экспертной информации:

- проверка согласованности значений индивидуальных экспертных оценок, выявление отдельных резко отклоняющихся значений двух или более возможных подгрупп согласованных значений оценок в общей совокупности;

- получение обобщенного суждения согласованной группы индивидуальных экспертных оценок и оценки их согласованности (рассеяния);

- разработка с помощью теории игр N-игроков неманипулируемых процедур: так называемая активная экспертиза.

(Если решению первых двух задач на основе статистического и дискретного подходов посвящено немало интересных работ [45, 46, 73, 179, 261], то относительно последней задачи ситуация сложнее. Работы Жиббарда [254], Саттертуейта [291], Мулина [274], В.Н. Буркова [27, 28] и несколько других практически исчерпывают список исследований по этому вопросу.)

Когда эксперты дают совокупность своих оценок показателей, прямо или косвенно связанных между собой, необходимо согласовывать эти оценки (в смысле соотношения их друг с другом). И делать это так, чтобы закономерности связей между показателями нашли отражение в соотношении экспертных оценок этих показателей. (Так, если рассматривать экономические показатели, то, по мнению И. Фишера [251], их оценки должны соответствовать тесту на «согласованность» и «дополняемость». Например, темпы роста продукции связаны с темпами роста производительности труда, а последние - с темпами роста производственных капиталовложений. Несомненно, согласование экспертных оценок различных экономических показателей позволяет существенно улучшить качество экономического прогноза.)

В заключительной и важнейшей части этого этапа происходит формирование обобщенного заключения экспертов для ЛПР в виде структурированного документа - прогноза. (Эта часть этапа сложная и творческая. За основу при подготовке прогноза как информационного документа мы берем работу В. Плэтта [121].)



## ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Этот чрезвычайно важный этап описан во многих работах, из которых можно выделить российские исследования: В.Н. Буркова [27-29], А.А. Дорофеева [53, 54], Е.А. Елтаренко и Е.К. Крупиновой [57], Б.Г. Литвака [83], Б.Г. Миркина [97], А.И. Орлова [112,113], Ю.Н. Тюрина, А.П. Василевича, П.Ф. Андруковича [180,181,182], Д.С. Шмерлинга [201].

2. Как было показано в экспериментальных работах Ю.Н. Тюрина и А.П. Василевича [181], а также С.А. Петровского и автора данного исследования [118,119], групповая оценка специальным образом (на основе определенного алгоритма и меры близости) выделенной подгруппы оценок чаще всего ближе к истине, нежели групповая оценка всей группы. Это направление представляется чрезвычайно перспективным.

3. В теоретическом плане обработка экспертной информации наиболее развита в области агрегирования предпочтений. Этому посвящены сотни зарубежных работ, из которых упомянем труды П.С. Лапласа, Ф. Гальтона, Ч. Доджсона, Е. Цермело, К. Дж. Эрроу, Дж. Кемени, М. Кендалла, Ф. Мостеллера, П. Хьюбера, а из российских работ - исследования П.Ю. Чеботарева [195,231-234]. На основе эвристического, аксиоматического, оптимизационного, статистического и ряда других подходов названные авторы рассматривают задачи агрегирования предпочтений.

4. По мнению Б.Г. Литвака [83], «одним из основных инструментов, используемых при анализе и обработке экспертной информации, являются меры близости. Они позволяют определить, насколько близки или далеки точки зрения экспертов». Впервые аксиоматическая мера близости была введена в работе Дж. Кемени [266].

Меры близости широко используются при обработке экспертной информации, по крайней мере, в двух важных аспектах:

- во-первых, их применяют для выделения «малых» и так называемых «ядерных» подгрупп из группы экспертных оценок;
- во-вторых, меры близости используются при агрегировании экспертной информации, а это - одна из важнейших задач обработки экспертных оценок.

5. Важнейшим подспорьем для анализа и обработки экспертной информации является наличие программного обеспечения для ЭВМ. Как справедливо отметил Н.Н. Моисеев [100], «...интенсивное развитие, как системного анализа, так и экспертного прогнозирования пришлось на эпоху бурного развития ЭВМ. И, по-видимому, в дальнейшем они окажут существенное влияние на качество экспертного прогнозирования».

### **Этап 9. Априорная оценка качества прогноза.**

СУБЪЕКТЫ: ЛПР, Заказчик, Прогнозист, Эксперт.

ЦЕЛЬ - выяснить, имеет ли смысл ЛПР пользоваться полученным прогнозом, и, если «нет», то вернуться к этапу №1.

Априорная оценка качества пассивного экспертного прогноза необходима, так как:

- она может быть напрямую выражена в решении использовать или отвергнуть прогноз;
- одной из основных задач прогностической деятельности является выяснение путей повышения качества экспертного прогноза;

- мы можем еще раз обратиться к рассмотрению соотношения между интегральным качеством экспертного прогноза и его составляющими, но уже посредством соотношения их оценок;

- дает возможность оценивать прогноз не только после его реализации, что позволит существенно увеличить степень доверия к прогнозу.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА.

Априорная оценка качества пассивного экспертного прогноза осуществляется в две стадии.

Первая стадия (до получения оценок экспертов). Необходимо оценить качество единичного экспертного прогноза, исходя из следующих параметров:

- своевременность разработки самого прогноза;
- степень четкости и ясности задания на прогноз;
- оценка качества (по полноте и надежности и т.д.) исходной информации, предоставляемой экспертам;
- обоснованность постулатов и допущений, лежащих в основе разработки прогноза;
- степень близости к принятой технологии получения прогноза и адекватность используемых процедур получения экспертной оценки, ее видов и методов обработки;
- уровень компетентности специалистов, участвующих в разработке прогноза;
- уровень намеренного искажения экспертами своих оценок в связи с ведомственными интересами;

- степень восприимчивости эксперта к влиянию факторов престижного характера;
- уровень организационного, экономического и правового механизма стимулирования участников разработки прогнозов.

Вторая стадия этапа - эксперты дают свои оценки. Тогда о качестве единичного экспертного прогноза можно судить, в частности, по:

- виду оценок экспертов, если эксперты могут его выбирать;
- динамике изменения оценок в случае многотуровых экспертиз;
- месту расположения оценки на шкале с ограничениями, данной экспертом;
- взаиморасположению различных частей одной и той же оценки или различных простейших видов экспертных оценок.

#### ЗАДАЧА ЭТАПА:

Оценить, насколько полезен прогноз до его реализации и момента завершения периода упреждения прогноза [ЛПР, Заказчик]. (Таким образом, мы можем существенно увеличить степень доверия к прогнозу и повлиять на процесс принятия решения на его основе.)

Задача этапа, которая будет рассмотрена и решена в работе (§ 3.3).

В случае, когда экспертных оценок нет, но Прогнозист и выделенный Эксперт задают функцию, которая отражает зависимость результирующего значения некоторой прогностической процедуры от значения исходных данных, необходимо оценить степень важности независимых переменных данной функции.

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

Более информативная и достаточно сложная по форме, но надежная экспертная оценка может оказаться в определенной ситуации точнее. Так, при прогнозировании все чаще переходят от точечных к интервальным оценкам, а от них к трехточечным и более сложным видам оценок. Тенденция подобного рода очевидна.

Подробная информация по априорной оценке качества пассивного экспертного прогноза дана в монографии [152].

### **Этап 10. Использование прогноза для принятия решений.**

**СУБЪЕКТЫ:** Заказчик, ЛПР, Организатор, Прогнозист, Эксперт.

**ЦЕЛЬ** - использовать прогноз для принятия решений.

Возможны два результата девятого этапа:

- 1) бесполезный прогноз; 2) полезный прогноз.

**ЗАДАЧИ ЭТАПА:**

В первом случае необходимо проигнорировать прогноз и перейти к разработке повторного прогноза [ЛПР, Заказчик].

Во втором случае необходимо провести синтез объективной информации не прогнозного характера и информации, полученной в этом и других прогнозах, с целью приведения их в форму, удобную для принятия решения (так, в случае, когда мы разрабатываем долгосрочный прогноз, могут быть полезны среднесрочные и даже краткосрочные прогнозы. Использование всей совокупности данных повышает качество решения, принимаемого на основе прогноза) [Организатор, Прогнозист, Эксперт].

**ОПИСАНИЕ ЭТАПА**

Первый результат - получен бесполезный прогноз. Его необходимо игнорировать, поскольку знания, которые извлекаешь из такого прогноза, несоразмерно малы в сравнении с огромным трудом, затрачиваемым на его получение, и заново перейти к его разработке.

Во втором случае продолжать работу.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

1. Если рассматривается комплексный прогноз, необходимо увязать и согласовать полученные единичные прогнозы.

2. Использование прогноза для принятия решений подробно описано в литературе по принятию решений. Среди российских работ необходимо отметить исследования О.И. Ларичева [75,77], В.В. Подиновского и В.Д. Ногина [123].

#### **Этап 11. Апостериорная оценка качества прогноза.**

СУБЪЕКТЫ: Организатор, Прогнозист, Эксперт.

ЦЕЛЬ - дать заключение относительно апостериорной оценки качества прогноза.

#### ОПИСАНИЕ ЭТАПА

После того, как период упреждения прогноза завершился, необходимо провести верификацию прогноза и оценку его качества.

#### ЗАДАЧИ ЭТАПА:

1. Выяснить истинное значение прогноза [Организатор, Прогнозист, Эксперт].

2. Получить информацию об аналогичном по объекту и периоду упреждения прогнозе, разработанном другими специалистами [Организатор, Прогнозист, Эксперт].

3. Использовать сопоставительный анализ по точности, с тем, чтобы выявить, какая из прогнозных оценок точнее - полученная нами или же полученная в рамках стороннего прогноза. При этом наш вывод по возможности не должен зависеть от вида показателя ошибки, последняя задача этапа будет рассмотрена и частично решена в этой работе.

#### ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Апостериорная оценка качества пассивного экспертного прогноза определяется там, где это возможно, его точностью, т.е. «мерой» совпадения с действительностью, и необходима для сравнения, в частности, методов прогнозирования, видов экспертных оценок и других системно-образующих элементов ТЭП, с тем, чтобы найти наилучшие сочетания и наиболее подходящие элементы.

2. «Мера» совпадения с действительностью определяется видом показателя качества экспертного прогноза. В свою очередь вид показателя определяется, в частности, видом экспертной информации, пассивностью либо активностью прогноза, а также тем, делается ли оценка прогноза априори либо апостериори. Для принятия решения об оценке качества экспертного прогноза могут быть использованы, по аналогии с оценкой качества технической продукции, два метода: дифференциальный или интегральный. Дифференциальный метод основан на использовании набора оценок отдельных составляющих качества прогнозов. Интегральный метод основан на комплексной его оценке. Конечно, частные оценки при использовании дифференциального метода имеют достаточно четкий объективный смысл и могут быть

использованы при анализе причин, обуславливающих тот или иной уровень качества прогноза, для принятия решений о направлениях совершенствования методов прогнозирования. С другой стороны, дифференциальный метод использует сложный математический аппарат, что затрудняет его применение неподготовленными пользователями. Интегральный метод оценки качества прост по форме, но практически во всех случаях содержит допущения, которые ставят под сомнение обоснованность вида рассмотренного комплексного показателя. Кроме того, по-видимому, невозможно измерить качество прогноза посредством какого-либо одного универсального показателя. К тому же в настоящее время слабо разработаны теоретические построения, позволяющие обоснованно подбирать вид показателя качества прогнозов и выяснять зависимость вывода относительно качества прогноза от вида показателя качества.

3. В ряде случаев верификация прогноза может быть очень сложной.

Основные причины, затрудняющие верификацию и оценку качества прогноза, распадаются на два класса:

- субъективные, связанные с желанием разработчиков скрыть недостатки прогноза и его недоработки;
- объективные, связанные с трудностями выявления истины и отсутствием информации по аналогичному прогнозу, и математическими сложностями, обусловленные сопоставительным анализом по точности.

4. Проблема сопоставительного анализа по точности ранее не только не решалась, но и не ставилась. Она остается актуальной. Диспуты относительно более точных оценок при недостаточном понимании предмета спора продолжаются и в наши дни [252]. Вывод относительно



лучшей оценки при сопоставлении, очевидно, зависит от того, какой из показателей ошибки был использован.

5. Чтобы дать заключение относительно апостериорной оценки качества прогноза, необходимо иметь три оценки: полученную нами, истинное значение оцениваемого параметра объекта и ту экспертную оценку, с которой мы будем сравнивать взятую нами. Сопоставляя с истинной две экспертные оценки, мы ставим задачу выяснить, какая из них лучше (точнее). Тем самым мы можем рассматривать лишь такие виды оценок, для которых естественным образом можно ввести отношение порядка. (Более того, там, где можно ввести тернарное отношение «между».) В общем случае порядок, рассмотренный на множестве, может быть и частичным, т.е. не все элементы множества могут быть сопоставлены между собой по этому отношению.

6. Введение понятий показателя ошибки аксиоматическим путем, знаковой эквивалентности показателей, а также доказательства ряда Утверждений и необходимых и достаточных условий позволило автору частично решить проблему сопоставительного анализа по точности. Материалы на эту тему подробно описаны в других работах автора [140, 141, 143, 145, 146, 147] и в § 3.1 данной работы.

## **Этап 12. Разработка управляющих воздействий.**

**СУБЪЕКТЫ:** Заказчик, Организатор, Прогнозист.

**ЦЕЛЬ** - разработать управляющие воздействия для корректировки технологии экспертного прогнозирования.

**ОПИСАНИЕ ЭТАПА.**

Проводить анализ эффективности предложенной технологии и контроль над правильностью ее реализации, а также решить нижеуказанные задачи.

#### ЗАДАЧИ ЭТАПА:

1. Анализировать информацию о решениях, принятых на основе экспертных прогнозов [Организатор].

2. Вести систематический учет ошибок экспертов и на основе принципа обратной связи выбирать экспертов из числа потенциальных кандидатов в эксперты [Организатор, Прогнозист].

3. Улучшать методическое, информационное и организационное обеспечение экспертизы (пополнение и совершенствование банков данных, справочных и нормативных материалов) на постоянной основе [Организатор, Прогнозист].

4. Организовывать и проводить на постоянной основе подготовку и переподготовку экспертов, прогнозистов, организаторов разработки прогнозов. Обучений экспертов может включать: работу с разнообразными методиками и видами экспертных оценок; учет специфики работы в группе (группа, например, может принять более рискованное решение, чем индивид); ознакомление с возможными недостатками, трудностями и заблуждениями при экспертном прогнозировании [Заказчик, Организатор, Прогнозист].

5. Осуществлять архивное накопление прогнозных материалов [Организатор].

6. Проводить на научно-методической основе выборочную проверку качества экспертных прогнозов [Прогнозист].

7. Рассмотреть способы повышения уровня качества экспертного прогноза.

## ПРИМЕЧАНИЯ:

Хотелось бы отметить, что два последних этапа - это, по сути, блок обратной связи в прогнозировании, рассматриваемом как система управления. Для эффективной работы этого блока необходимо, чтобы функционировала система непрерывного прогнозирования.

В рамках данного этапа в целях повышения качества прогнозов необходимо реализовать принцип регулярности экспертизы и преемственности в ее проведении.

Дополнительные материалы по данному этапу рассмотрены в книге [152].

Предложенная нами технология экспертного прогноза далека от совершенства. Экспертное прогнозирование как процесс трудно полностью «охватить» и детально охарактеризовать. К счастью, на практике это не всегда требуется.

Важно одно: необходимо совершенствовать инструменты прогностики с тем, чтобы на их основе и с привлечением высококлассных экспертов получать наиболее качественные прогнозы.

## **§ 1.4. Задачи, стоящие перед специалистами, участвующими в экспертном прогнозировании, трудности в их работе, недостатки и заблуждения**

Истина все же скорее возникает из заблуждений, Чем из неясностей.

Ф. Бэкон

*В параграфе:*

*- поставлены задачи всем участникам процесса прогнозирования на основе экспертных суждений, перечислены и систематизированы их проблемы и трудности;*

*- указаны недостатки и заблуждения основных субъектов процесса прогнозирования на основе экспертных суждений.*

Недостатков и трудностей в экспертном прогнозировании немало. Эти вопросы частично затрагиваются в ряде публикаций [15, 176, 213]. Один из наиболее полных списков, состоящий из девяти типовых недостатков экспертов при прогнозировании, описан С.М. Вишневым [37]. Но, к сожалению, таких работ немного. Да и в тех, где говорится о недостатках и трудностях, они не систематизированы. В большинстве публикаций, где рассматриваются недостатки экспертов, не учитывается то, что оценки прогнозные [15,16, 299].

Особого внимания требует рассмотрение возможных заблуждений всех субъектов, участвующих в экспертном прогнозировании.

Говоря о трудностях, стоящих перед участниками экспертного прогнозирования, или недостатках его участников, необходимо ответить на вопрос: «Для кого эти трудности?», или же «чья это недостатки?».

Кроме общих трудностей и недостатков, существуют и специфические для ЛПР и/или Заказчика прогноза (часто они

неразделимы); экспертов; прогнозистов и/или организаторов разработки прогнозов (часто они неразделимы).

Обратимся теперь к наиболее существенным или, как нам кажется, наименее известным возможным недостаткам и трудностям всех субъектов экспертного прогнозирования.

В ряде случаев - и на это необходимо обратить особое внимание - мы ставим задачи для специалистов в области экспертного прогнозирования.

Конечно, можно продолжить любой из разделов и все их вместе, исходя из своего понимания трудностей и недостатков участников экспертного прогнозирования.

### **Недостатки и трудности ЛПР и/или Заказчика прогноза (Л).**

#### **Л 1. Несовершенство задания на прогноз со стороны Заказчика.**

Имеется в виду следующий недостаток в действиях Заказчика: задание на прогноз он дает либо в столь жесткой форме, что затруднено использование многих видов экспертных оценок и процедур, либо чрезмерно расплывчато, что сразу же дезориентирует экспертов и методистов и может привести к подмене истинных целей прогноза мнимыми.

Л 2. Невосприимчивость ЛПР к прогнозной информации, а в ряде случаев - ее отторжение.

Такого рода трудность может быть обусловлена следующими причинами:

Л 2.1. Неверие в возможность экспертного прогнозирования и обращение к нему лишь в качестве дани «моде» или по «указанию свыше».

Л 2.2. Преувеличенное представление ЛПР о собственных способностях предвидеть будущее.

Л 2.3. Лень и безынициативность ЛПР. Об этом недостатке в свое время неплохо было сказано в политическом отчете ЦК XV съезду ВКП (б): «...желание ряда наших товарищей плыть по течению плавно, спокойно, без перспектив, без заглядывания в будущее недопустимо».

Л 2.4. Нечеткость в понятиях, применяемых при составлении прогнозов, и неопределенность относительно указания промежутка времени, на который разрабатывается прогноз.

Л 2.5. Футурофобия - боязнь заглянуть в будущее - отмечена давно. Так, например, в древнем египетском папирусе («Книга мертвых») приведен один из пунктов исповеди: «Я не пытался узнать то, Что еще не стало».

Л 2.6. Психологическая установка ЛПР на благоприятные прогнозы. Об этом хорошо сказано у А.Н. Апухтина: «Ну, старая, гадай! Тоска мне сердце гложет. Веселой болтовней меня развесели».

Л 3. Сложность эффективно использовать прогноз как документ большого объема.

### **Недостатки экспертов и/или трудности в их работе (Э).**

Э 1. Расплывчатость суждений в связи с боязнью нести за них или за действия на их основе ответственности.

Э 2. Дезинформирование. В ряде случаев эксперты исходя из ведомственных и иных интересов намеренно искажают как свои первоначальные оценки, так и окончательное суждение.

Э 3. Переоценка роли конкретных деталей проблемы. Отмечена, в первую очередь, у экспертов-практиков. Описана О.И. Ларичевым [76] и Р.Н. Долныковой [52].

Э 4. Стремление приспособиться к уже известному мнению большинства.

Э 5. Уступчивость явному или скрытому давлению авторитетов, «ожидающих» достаточно определенного прогноза.

Э 6. Непоследовательность экспертов и в связи с этим нарушение основного правила логического вывода - транзитивности. Например, пусть  $a$ ,  $b$ ,  $c$  - три объекта, которые эксперт оценивает по предпочтительности, и при этом  $a > b$ ,  $b > c$ , но  $c > a$ <sup>5</sup>.

Э 7. Экстраполирование опыта прошлого без всестороннего учета наметившихся и ожидаемых изменений [50].

Э 8. Недостаточное пополнение, корректировка и обновление личного тезауруса (фонда) информации [50].

Э 9. Чрезмерно узкая специализация и отсюда - недостаточная ориентировка в смежных областях [50].

Э 10. Предубежденность к мнению других экспертов и отсюда - одностороннее рассмотрение проблем [50].

---

<sup>5</sup> Транзитивность является одним из важнейших свойств бинарных отношений. Отношение  $R$  на множестве  $A$  называется транзитивным, если для любых  $a, b, c \in A$  из условий  $aRb$  и  $bRc$  вытекает, что  $aRc$ . Отношения эквивалентности и порядка являются примерами транзитивных бинарных отношений [92].

Э 11. Недостаточно четкая отработка окончательной формулировки экспертного заключения, в частности, неубедительность аргументации [50].

Э 12. Неспособность предугадать сходящиеся пути развития и/или изменения в конкурирующих системах. Пример, иллюстрирующий вышеуказанный недостаток, рассмотрен Э. Янчем [213]: «Такие известные ученые, как Линдеман (впоследствии лорд Черуэлл) в Англии и Ванневар Буш в США предсказывали в 1945 г., что межконтинентальные баллистические ракеты в обозримом будущем не смогут конкурировать с пилотируемыми бомбардировщиками. Они не предвидели разработку водородной бомбы (хотя ее потенциал уже был хорошо известен в то время) и последствия, связанные с миниатюризацией боеголовки».

Э 13. Стремление к «декламации на публику» в групповой экспертизе.

Э 14. Гипертрофированная позитивная или негативная оценка экспертом своих прогностических способностей (от «я знаю все, что будет сегодня и завтра» до «я знаю только то, что ничего не знаю»).

Э 15. Трудность, связанная с ограниченной оперативной (непосредственной) памятью эксперта. Исследования инженерных психологов показали, что оперативная память человека достаточно ограничена. Имеется обширная литература на эту тему, особенно в области социологических исследований.

Э 16. Трудность, связанная с так называемым «эффектом Эдипа» (активные прогнозы). Прогнозы при определенных условиях воздействуют на предсказываемые события, способствуя и/или препятствуя их осуществлению, так или иначе, их модифицируя. Нам не



известны методики, позволяющие всесторонне и корректно учесть «эффект Эдипа».

Э 17. Трудности представления и экспликации оценок:

Э 17.1. Трудно, а иногда просто невозможно достаточно точно эксплицировать свои знания, суждения. Ф. Тютчев в одном из своих известных стихотворений выразил это таким образом: «Мысль изреченная есть ложь».

Э 17.2. Трудность перекодирования экспертной информации: эксперта принуждают давать свою оценку в заранее определенной, чаще всего количественной форме. При этом нередко происходит разрыв между формой и содержанием экспертной информации. Кроме того, в ряде случаев эксперт не знает всего богатства возможных простейших форм выражения своих оценок либо ему непривычно использовать их в работе.

Э 18. Отсутствие мотивационного механизма, способствующего заинтересованности экспертов в тщательной и добросовестной работе.

**Недостатки прогнозистов и организаторов прогнозов, трудности, стоящие перед ними (П).**

П 1. Отсутствует системный подход к экспертному прогнозированию как к процессу получения экспертного заключения.

П 2. Не разработана система понятий, относящихся к экспертному прогнозированию.

П 3. Отсутствует теоретическое обоснование подбора наиболее квалифицированных экспертов по рассматриваемой проблеме; в частности, не разработан алгоритм определения рейтинга эксперта.

П 4. Не обоснован подбор вида экспертной оценки и даже не рассмотрена возможность такого подбора, что разрывает соотношение между формой и содержанием экспертной информации.

П 5. Не определены четко области применения большинства экспертных процедур. Совокупность этих процедур не систематизирована. Слабо развиты экспериментальные исследования экспертных процедур. Нет корректного обоснования правомерности их использования.

П 6. Неполно решены проблемы создания благоприятного психологического климата при открытом обсуждении экспертных оценок.

П 7. Недостаточно исследован и учтен конформизм экспертов в их суждениях.

П 8. Методы обработки экспертных суждений развиты лишь для небольшой группы простейших видов, таких, как группировки, ранжировки, интервалы и числа.

П 9. Слабо разработано программное обеспечение для получения, анализа, а также дискретной и статистической обработки нечисловых экспертных оценок.

П 10. Не разработана методика оценки качества экспертных прогнозов.

П 11. Слабо разработаны вопросы увязки и согласования единичных прогнозов в комплексный, а также синтеза частных прогнозов (стыковка прогнозов социального с научно-техническим, экологического с экономическим, увязка региональных прогнозов с национальными и т.д.).

П 12. Отсутствуют глубокие исследования заблуждений экспертов в прогнозировании.

П 13. Не ведется систематический учет ошибок экспертов, что обусловлено следующими причинами:

П 13.1. Не разработано теоретическое обоснование для объективной оценки уровня экспертных ошибок.

П. 13.2. Остается закрытой и недоступной для анализа большая часть важных прогнозов.

П 13.3. Авторы прогнозов, будь то организация либо отдельный эксперт, обнаруживают резко отрицательное отношение к критике прогнозов со стороны.

П 14. Не учитывается известный феномен, что группа экспертов может принять более рискованное решение, чем индивид.

П 15. Не обоснован подбор многих системно-образующих элементов технологии экспертного прогнозирования, и даже не рассматривается возможность такого подбора.

П 16. Практически не развит подход к выявлению информации у ЛПР и Заказчика, по постановке задачи на разработку прогноза по ее анализу и обработке.

### **Общие трудности и недостатки в сфере экспертного прогнозирования (О).**

О 1. Отсутствие общероссийского центра по разработке методологии, методик и программного обеспечения в области экспертного прогнозирования и организации, как всероссийских

совещаний, так и постоянно действующих семинаров в области прогностики.

О 2. Отсутствие постоянных организационно оформленных связей между организациями и лицами, занимающимися экспертным прогнозированием. Имеющиеся контакты носят в основном случайный, эпизодический характер и поэтому малоэффективны.

О 3. Отсутствие широких и постоянных связей с двумя мировыми прогностическими организациями.

О 4. Малочисленность профессиональных прогнозистов.

О 5. Отсутствие экспертов по той или иной конкретной проблеме или же невозможность их найти в приемлемые сроки при разработке прогнозов.

О 6. Аритмия процесса подготовки и получения прогноза.

О 7. Различив в области профессиональной терминологии экспертного прогнозирования у четырех основных субъектов этой деятельности.

О 8. Отсутствие всей «линейки» прогностических изданий, от научно-популярных до изданий академического уровня.

О 9. Отсутствие правового обеспечения экспертного прогнозирования, т.е. пакета документов, включающих Положение об экспертном прогнозировании, Концепцию прогнозирования, Положение о стимулировании лиц, участвующих в экспертном прогнозировании, Положение о статусе эксперта, Методические рекомендации. При этом такой пакет документов должен не только отражать специфику той или иной отрасли, как это обычно бывает, но и содержать общие разделы и тем самым рассматривать экспертное прогнозирование как самостоятельную дисциплину (т.е. родо-видовой подход).

О 10. Отсутствие организационного механизма, создающего заинтересованность всех субъектов экспертного прогнозирования в тщательной и добросовестной работе.

О 11. Отсутствие действий, позволяющих сломать социально-психологическую установку на ритуальность экспертного прогнозирования у ее заказчиков и экспертов.

О 12. Недооценка методики системного подхода к анализу проблем и выработке альтернативных решений [37].

О 13. Недостаточный учет социально-психологических аспектов при экспертном прогнозировании.

О 14. Шаблонный подход к решению проблем; неумение учесть специфику новой проблематики [37]. (Имеются в виду прогнозные исследования тех или иных проблем. - Ю.С.)

О 15. Недостаточно масштабно организованы как основные, так и специальные курсы в вузах в области прогностики. Недостаток учебников и учебных пособий по прогностике.

О 16. Не предусмотрено в плане государственных издательств издание учебников и учебных пособий по экспертному прогнозированию.

О 17. Не организована подготовка и переподготовка прогнозистов и организаторов прогнозов.

### **Заблуждения субъектов, разрабатывающих экспертные прогнозы.**

Заблуждения при формировании экспертного суждения могут привести к существенной ошибке в интерпретации прогноза. Недопущение заблуждений представляется весьма желательным.

Заблуждения уже давно в систематизированном виде исследуются в теории познания. Так, еще Ф. Бэкон, подвергая развернутой критике схоластическую теорию познания, рассмотрел в своей работе «Новый Органон» ряд предрассудков человеческого познания - «призраков (идолов)», как он их назвал [30].

В самих названиях заблуждений - 1) призрак расы (рода), 2) призрак пещеры, 3) призраки общественной площади (рынка) и 4) призрак театра - Ф. Бэкон указывал источники проникновения ложных понятий в науку. «Призраки» из первой и второй группы - это те заблуждения людей, которые определяются естественными свойствами человеческого ума. Два следующих «призрака» Ф. Бэкон называет приобретенными предрассудками, возникшими в процессе общественной жизни [30].

Немало заблуждений людей описано в литературе по психологии. Особо хотелось бы отметить исследования заблуждений ЛПР при принятии решения и путей их преодоления, проведенные О.И. Ларичевым [75,76].

Рассмотрим ряд заблуждений, присущих, как это отмечено многими исследователями, участникам разработки прогнозов.

1) Сверхоптимизм в краткосрочных прогнозах («недолет»).

Примечание. При оценке времени свершения событий, которые, по мнению экспертов, должны вскоре наступить, делается ошибка чаще всего в сторону излишнего оптимизма. Эта тема исследована А. Маршаллом и У. Меклингом [270]. Г.М. Добров [50] утверждает, что указанная закономерность верна для краткосрочных прогнозов до пяти лет.

На наш взгляд, свехоптимизм в краткосрочных прогнозах - одна из причин систематического занижения сроков выполнения работ в сетевом планировании.

## 2) Сверхпессимизм в долгосрочных прогнозах («перелет»).

Примечание. Это заблуждение часто связывается с недостатком воображения и/или «чутья» у экспертов. Оно упомянуто в списке Эйреса [220]. Так, предварительные оценки технических характеристик и спроса, а нередко и времени разработки продукции для долгосрочных прогнозов имеют тенденцию быть сверхпессимистическими [213].

В связи с этим Г.М. Добров указывает, что сверхпессимизм чаще проявляется в долгосрочных прогнозах на 20 и более лет [50].

## 3) Сверхкомпенсация.

Примечание. Это заблуждение, в первую очередь, относится к технико-технологическому прогнозированию. Оно входит в список Р. Эйреса [220] и проиллюстрировано Э. Янчем [213] следующим образом: «В наши дни человеческий гений может добиться всего».

## 4) «Закон» Кларка.

Примечание. Если компетентный и пожилой эксперт даст вербальную оценку - «это неосуществимо», то имеется достаточно оснований надеяться, что он ошибается. Если он же дает оценку - «это невозможно», то оказывается, что почти всегда он прав (цитируется по Г.М. Доброву. - Ю.С.) [50].

## 5) «Групповая экспертиза - это несерьезно».

Примечание. В подтверждение этого положения часто приводят цитату из «Былое и думы» А.И. Герцена: «что если б Колумб или Коперник пустили Америку и движение Земли на голоса?»

6) Отдельная экспертная оценка - это несерьезно.

Примечание. В подтверждение этого часто говорят, что любая отдельная экспертная оценка - это всего лишь субъективная точка зрения.

7) Эксперт - это измерительный прибор.

Примечание. На наш взгляд, такая концепция неверна по следующим причинам:

7.1) При экспертном оценивании в отличие от физических измерений, где ошибка обычно меньше одного процента от среднего, числовые оценки, даваемые одним и тем же экспертом, характеризуются существенно большими отклонениями и отсутствием логики. Причем, по мнению Р. Льюса и Е. Галантера, «эта непоследовательность настолько велика, что, с нашей точки зрения, ее невозможно объяснить, считая, что ошибка отклонения ответа на частный стимул иногда составляет 20-40 % от среднего значения» [86].

7.2) Эксперты, исполняя роль «прибора», могут сознательно искажать свои заключения.

7.3) В отличие от прибора, дающего систематическую ошибку при многократном измерении одного объекта, эксперты часто совершают практически одни и те же типы ошибок при оценке разных объектов. Систематические ошибки экспертов уже давно рассмотрены в литературе. Так, еще Ф. Бэкон в своей работе [30] указал ряд предрассудков человеческого познания. В работах [150,151,161,163,167,304] описаны и систематизированы заблуждения всех субъектов экспертологии, являющиеся, по сути, «ловушками» при экспертизе.

7.4) Эксперты могут разнообразить форму своей оценки и давать свои оценки не только в числовом виде.



7.5) Эксперты при формулировке заключения могут сознательно или бессознательно включить в них большое число оговорок и условий, делая его достаточно неопределенным. У большинства ведущих экспертов, особенно в политике, это замечено как «синдром собственной безопасности».

8) Экспертная оценка - это реализация случайной величины.

Как заблуждение это рассматривается, в частности, у В.Н. Тутубалина [178].

9) Величины ошибок взаимно погашаются в массе данных. (В крайних случаях к этому присоединяется вера в нормальный закон распределения либо более изощренное заблуждение, что если уж сами случайные величины не нормальны, то уж их логарифмы - нормальны [178].)

10) Закон малых чисел.

Это «ловушка» даже для опытных экспертов в области статистического вывода, в соответствии с которым выборка обязательно является репрезентативной по отношению к генеральной совокупности в целом.

11) Суждение по встречаемости.

Эксперты часто определяют вероятности событий по тому, как часто они сами сталкиваются с этими событиями и насколько важными для них были эти встречи [315].

12) Суждение по представительности.

При оценке субъективной вероятности эксперты почти не учитывают априорные вероятности.

Поясним это следующим примером. Рассмотрим задачу. В группе из 100 человек необходимо определить профессию одного из них, взятого наугад. При этом известно, что в этой группе 70 инженеров и 30 юристов. К сожалению, при опросе большой совокупности респондентов распределение ответов примерно 50 на 50. Этот и другие аналогичные примеры даны в работах П. Словики, П. Канемана и А. Тверского [307, 308, 315].

13) Суждение по точке отсчета. Если при определении экспертом субъективной вероятности предполагаемого будущего начальная информация используется как точка отсчета, то она существенно влияет на результат.

Так, при оценках вероятности событий группам людей давали завышенные и заниженные начальные значения и просили их скорректировать. Средние по группам ответы существенно различались [315].

14) Истина близка к середине. Это имеет место, когда при оценивании эксперту заранее сообщают об ограничениях на возможные крайние значения перспективного показателя.

15) Сверхдоверие. Исследования показали [309], что люди чрезмерно доверяют своим суждениям, особенно когда это касается оценки вероятности редких явлений природы.

Проводя тестовые исследования со студентами в Гарвардской школе бизнеса, М. Альперт и Х. Райфа обнаружили, что 426 из 1000 построенных ими 98% доверительных интервалов не содержали истинного значения оцененного параметра [216].

Подобные результаты не редкость, хотя на первый взгляд кажутся неожиданными. Проводя совместно с С.А. Петровским эмпирическое исследование свойств гистограммных экспертных оценок,

мы получили в тестовых исследованиях, что из общего числа 1413 оценок 782 оценки не содержали истинного значения (описано в § 4.1). При этом при построении гистограммных оценок испытуемых сначала просили указать границы оцениваемой величины, в которые ее истинное значение попадет практически со стопроцентной, по их мнению, уверенностью.

Изучений сверхдоверия как заблуждения посвящена работа [309]. Много ссылок на соответствующие исследования приводится в работе [259].

16) Опрос экспертов как определенный этап их работы, к сожалению, воспринимается ЛПР как некий «нулевой» цикл исследования. Необходимо отметить это как одно из серьезнейших заблуждений ЛПР.

17) Эксперты склонны недооценивать вероятность наиболее возможного события и преувеличивать вероятность наименее возможного события, а также преувеличивать дисперсию оцениваемой случайной величины [221, 238].

В заключение этого обзора необходимо отметить, что недостатки одних субъектов, создающие трудности для остальных, порождаются не только субъективными, но и объективными трудностями экспертизы. Все это оборачивается ошибками при экспертном прогнозировании.

18) Долгосрочные прогнозы менее надежны. Это не так, потому что легко сконструировать соответствующие контрпримеры: будет ли жив конкретный человек через год или через 200 лет? Ответ на вторую часть вопроса более надежен, чем на первую. Или, например, ответить на вопрос о соотношении курса доллара и евро в начале периода функционирования евро было затруднительно и результат был менее надежен, но затем, через год, прогноз стал гораздо надежней даже на больший срок.

## Результаты и выводы по гл. 1

Впервые рассмотрен подход к технологии экспертного прогнозирования (ТЭП) как к системе с выделением восьми системно-образующих элементов ТЭП. Технология прогнозирования группой экспертов позволяет разрабатывать качественные экспертные прогнозы на основе системного анализа. Каждый из двенадцати этапов процесса получения экспертного заключения подробно описан, указаны их взаимосвязи между собой, а также с объектом прогнозирования. На каждом этапе и в любой процедуре указаны субъекты, реализующие данный этап. Указаны права и ответственность субъектов в зависимости от их функциональной роли в процессе получения высококачественного экспертного заключения. Выявлены восемь элементов технологии, обладающих «системозначимыми» свойствами.

Систематизированы и обобщены основные недостатки, трудности и заблуждения всех субъектов экспертного прогнозирования. Это позволило, во-первых, поставить задачи всем участникам процесса прогнозирования на основе экспертных суждений, перечислить и систематизировать их проблемы и трудности и, во-вторых, указать возможные «ловушки» при разработке прогнозов.

Даны основные определения экспертологии и прогностики, используемые в работе, раскрыто содержание наиболее сложных из этих понятий.

## **ГЛАВА 2. СИСТЕМНО-ОБРАЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЭП**

**В главе описаны восемь системно-образующих элементов технологии экспертного прогнозирования.**

### **§ 2.1. Базовые методы позволяющие получить новое знание от специалистов**

**В параграфе предложен аналитический обзор основных экспертных процедур и методов их организации, позволяющих получить новое знание от специалистов**

Наиболее изученным системно-образующим элементом технологии экспертного прогнозирования являются процедуры и методы организации деятельности экспертных групп, используемые в экспертном прогнозировании и позволяющие получить новую информацию от экспертов.

Многие из этих методов также используются для поиска новых технических идей и решений.

Разработанные к настоящему времени методы могут быть использованы для того, чтобы получить новую информацию как от отдельного эксперта (например, морфологический анализ), так и от специально формируемого поискового коллектива (например, синектика).

Напомним эти методы и процедуры, а наиболее интересные и/или менее известные кратко опишем. (Нумерация методов и процедур необходима для четкого указания принадлежности к той или иной

выделенной совокупности методов, рассмотренной в гл. 5 второй части работы.)

### **1. Метод фокальных объектов**

Этот метод, используемый в экспертном прогнозировании, позволяющий достигнуть большего «растормаживания» экспертов; подсказывает неожиданные сравнения, которые дают возможность эксперту взглянуть на объект под необычным углом, избегая привычных и потому бесплодных ассоциаций.

Метод предложен в 1926 г. профессором Берлинского университета Ф. Кунце и усовершенствован в 1958 г. американским специалистом Ч. Вайтингом [319]. Его суть состоит в том, что, удерживая совершенствуемую систему в фокусе внимания (отсюда название метода), эксперты переносят на нее свойства других объектов, не имеющих к ней никакого отношения. В связи с этим возникают необычные сочетания, которые развивают путем свободных ассоциаций. Рассматриваемый метод относится к ассоциативным методам активизации творческого мышления и основывается на семантических свойствах понятий, путем использования аналогии их вторичных смысловых оттенков, причем источниками для генерирования идей служат ассоциации, метафоры и случайно выбранные понятия.

Метод фокальных объектов применяется следующим образом:

- ЛПР выбирает совершенствуемый объект и формирует цель его совершенствования;
- Эксперт случайным образом выбирает из книг, каталогов, журналов несколько объектов и регистрирует их признаки;
- Эксперт ищет интересные сочетания;

- Эксперт пытается перенести эти сочетания на совершенствуемый объект.

Как правило, получаются интересные сочетания свойств, из которых иногда рождаются новые идеи.

Другой пример ассоциативных методов — метод гирлянд случайностей и ассоциаций, предложенный Г. О. Бушем (1972) и описанный в его работе, опубликованной в 1976 г. []<sup>6</sup>

## **2. Метод (процедура) «мозговой атаки» (авторская трактовка-Ю.С.).**

Мозговая атака была предложена в 40-е годы прошлого столетия американским психологом Алексом Ф. Осборном. Как метод “мозговая атака” стала известна широкому кругу специалистов с выходом в 1957 году книги А. Осборна «Управляемое воображение», в которой раскрывались принципы и процедуры творческого мышления [277], хотя пользовались им гораздо раньше. В этом методе он использовал тот факт, что одни люди хорошо генерируют идеи, но плохо справляются с их анализом, а другие больше склонны к критическому анализу идей, чем к их генерированию.

По сути, метод состоит в том, чтобы разделить процессы собственно генерации и критического анализа предложений по времени и по группам экспертов. Таким образом, одна группа экспертов, получив задачу, только выдвигает идеи, другая — только анализирует предложения.

Предложенный метод возник как попытка устранить одну из наиболее серьезных помех творческому мышлению - боязнь критики

---

<sup>6</sup> Буш Г. О. Рождение изобретательских идей. Рига, Изд-во «Лиесма», 1976, 128 с.

выдвигаемых идей. В целях устранения этой помехи метод предполагает выдвижение и анализ любых идей (в том числе самых фантастических, явно ошибочных, шуточных), так как они могут стимулировать появление более ценных идей. Этот коллективный метод решения задач, предоставляет возможность развивать идеи друг друга.

В ряде случаев в русской литературе используются и другие варианты перевода названия метода А. Осборна – brain-storming, мозговой штурм, метод отнесенной оценки, метод обмена мнениями и др. (В словаре Мюллера понятие «brain-storm» переводится: как буйный припадок, душевное потрясение. В словаре, составленном Гальпериным: припадок безумия; блестящая идея, великолепный план; бредовая мысль, идея. В толковом словаре английского языка Вебстера приведены следующие варианты трактовки понятия brain-storm: a violent transient fit of insanity; a sudden bright idea; - a have brained idea, что можно перевести как: свирепый (неистовый, бешеный) скоротечный припадок (приступ) умопомешательства; внезапная блестящая (яркая) идея; безрассудная идея. Приведенные переводы позволяют лучше понять суть предложенного Осборном метода).

Иногда мозговой штурм рассматривают как версию мозговой атаки, по-видимому, полагая, что в последней используется лишь первый этап процедуры собственно генерация идей.

Двухэтапная процедура решения задачи: когда на первом этапе выдвигаются идеи, а на втором они конкретизируются и развиваются, использовалась достаточно давно. Двухэтапный подход к решению проблем описан Тацитом, исследовавшим быт германцев: "На пиршествах они толкуют и о примирении враждующих между собой, и о заключении браков, о выдвижении вождей, полагая, что ни в какое другое время душа не бывает столь расположена к откровенности и никогда так не воспламеняется для помыслов о великом. На следующий



день возобновляется обсуждение тех же вопросов. И то, что они в два приема занимаются ими, покоится на разумном основании: они обсуждают их, когда неспособны к притворству, и принимают решения, когда ничто не способствует их здравомыслию". Этому свидетельству две тысячи лет. Еще более древним примером того же подхода является способ, применявшийся в древней Вифинии (находилась на территории современной Турции) в 700-600 годах до нашей эры. По свидетельству историков, у населявших эту местность племен вифинов был такой обычай: столкнувшись с совершенно новой ситуацией, по которой необходимо было принимать взвешенное и ответственное решение, они расширяли многообразие вариантов путем опроса всех, кого возможно, а затем отбирали то, что казалось наиболее приемлемым. Так, когда было непонятно, как и чем лечить заболевшего человека, члены его семьи выносили больного на всеобщее обозрение, и любой прохожий мог поделиться с родственниками своими суждениями и опытом. Впоследствии семейный совет выбирал из предложенных мер наиболее подходящую.<sup>7</sup>

Существуют и современные варианты мифов об использовании метода "мозговой атаки" в истории научно-технических инноваций, связывают их с поиском защиты от торпедных атак.

Во время Второй мировой войны капитан одного американского корабля выстроил команду на палубе и предложил всем матросам и офицерам, не обращая внимания на различия и звания, высказывать свои варианты противодействия торпедным атакам японских эсминцев в Тихом океане. Один из матросов предложил следующее. «Как только мы заметим японскую торпеду, - сказал он, - мы всей командой встанем вдоль того борта, к которому она плывет, и начнем дуть в сторону этой торпеды. И тогда она от нашего ветра изменит направление и пройдет мимо цели, т.е. корабля». Так вот, на основе этого на первый взгляд

---

<sup>7</sup> Используются материалы реферата Топольской Т.А. и Домбровского И.В. из группы 05-233 МАИ

совершенно абсурдного, дилетантского и даже идиотского предложения был сконструирован силовой гидравлический аппарат, который, как брандспойт, направлял мощную струю воды в сторону приближающейся и теряющей скорость торпеды, что изменяло ее траекторию, и таким образом, позволяло избежать попадания торпеды в корабль.

Мозговую атаку нельзя назвать экспертизой в строгом смысле, т.к. участие в ней людей, не являющихся специалистами по рассматриваемому вопросу, не только допускается, но даже поощряется.

Мозговая атака состоит из трех этапов.

#### Первый этап — подготовительный

На этом этапе решаются следующие задачи:

1. Подбор двух ведущих процедуры: специалиста по проблеме экспертизы или исследуемого объекта и специалиста по процедуре.

Процедурный организатор дает возможность высказаться каждому, следит за тем, чтобы все участники выступали достаточно активно, не критиковали друг друга и не углублялись в анализ частных отдельных предложений.

Организатор специалист готовит ориентирующую информацию и следит за тем, чтобы каждое высказанное предложение аргументировалось в понятных для участников терминах.

Роль ведущих при проведении мозговой атаки многозначна и трудна. Алекс Осборн предлагал выбирать ведущих среди лиц, обладающих высокой творческой активностью в сочетании с доброжелательностью по отношению к идеям, высказанным другими людьми. Кроме того, ведущий должен органично сочетать в себе качества генератора и аналитика идей.

Важнейшими его качествами являются скорость реакции, богатство ассоциативных связей, легкость генерирования идей в сочетании с хорошими аналитическими способностями, чувством юмора.

Специалист по проблеме на данном этапе должен:

- подготавливать ориентирующую информацию (совместно с процедурным);
- четко сформулировать и записать (в общих понятиях) задачу, которую следует разбить на максимальное число наиболее простых подзадач (для решения этой задачи возможно использование специальных наводящих вопросов, по аналогии с тем, как это делается в методе контрольных вопросов).

Специалист по процедуре на данном этапе должен:

- подготовить предложения по персональному составу двух групп (генераторов и аналитиков) и принять их (совместно со специалистом по проблеме);
- подготовить дополнительные материалы и информацию, касающиеся поставленной задачи (причины неудач аналогичных исследовательских попыток, существующие ограничения различного рода и т.т.);
- заранее ограничить время для окончательной оценки идей и принятия заключительного решения.

## 2. Определение первой группы участников — генераторов идей.

В эту группу целесообразно привлекать людей, отличающихся хорошими творческими способностями, большой скоростью мыслительных процессов, легкостью включения в новые ситуации, гибкостью, способностью быстро переключать внимание с одного аспекта на другой. Они должны уметь отойти от привычных установок и

психологических «тормозов», ограничений, что позволит им расширить область возможностей.

В группу генераторов идей должны входить люди различных специальностей.

Количество участников первой группы должно быть оптимальным для эффективного решения проблемы, но обычно — от 5 до 15. (На наш взгляд, количество участников, должно зависеть от степени трудности поставленной задачи. - Ю.С.)

3. Создание условий для снятия давления на участников их предыдущего профессионального и житейского опыта.

Обстановка должна быть доброжелательной, способствующей смелому предложению любых идей. Снятие давления предыдущего опыта повышает чувствительность к очень слабым ассоциациям, на основе которых зачастую и рождаются неожиданные, оригинальные, а иногда — шокирующие творческие находки. Процедура должна проходить в атмосфере раскованности и взаимного доверия.

4. Краткая ориентировка участников: знакомство с основными исходными данными проведения экспертизы (объект обсуждения) и формулировка ее единственной задачи.

В ряде случаев бывает очень полезно подготовить для участников перечень основных направлений, по которым могут быть улучшены (изменены) тот или иной процесс, работа или продукт.

5. Знакомство участников с процедурой проведения мозговой атаки и нижеследующими предварительными правилами на этапе генерации идей:

- каждый из участников должен считать поставленную на рассмотрение проблему актуальной;

- при генерировании идей необходимо свободно высказывать любые идеи, в том числе явно ошибочные, шуточные, фантастические (идеи выдвигаются без обоснования);
- критика (не только словесная, но и невербальная — в виде скептических улыбок и т.п.) предлагаемых идей и предложений, даже самых абсурдных, не допускается;
- поощрение всех выдвигаемых идей, включая нереальные и фантастические, бредовые;
- запрет обоснования выдвигаемых идей. (В ходе атаки должно быть получено как можно большое количество новых предложений, поэтому слишком тщательное обсуждение каждого предложения ведет к снижению продуктивности работы);
- следует внимательно рассматривать все выдвинутые идеи, даже те, которые кажутся явно ошибочными или несерьезными;
- в ходе мозговой атаки между его участниками должны быть установлены доброжелательные отношения;
- желательно, чтобы идея, выдвинутая одним участником атаки, подхватывалась и развивалась другими;
- разрешаются высказывание только новых идей и выступления в развитие предыдущего предложения.

### Второй этап — собственно атака (этап генерации идей).

На данном этапе проводится «принудительный» опрос экспертов, а затем инициируется лавинообразное высказывание мнений или идей. Задачи участников: сгенерировать поток новых предложений, лавину идей. Группа проводит одно заседание продолжительностью не более часа.

Мозговую атаку проводят двое ведущих: специалист по проблеме экспертизы и специалист по процедуре.

Основное управление ведет процедурный, он следит за тем, чтобы все эксперты выступали достаточно активно, не критиковали друг друга и не углублялись в анализ частных фактов.

Ведущие процедуры не имеют права выражать сомнения, скептицизм или тем более объявлять предложение участника бесполезным, неверным или не относящимся к делу. Было бы ошибкой потребовать от участников фактов и предложений по проблеме экспертизы.

Специалист по процедуре на данном этапе должен:

- поддерживать непринужденность обстановки, не давая увязнуть в потоке идей;
- исключить не только словесную критику любого предложения участника, но и любые жесты, иронические улыбки и т.п.;
- записывать каждую идею в протокольный список идей и фиксировать тем или иным способом (например, магнитофон), чтобы избежать неоднозначности в ее понимании (обычно на магнитофон записывается весь ход заседания).

Специалист по проблеме на данном этапе должен:

- предлагать тому или иному участнику развить мысль и таким путем способствовать доведению ее до сознания других участников экспертизы.
- ориентировать мышление участников на решение этой проблемы и в ее ходе направлять высказывания экспертов в соответствующее русло;

- замечать в процессе обсуждения проблемы новые предложения участников и способствовать их развитию;
- следить за тем, чтобы выдвигаемые предложения были понятны большинству участников;
- доводить аргументацию предложений до такой степени, чтобы большинство участников поняло сущность предложения и по возможности прореагировало на него;
- направлять развитие дискуссии в нужное русло, к достижению заданной цели, не сбиваясь на беседу, на соревнование в остроумии и т.п. (В то же время он не должен навязывать участникам дискуссии свое мнение, ориентировать их на определенный способ мышления);
- следить за тем, чтобы каждое высказанное предложение аргументировалось в понятных для специалистов терминах.

Специалист по проблеме не имеет права выступать.

Возможны два пути организации этого этапа: «упорядоченный», когда каждый член группы высказывает идеи в порядке очередности, и «неупорядоченный», когда члены группы высказывают идеи по мере их возникновения.

Количество выступлений одного участника формально не ограничивается.

Основные принципы реализации этого этапа:

- есть идея, — говорю; нет идеи — не молчу;
- поощрять самое фантастическое ассоциирование: чем более сумасшедшей кажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;

- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять;
- можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими; участника, выступившего с критикой, лишают слова;
- не имеет никакого значения социальный статус участников, царит абсолютная демократия с приоритетом «сумасшедших идей»;
- время выступления каждого участника — не более нескольких минут.

### 3. Третий этап — творческий анализ высказанных идей.

Здесь необходимо решить следующие задачи.

1. Сформировать вторую группу участников — аналитиков (с помощью ведущих).

К участникам этапа анализа идей (аналитики) предъявляется очень широкий спектр требований. Естественно, что они должны быть интеллектуалами, обладать логическим, упорядоченным мышлением, при этом логика сочетается у аналитиков с терпимостью к новым подходам. Важно, чтобы аналитики не относились ревниво к чужим идеям. Эти люди должны обладать чувством повышенной ответственности за свое дело. Они, несомненно, должны быть оптимистами, но их оптимизм основывается на предположении, что лучшая идея - это та, которая рассматривается в данный момент.

Базовые принципы, на которых строится работа аналитика, - это обобщение и конкретизация. Поэтому важнейшим требованием при отборе в эту группу является наличие творческих способностей. Еще одно очень важное качество необходимо аналитику: выдержка, умение



распределять свои силы на длительный срок. Ведь если генератора идей можно сравнить со спринтером, вкладывающим все свои силы в короткий рывок, то аналитик - это, несомненно, стайер.

2. Организовать работу группы аналитиков с целью поиска конструктивного решения проблемы на основе списка идей, предложенных группой генераторов, по следующим правилам (с помощью ведущих):

- выявлять наиболее приемлемую творческую основу в каждой анализируемой идее (основное правило);
- анализировать все идеи без исключения;
- найти место каждой идее в системе и найти систему под каждую идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- искать принципиально новое видение проблемы;
- искать «жемчужину в навозе».

На этом этапе идеи, полученные в результате обсуждения проблемы первой группой, конкретизируются, развиваются и наиболее перспективные из них прорабатываются. Проводится оценка значимости высказанных предложений, и формируется список заключений, при этом ведется тщательный поиск рационального зерна в каждой выдвинутой идее.

Результатом использования метода считается заключительное мнение всех участников процедуры. Вопрос об авторстве и приоритете идей и решений, найденных этим методом, является довольно сложным. Обычно порядок установления авторства должен быть оговорен заранее. Имеются следующие варианты:

- установление авторства за лицами, сделавшими заключительный шаг в формировании новой идеи;
- признание всех участников авторами на одинаковых правах.

### **3. Модификации метода мозговой атаки**

Среди модификаций обычно рассматриваются: мозговая осада; обратный штурм; индивидуальный штурм; двустадийный штурм; поэтапный штурм; метод «I-G-I»; конференция идей; процедура Синектика; парная атака; массовая мозговая атака.

Общая организационная черта различных разновидностей мозговой атаки — проведение управляемой дискуссии в небольших группах участников и экспертов и учет психологии коллективного мышления.

Если проводить мозговой штурм так, чтобы каждая идея обязательно доводилась до логического завершения, то эффективность процедуры повышается. Однако в этом случае увеличиваются затраты времени — иногда такой штурм приходится вести в течение многих дней. В течение всего этого времени происходит повторяющийся круг операций, связанных с анализом идей, выдвинутых на этапе генерации. Этот вариант штурма называют мозговой осадой.

*В обратном штурме (или метод мозговой атаки наоборот) в первую очередь ищут недостатки системы или процесса. Этот метод построен на том, что все участники высказывают лишь критические замечания к ранее предложенным идеям. Обратная мозговая атака используется для решения узких конкретных задач.*

На первом этапе все внимание участников сосредотачивается на выявлении всевозможных недостатков объекта, решения какой то

задачи или исследуемой проблемы. Анализ вскрывает недостатки, ограничения, дефекты и противоречия, имеющиеся в конкретной идее или в техническом объекте, который требуется разработать или усовершенствовать.

Предварительная их оценка проводится участниками заседания: более тщательная — экспертами, которые вычеркивают явно ошибочные утверждения, уточняя тем самым перечень обнаруженных недостатков.

*На втором этапе* ведется поиск путей по ликвидации найденных недостатков объекта, решения какой то задачи или исследуемой проблемы. При этом используются правила обычной мозговой атаки.

*Индивидуальный штурм* проводит один человек, последовательно генерируя идеи, а затем оценивая их.

*Двустадийный штурм. (Метод двойной мозговой атаки).* Модификация “мозговой атаки”, которая проводится в два этапа по полтора часа, в перерыве ведется свободное обсуждение проблемы.

Участникам заседания рассылаются письменные приглашения с указанием цели мозговой атаки и разъяснением их роли в решении поставленной задачи. К приглашению прилагаются правила проведения метода двойной мозговой атаки. Число участников сессии — 30-40 человек. Продолжительность от 2,5 до 3 часов, включая 45-минутный перерыв. На первом этапе ставится задача и проводится генерирование идей, которые пока не оцениваются.

В перерыве, являющемся составной частью сессии, идеи обсуждаются и уточняются. Происходит генерирование новых идей.

После перерыва на втором этапе заседания продолжается генерирование идей, но уже с учетом критики, высказанной в перерыве. Выступления всех без исключения участников строго регламентируются. После заседания идеи оцениваются экспертами и рекомендуются к разработке.

*Поэтапный штурм* — модификация мозговой атаки, в которой последовательно штурмуются: постановка задачи, решение, развитие идеи в конструкцию и проблема внедрения.

*Метод I-G-I* (индивид – группа – индивид) — еще одна модификация мозговой атаки. Рассмотрим составляющие этого метода в изложении Дж. Р. Росситера и Л. Перси []<sup>8</sup>.

К участникам обращаются с просьбой разработать исходные творческие идеи. Для этого собирают от четырех до семи человек. Участникам не разрешено общаться друг с другом (вначале идет индивидуальная работа).

На первом этапе участники получают два указания:

- выдавать количество, а не качество информации;
- выдать не менее 10 решений, при этом на каждое дается не более 15 минут.

Ведущий представляет стратегию позиционирования, которая должна лежать в основе творческих идей, а затем действует как наблюдатель. На этой основе участники предлагают творческие идеи, в письменном виде. Далее начинается этап группового обсуждения:

- ведущий собирает изложенные на бумаге идеи и воспроизводит их на экране проектора или на доске;

---

<sup>8</sup> Advertising Communications & Promotion Management.

- каждый автор кратко представляет свою идею, а остальные участники высказывают замечания и пытаются соотнести каждую новую идею с теми, которые уже были заслушаны;

- группа обсуждает все идеи.

После группового обсуждения участники вновь переходят к самостоятельной работе и голосуют за ту идею, которую считают лучшей. Все имеют равное право голоса. В итоге выбираются несколько лучших идей. Далее происходит их ранжирование от самой перспективной до наименее интересной. Идеи, получившие наивысшую общую оценку, передаются на реализацию и тестирование.

*Метод конференция идей* был разработан в 1970 году В. Гильде и К.Д. Штарке (ГДР) на базе стандартной мозговой атаки []<sup>9</sup>.

*Процедура (метод) синектика* является еще одним эффективным методом коллективного поиска. Он был предложен американским исследователем В. Гордоном [258]. В основу синектических способов генерации положен мозговой штурм, проводимый группой специально обученных людей. В переводе с греческого «синектика» — совмещение разнородных элементов. Название метода подчеркивает его сущность, которая заключается в выявлении противоположных сторон или тенденций в рассматриваемом объекте (процессе).

В синектике в отличие от самого мозгового штурма участников целенаправленно обучают самому методу, с тем, чтобы подготовить из них так называемых синекторов (специалистов, занимающихся поиском новых, чаще всего технических решений). Более того, некоторые полагают, что это и есть основная особенность синектики, как и полная специализация его участников. При подборе группы специалистов в

---

<sup>9</sup> Гильде В., Штарке К.Д. Нужны идеи. Пер. с нем. М., «Мир», 1973. 64 с.

синектическую группу, особое внимание обращают на широту диапазона знаний, наличие практического опыта и гибкость мышления.

Согласно трактовке одного из полных словарей английского языка: "Синектические группы — группы людей различных специальностей, которые встречаются с целью попытки творческих решений проблем путем неограниченной тренировки воображения и объединения несовместимых элементов".

В процессе реализации метода такая группа занята полный рабочий день в течение нескольких недель — вплоть до решения проблемы. Руководить ею должен опытный специалист, хорошо знакомый с основами метода. Количественный состав группы синекторов 5-7 человек.

Обучение методике происходит путем включения специалиста, не знакомого с данным методом, в группу опытных участников для усвоения им основных приемов в процессе работы. Такие синектические группы, накапливая приемы и опыт работы, добиваются больших успехов, в частности, при необходимости нахождения новых технических решений и других подобных задач. Обсуждение в группе часто начинается не с формулировки задачи, а с рассмотрения сущности принципа, лежащего в основе исследуемого процесса. Это дает возможность охватить в ходе обсуждения широкий круг общих проблем и использовать новые процессы и явления при выполнении функций, предусмотренных условиями задачи.

Большое значение в методике придается формулировке задачи. Преждевременно четкая формулировка задачи, считают синекторы, приводит к затруднениям в поиске оригинальных решений.

Решение задачи начинается с внесения изменений в ее постановку, предложенную заказчиком. Постепенно круг этих проблем (под влиянием вопросов руководителя) должен быть сужен и направлен в одном направлении.

После того, как сформулирована уточненная постановка задачи, участники группы, пользуясь набором приемов, производят систематические попытки взглянуть на проблему с различных точек зрения и тем самым преодолеть «психологическую инерцию».

Основное правило синектора - избегать шаблонного мышления, видеть задачу с разных точек зрения.

Каждый синектор должен обладать по крайней мере шестью качествами:

- умением абстрагироваться от обычного суждения, мысленно отвлечься от обследуемого объекта, выделить сущность задания и научиться бороться с привычным ходом мышления;

- склонностью к свободным раздумьям, умением свободно работать, доходя до уровня фантазии;

- умением задержать дальнейшее развитие найденных идей и верить в то, что впереди появятся лучшие;

- благожелательно воспринимать чужие идеи даже в случаях, когда они нечетко сформулированы;

- иметь целенаправленность и твёрдую веру в успешное решение задачи, быть уверенным в своих изобретательских способностях и способностях других участников;

- находить обычном необычное и в необычном обычное, уметь усматривать в обычных предметах и явлениях нечто особенное, использовать это особенное в качестве исходного пункта для развития творческого воображения.

Основными творческими приемами в синектике являются следующие виды аналогий.

1. *Прямая аналогия.* Рассматриваемый объект, чаще всего технический, сопоставляется с похожими объектами из других областей техники или живой природы (например, мост и паутина, поток электронов и быстрый бег большой группы людей, сердце и насос и так далее).

2. *Личностная аналогия (эмпатия).* Решающий задачу вживается в образ совершенствуемого объекта, пытается слиться с ним воедино и проникнуть в механизм его работы, что помогает лучше понять задачу и условия ее осуществления.

3. *Символическая аналогия.* Выбранному на отдельном этапе ключевому представлению задачи (сущности предлагаемой идеи) нужно подобрать сжатую смысловую формулировку в виде короткого определения, состоящего из существительного и прилагательного. Например, храповой механизм — надежная прерывистость, пламя — видимая теплота, прочность — принудительная целостность и т.п.

4. *Фантастическая аналогия.* В устройство, решающее задачу, разработчик вводит какие-либо фантастические существа, выполняющие то, что требуется по условиям задачи; или использует при решении какие-либо фантастические средства, например, волшебную палочку.

В определенной мере аналогии делают незнакомое знакомым и знакомое незнакомым. В первом случае обнаруживаемые сходства позволяют решить проблему известными способами, а во втором появляется возможность взглянуть на проблему с неожиданной стороны, что может натолкнуть на новое оригинальное решение.



Ход синектического заседания фиксируется тем или иным способом (например, записывается на магнитофон), затем такая запись изучается с целью поиска наилучшего пути решения задачи и извлечения уроков совершенствования приемов решения.

Для решения изобретательских задач структуру синектического процесса можно описать, базируясь на книге Чуса А.В. и Данченко В.Н. []<sup>10</sup>

1) *Формируется проблема в общем виде.* Особенностью этого этапа является то, что в ряде случаев никого из синекторов, кроме руководителя сессии, не посвящают в конкретные условия задачи (считается, что преждевременное четкое формулирование задачи затрудняет абстрагирование, уход от привычного хода мышления). Сессия начинается с обсуждения некоторых признаков задачи, например, с рассмотрения физического принципа процесса. Обсуждение охватывает широкий диапазон общих проблем и постепенно сужается под влиянием вопросов руководителя сессии, который должен направлять обсуждение в желаемое русло.

В последние годы синекторы все чаще формулируют проблемы в том виде, в котором она была дана Заказчиком.

На заседания приглашаются эксперты (специалисты в области обсуждаемых проблем), которые проясняют проблемную ситуацию.

Эксперт должен быть подготовлен к обсуждению и знаком с основами синектики. Он является помощником руководителя, может давать пояснения в области технической политики в данной отрасли, задавать наводящие вопросы. Главная задача эксперта - выявление полезных и конструктивных идей путем оперативного анализа высказываний.

Синекторы этот этап называют «формулировкой проблемы как она дана» — ПКД.

В начальной стадии обсуждения проблемы участники стремятся немедленно, без соблюдения синектических процедур, найти решение проблемы. Путем анализа первых решений эксперт обязан показать их слабые стороны (т.к. эти первые идеи зачастую тормозят творческое мышление участников) и разъяснить сущность действительной проблемы.

2) *Начинается анализ проблемы.* Синекторы проводят его совместно с экспертом. Изыскиваются возможности превратить незнакомую и непривычную проблему в некоторую привычную. Каждый участник, включая эксперта, обязан найти и оригинально сформулировать одну цель решения проблемы.

Руководитель записывает эти цели на доске. Таким образом, после объяснения сути проблемы и ее целей членам синектической группы дается возможность сформулировать ее так, «как они ее понимают» или «как она им представляется». Здесь выявляются привычные направления (концепции), по которым можно было бы осуществить поиск решения задачи. По сути, в большинстве случаев этот этап означает дробление проблемы на части, на подпроблемы.

Одну из наиболее удачных формулировок выбирает эксперт или руководитель. Этот этап синекторы называют «формулировкой проблемы как ее понимают» — ПКО.

3) *Ведется генерирование идей решения задачи в той ее формулировке, на которой сделан выбор.* Для этого начинается «экскурсия» по различным областям техники, живой природы, политики, психологии, религии и т.п. с целью выявления того, как подобные (аналогичные) проблемы могли бы быть решены в этих далеких от решаемой задачи областях. Основная цель этой «экскурсии» - найти новую точку зрения на рассматриваемую проблему. Такой подход

---

<sup>10</sup> Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества. (Учебное пособие) Днепропетровский металлургический Институт., Днепропетровск. 1980. 107 с.

позволяет мысли уйти далеко в сторону от обсуждаемой проблемы. Это, по мнению синекторов, способствует активизации творческого мышления.

«Экскурсия» начинается с того, что руководитель просит привести примеры-прецеденты, в которых имела бы место ситуация, аналогичная обсуждаемой, задает вопросы, вызывающие аналогии.

В процессе нахождения таких примеров синекторы используют четыре вида аналогий: прямую, личную, символическую, фантастическую.

*Прямая аналогия (ПА).* Рассматриваемый объект или процесс сравнивается с более или менее аналогичным объектом или процессом из другой отрасли техники или с объектом из живой природы. Делается попытка использования готовых решений из других областей техники или живой природы.

Например, если мы хотим усовершенствовать процесс окраски мебели, то применение ПА будет состоять в том, чтобы рассмотреть, как окрашиваются минералы, цветы, птицы. Или как окрашивают бумагу, как окрашивают телевизионное изображение и т.д.

Прямая аналогия по мере накопления опыта применения синектики превратилась в поиск аналогичных примеров в широком смысле.

*Личная аналогия (ЛА),* или эмпатия, персональная аналогия - отождествление себя с техническим объектом. Решающий задачу вживается в образ совершенствуемого объекта, пытаясь выяснить возникающие при этом ощущения, т.е. "прочувствовать" задачу.

Применение личной аналогии имеет целью добиться лучшего понимания задачи, определения условий ее осуществления, выявления ряда факторов, связанных с решением задачи, но обычно ускользающих от внимания. В некоторых случаях именно этот прием позволяет найти хорошее решение.

В примере с окраской мебели можно, например, представить себя белой вороной, которая хочет как-то окраситься. Личное отождествление с элементами проблемы освобождает человека от косности мышления и позволяет рассматривать проблему в новом и необычном свете.

*Символическая аналогия (СА)* - некоторая обобщенная, абстрактная аналогия. Требуется в парадоксальной форме кратко сформулировать (буквально в двух словах) фразу, отражающую суть явления. Эта фраза должна выражать связь между словами, которые обычно никак не сопоставляются, и содержать в себе нечто неожиданное, удивительное.

Впоследствии применение символической аналогии было сокращено до приема нахождения "названия книги", характеризующего определенное ключевое понятие так, чтобы оно обязательно содержало парадокс.

В практике на сессиях синекторов поиск оригинального "названия книги" понимают как в высшей степени сжатую, нередко поэтичную формулировку смысла ключевого слова, выбранного или при рассмотрении «проблемы как ее понимают» - ПКП, или в ходе обсуждения аналогичных примеров. Сначала выбирается ключевое слово, представляющее интерес с точки зрения руководителя сессии, затем предлагается выразить сущность этого слова в виде парадоксального словосочетания состоящего из прилагательного и существительного.

Ключевое слово

"Название книги"

Мрамор

Радужное постоянство

Храповый механизм

Надежная прерывистость

Вязкость

Нерешительное видоизменение

Раствор

Взвешенная неразбериха

Множество

Благоразумная ограниченность

Восприимчивость

Непроизвольная готовность

Пулеметная очередь	Объединенные перерывы
Пламя	Видимая теплота
Прочность	Принудительная целостность
Атом	Энергичная незначительность
Шлифовальный круг	Точная шероховатость.

Нахождение удачного "названия книги" даже тренированному коллективу не сразу удастся. Поэтому первые варианты поправляют с точки зрения соответствия сущности ключевого слова, четкости определения, оригинальности и парадоксальности. Обычно после 5- 10 попыток находят желаемый результат.

Такая аналогия позволяет совершить переход в далекие от обсуждаемой проблемы сферы человеческой деятельности: политику, искусство, религию и т.п., Это увеличивает возможности достижения успеха в решении проблемы.

*Фантастическая аналогия (ФА)* - в задачу вводятся какие-нибудь фантастические средства или фантастические персонажи, выполняющие то, что требуется по условиям задачи. Например, как указывает в своей книге В. Гордон, можно задать вопрос: «Как изменится ваша проблема, если перестанет действовать земное тяготение?»

ФА способствует генерации свежих и оригинальных идей, активизирует творческое мышление.

Эти виды аналогий в синектике являются теми тактическими приемами, которые способствуют продвижению в направлении решения проблемы.

4) Далее производят перенос или перемещение выявленных в процессе генерации новых идей к ПКД или ПКП и выявляют возможности этих идей.

Ведущий заканчивает этап "Экскурсии", возвращая группу к рассматриваемой проблеме, и пытается связать полученный, внешне не

относящийся к делу на стадии обсуждения, материал с проблемой «как она была представлена». Отдельные слова, возникшие в процессе обсуждения, используются, чтобы вызвать новые точки зрения на проблему, способствующие успешному ее разрешению.

Важным элементом этой стадии является критическая оценка экспертов.

Если полученный взгляд на решение проблемы оказывается практически нереализуемым, можно повторить весь процесс для разбора других идей.

Заключительная часть синектического заседания — развитие и максимальная конкретизация идеи, признанной наиболее удачной — ведется уже на специальном техническом языке.

Синектические заседания, продолжающиеся обычно несколько часов, занимают лишь незначительную часть общего времени решения поставленной задачи. Остальное время синекторы посвящают инженерному анализу, изучают и обсуждают полученные результаты, консультируются со специалистами, экспериментируют, а когда решение созрело — занимаются поисками наилучших способов его реализации.

Нередко конечное решение, к которому приходят синекторы, кажется столь простым и естественным, что трудно отделаться от впечатления, что оно могло появиться и без всех хитроумных "аналогогенерирующих процедур".

#### **4. Морфологический анализ**

Морфологический метод принадлежит к тем методам, которые используются очень широко и давно. Прообразом его можно считать логическую систему построения и выведения догматов религии «Арс магна» («Великое Искусство») Раймундо Луллия» (1235-1315 гг.). Луллий задумал доказать истинность христианского вероучения. Основная идея

этой работы состояла в том, что структура любого знания определяется небольшим числом изначальных понятий. Комбинируя эти понятия, можно вывести все знания о мире. Луллий строит приборы в виде концентрических окружностей. На каждой окружности были записаны основные понятия. Перемещая окружности относительно друг друга, можно было получать различные высказывания и суждения.

Сохранились рисунки этих приборов («фигур»). В центре находился круг, посвящённый богу и обозначенный буквой А. Вокруг две концентрические окружности, разделенные на 16 частей каждая. Части обозначены буквами В, С, Д, Е и т. д., причём В — доброта, С — величие, Д — вечность, Е — мудрость... Вращая внутренний круг относительно наружного, можно получить 256 сочетаний, каждое из которых дает определенные сведения о боге.

Например, сочетание ВС — «божественная доброта велика», ЕД — «божественная мудрость бесконечна» и т.д. Диковинная машина как бы воплощала в себе некий всеобъемлющий ум, способный выразить в формализованных суждениях все, что можно знать на свете. (Цит. по работе Г.С. Альтшуллера [3].)

В современной форме морфологический метод воссоздан швейцарским астрофизиком Ф. Цвикки, который, применив этот подход в 30-е годы к решению астрофизических проблем, предсказал существование нейтронных звезд. Морфологический подход, характерный для анализа астрономических систем, Ф. Цвикки перенес на технические системы воссоздав его как метод в 1942 году. Ф. Цвикки, не будучи специалистом в области ракетостроения, сумел, используя морфологический анализ, получить ряд интересных технических решений.

Сущность метода заключается в следующем. В рассматриваемом объекте выделяют несколько характерных для него (морфологических) признаков. Каждый признак может характеризовать, например, какой-то конструктивный узел технической системы, какое-то свойство, словом, те параметры системы, от которых зависит решение проблемы. Далее, по каждому выделенному морфологическому признаку составляют списки различных вариантов технического исполнения этих признаков. Признаки с их различными вариантами располагают в форме таблицы, что позволяет лучше представить себе поле поиска. Перебирая всевозможные сочетания вариантов признаков, можно выявить новые решения задачи, которые при простом переборе могли быть упущены.

В простейшем случае морфологический метод предусматривает просмотр двумерной морфологической карты: выбирают две важнейшие характеристики технической системы, составляют по каждой из них список всевозможных видов и форм, а затем строят таблицу. Клетки этой таблицы соответствуют вариантам технической системы [3].

*Первый шаг* морфологического анализа предполагает точную формулировку задачи.

*На втором шаге* нужно составить список возможных признаков или характерных параметров, от которых зависит решение проблемы.

*Третий шаг:* по каждому признаку составляются списки возможных вариантов.

*На четвертом шаге* нужно определить функциональную ценность всех возможных сочетаний. Обычно для удобства анализа все признаки со всеми возможными вариантами располагаются в матрицу (таблицу), иногда называемую *морфологическим ящиком*. Такая матрица обеспечивает систематический перебор различных вариантов решений. Многие из них оказываются неприемлемыми по многим причинам и



сразу же отбрасываются. Оставшиеся варианты необходимо тщательно исследовать.

*Пятый шаг* — выбор наиболее перспективных вариантов. Это наиболее ответственный шаг, так как не существует каких-либо практических и универсальных критериев оценки эффективности всевозможных комбинаций. Успешность выбора обусловлена интуицией исследователя, его опытом и умением ориентироваться в смежных областях.

Морфологический анализ широко применяется для исследования проблемных ситуаций и выбора направлений решений, в конструкторских задачах общего плана, при проектировании новых машин и поиске новых компоновочных или схематических решений. Но, нельзя забывать, что этот же метод, как показал астрофизик Ф. Цвикки, может эффективно использоваться и для других, нетехнических задач и ситуаций.

### **Модификации морфологического анализа**

Гораздо более глубокий подход к морфологическому анализу проводится в работе А.А. Назарова [102]. Автор переходит от морфологического анализа как приема к методу морфологического прогнозирования и обосновывает этот переход.

Близок к морфологическому анализу метод Матриц открытия, предложенный французским исследователем А. Модем (1955).

### **5. Метод контрольных вопросов**

Повысить эффективность поиска нового можно, заранее сформулировав наводящие вопросы. Именно в этом суть одного из

методов психологической активизации творческого мышления — метода контрольных вопросов (МКВ) [25].

Таким образом, цель (МКВ) — подвести исследователя к решению задачи с помощью заранее сформулированных наводящих вопросов. МКВ может применяться в виде самомонолога исследователя или в виде обсуждения в группе специалистов.

Составлять списки таких вопросов пытались неоднократно, начиная с 1920-х годов. Известны списки контрольных вопросов по Р. Кроуфорду (1954) (см. работу Г.О. Буша [30]), А. Осборну (1953) [294], Д. Пирсону (1957) (см. работу Г.О. Буша [30]), Д. Пойа (1959) [131], Э. Раудзенцу (см. работу Г.О. Буша [30]), Т. Эйлоарту (1970) [219], а также близкие к ним правила М. Тринга и Э. Лейтуэйта (1980) [186] опубликованы на русском языке. Кратко опишем некоторые из них.

А. Осборн своими вопросами пытается создать новое знание путем расшатывания стереотипов. Он задает направления движения мыслей изобретателя следующими путями: приспособления, упрощения, сокращения, увеличения, уменьшения или модификации технического объекта и его элементов, стремится выявить, что можно заменить или преобразовать в техническом объекте. Используя морфологический анализ, А.Осборн добивается рассмотрения широкого спектра вариантов решений изобретательской задачи [294].

В своем списке контрольных вопросов Д. Пойа предлагал поэтапное решение задачи. Он рассматривал ряд вспомогательных задач, в рамках четырех блоков связанных с пониманием задачи, составлением плана ее решения, осуществления этого плана и «взгляда назад» [131].

Семь правил М. Тринга и Э. Лейтуэйта включают один из вариантов метода контрольных вопросов и акцентируют внимание на человеческой потребности и возможности выбора: «Видеть некую человеческую потребность и попытаться найти лучший способ удовлетворить ее. После

того, как найдена стоящая идея, необходимо пользоваться методом последовательных приближений. Не следует при этом конкретизировать идею больше, чем это нужно для перехода к следующему этапу работы. Важно всегда оставлять для себя как можно более широкий выбор» [186].

Общий обзор большинства таких работ дан Г.О. Бушем [30].

Представляет интерес нижеуказанный список из 21 задач и контрольных вопросов, составленный английским изобретателем Т. Эйлоартом, который дал «программу» работ для первооткрывателя новых знаний [219]:

1. Перечислить все качества и определения предполагаемого изобретения. Изменить их.

2. Сформулировать задачи ясно. Попробовать новые формулировки. Определить второстепенные задачи и аналогичные задачи. Выделить главное.

3. Перечислить недостатки имеющихся решений, их основные принципы, новые предположения.

4. Набросать фантастические, биологические, экономические, химические, молекулярные и другие аналогии.

5. Построить математическую, гидравлическую, электронную, механическую и другие модели (модели точнее выражают идеи, чем аналогии).

6. Попробовать различные виды материалов и виды энергии: газ, жидкость, твердое тело, гель, пену, пасту и др.; тепло, магнитную энергию, электрическую, свет, силу удара и т.д.; различные длины волн, поверхностные свойства и т.п.; переходные состояния - замерзание, конденсацию, переход через точку Кюри и т.д.; эффекты Джоуля—Томпсона, Фарадея и др.

7. Установить варианты, зависимости, возможные связи, логические совпадения.
8. Узнать мнение некоторых, совершенно неосведомленных в данном деле, людей.
9. Устроить сумбурное групповое обсуждение, особенно во время выпивки, выслушивая все и каждую идею без критики.
10. Попробовать "национальные" решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское и т.д.
11. Спать с проблемой, идти на работу, гулять, принимать душ, ехать, пить, есть, играть в теннис — все о ней.
12. Бродить среди стимулирующей обстановки (свалки лома, технические музеи, магазины дешевых вещей), пробегать журналы, комиксы.
13. Набросать таблицу цен, величин, перемещений, типов материалов и т.д. для разных решений проблемы или разных ее частей, искать пробелы в решениях или новые комбинации.
14. Определив идеальное решение, разрабатывать возможные.
15. Видоизменить решение проблемы с точки зрения времени (скорее или медленнее), размеров, вязкости и т.п.
16. В воображении залезть внутрь механизма.
17. Определить альтернативные проблемы и системы, которые изымают определенное звено из цепи и таким образом создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужного решения;
18. Чья эта проблема? Почему его?

19. Кто придумал это первым? История вопроса. Какие ложные толкования этой проблемы имели место?

20. Кто еще решал эту проблему? Чего он добился?

21. Определить общепринятые граничные условия и причины их установления.

Разработка таких вопросов требует развитого воображения, глубоких и разносторонних знаний.

В некоторых случаях списки контрольных вопросов являются основой для проведения так называемой письменной мозговой атаки. Комиссия, созданная из компетентных по решаемой задаче специалистов составляет специальный опросный лист, в котором отражаются основные аспекты задания. При удачно разработанных вопросах можно получить много интересных идей решения задачи.

Конечно, МКВ не единственная процедура, позволяющая содействовать созданию нового знания путем самоопроса специалиста. В качестве примеров таких процедур можно назвать метод фокальных объектов и морфологический анализ.

## **6. Метод лицом к лицу**

Опрос в рамках процедуры лицом к лицу проводится в группе экспертов от 10 до 30 человек. Руководство опросом со стороны организатора почти исключено. Он должен лишь следить за тем, чтобы каждый эксперт предлагал свои оценки. Формально время проведения заседания не ограничено, но практически составляет 20 — 40 мин.

## **7. Метод комиссий**

**Суть этого метода, используемого в прогнозировании, заключается в том, что группа экспертов многократно собирается для обсуждения одного и того же вопроса.**

**Как и в методе «лицом лицу», организатор экспертизы не руководит обсуждением, а лишь обеспечивает активную работу каждого эксперта.**

**При использовании метода комиссий предварительно разрабатывается программа обсуждения.**

**Группа экспертов подбирается «волевым путем» — так называемым способом назначения. Обычно это 10—12 человек.**

Для получения качественного прогноза в форме общего суждения экспертов в этом методе предусмотрен свободный и очный обмен мнениями между экспертами, т. е. открытое общение.

Средствами обеспечения открытости могут служить, в частности, личные высказывания экспертов и, по возможности, отказ от обезличенных суждений типа «обычно считается, что...» или «говорят, что...». Конечно, открытость предполагает не только готовность заявить собственную позицию, но и желание и умение воспринять позицию других экспертов.

В рамках обсуждения проблемы экспертам необходимо следовать принципу психологической безопасности: позиция эксперта и те суждения, которые он высказывает, не должны оскорблять достоинство других экспертов или превращать обсуждение проблемы в способ утверждения собственного превосходства; важно взаимное стремление и готовность экспертов к рассмотрению и решению обсуждаемой проблемы.

**8. Процедура суда** (описание базируется на трактовке процедуры В. Я. Рихтерман).

Экспертиза по методу суда использует аналогию с судебным процессом.

На подготовительном этапе необходимо:

1. Определиться с аналогией. То - есть, с какой вид судебного процесса будет служить аналогом. Так, как в РФ судебная власть осуществляется посредством конституционного, гражданского, административного и уголовного судопроизводства). По мнению В. Я. Рихтерман, наиболее подходящей формой признанной в качестве аналога, будет гражданский процесс, поскольку в нем ярко выражены принципы:

- равенства сторон, отсутствующий в уголовном и конституционном процессе;
- диспозитивности (т.е. суд не имеет право выходить за пределы рассматриваемых требований);
- заключающейся в том, что стороны должны доказывать те обстоятельства, на которые они ссылаются.

Так же следует отметить, что если в уголовном процессе, может быть дан только один ответ «виновен» или «не виновен», то в гражданском процессе суд может удовлетворить часть исковых требований, а часть оставить без удовлетворения. Таким образом, решается проблема слишком узкого рассмотрения поставленной перед экспертами задачи.

2. Всесторонне разработать процедуру проведения экспертизы с использованием указанного метода.

Для этого, предложить экспертам дать свои оценки. Те эксперты, которые дали самые крайние оценки, будут соответственно играть роли Истца—защитника рассматриваемой альтернативы, и, выступая,

приводят доводы в ее пользу и Ответчика, который пытается привести доводы против рассматриваемой альтернативы.

Те эксперты, которые дали оценки находящиеся наиболее близко к середине, будут играть роль судьями, и призваны регулировать ход экспертизы и выносить окончательное решение. Количество экспертов играющих роль судьи может варьироваться в зависимости от анализируемой проблемы, общего количества экспертов и других объективных показателей, но обязательно должно быть нечетным.

Экспертов, которые дали промежуточные оценки, будут играть роль экспертов криминалистов и свидетелей. Они же должны разбить анализируемую проблему на несколько подпроблем, каждую из которых передать для наиболее глубокого изучения экспертам играющих другие ролевые функции.

В рамках этого этапа целесообразно будет составить некое подобие Гражданского процессуального кодекса, то есть документа, регулирующего порядок проведения процесса, права и обязанности сторон и иных лиц, участвующих в деле – Регламент.

В литературе имеется точка зрения, что «в процессе экспертизы “функции” экспертов могут меняться», но, по мнению В. Я. Рихтерман, это будет лишь мешать экспертам входить в роль, и, кроме того, решение все равно будут принимать эксперты-судьи.

#### На заключительном этапе необходимо:

1. Приступать к началу проведению экспертизы по методу суда в рамках аналога судебных заседаний, количество которых может варьироваться в зависимости от сложности рассматриваемого вопроса. Таким образом, при рассмотрении анализируемой экспертами проблемы стороны доказывают экспертам-судьям свои противоположные позиции, для обоснования которых приводят различного рода доказательства, ссылаются на достоверные источники,



привлекают экспертов и свидетелей. При этом после приведения всех имеющихся у сторон доводов, эксперты судья удаляется для вынесения своего объективного, обоснованного и независимого Решения.

В зависимости от сложности анализируемой проблемы, и ряда других факторов может быть предусмотрена процедура обжалования Решения. В этом случае, можно прибегнуть к перераспределению ролей в целях наиболее всестороннего изучения всеми экспертами рассматриваемого вопроса, по аналогии, с тем правилом, что судьями во второй инстанции не могут быть судьи принявшие обжалуемое Решение.

### **Модификация процедуры «Суда» — ролевые игры**

На предварительных этапах прогнозирования, когда необходимо уточнить рыночную ситуацию или просчитать действия конкурентов, могут быть полезны ролевые игры. Например, в 2001 году американская компания «Philco», производящая хозяйственные товары, применила этот метод при подготовке к запуску нового механизма стимулирования ритейлеров, основанного на инновационной для этого рынка системе скидок, зависящих от объемов продаж. Успех этого начинания зависел, прежде всего, от содействия со стороны менеджеров магазинов, в которых продавалась продукция компании. Руководство «Philco» параллельно с опросом экспертов провело ряд ролевых игр в десяти группах, участники которых играли роли ритейлеров. Как выяснилось уже после успешного введения системы в действие, игры показали более высокую точность прогнозирования действий менеджеров магазинов, чем экспертные оценки. Большинство специалистов высказалось против нового механизма, в то время как при проведении ролевых игр успех правильно предсказали восемь групп из десяти<sup>4</sup>.

## **9. Метод «ситуационного анализа»**

Метод, объектом исследования которого является новая ситуация. Разработан Е.М. Примаковым, В.И. Гантманом и В.И. Любченко в 1970-х годах в ИМЭМО АН СССР [93].

Как показал опыт, наиболее успешное применение метода достигается тогда, когда изучаемая проблема носит ярко выраженный ситуативный характер. Типичными проблемами такого рода являются, например, международные конфликты и кризисы. В случае же рассмотрения проблем иного типа рекомендуется обращение к другим методам [93].

«Ситуационный анализ» (СА) позволяет организовать и направлять процесс активного сбора, оценки и переработки имеющейся первичной информации и воспроизводства новой — вторичной как аналитического, так и прогнозного характера.

СА проводится в три этапа. В первоначальном варианте метода оптимальным считалось использование 25—30 экспертов. В дальнейшем это количество сократилось.

На первом этапе руководитель (ЛПР) назначает эксперта-руководителя СА, который отвечает на всех трех этапах за методологические, организационные и редакционные вопросы.

Цель первого этапа СА — создание группой экспертов (максимум из шести человек) аналитического сценария ситуации как целостной динамической системы (подсистемы) с присущими ей внутренней структурой и внешними взаимосвязями.

Эта сценарно-редакционная группа вместе с ее руководителем уточняет формулировку темы (задания), разрабатывает и представляет на утверждение установочную записку и проект сценария, анкеты для

формализованного опроса экспертов, а также подбирает экспертов для второго этапа СА.

Проект сценария представляет собой разбиение исследуемой проблемы на ряд подпроблем, которые, в свою очередь, разбиваются на еще более частные подпроблемы и т.д.

Каждая подпроблема любого уровня при разбиении должна члениться на непересекающееся множество подпроблем следующего уровня.

В целом сценарий схематично представляет собой дерево с одним корнем (нулевой уровень). В идеальном случае — если в ходе коллективной экспертизы не появится необходимость переструктурирования — сценарий одновременно является итоговым документом.

Проблемы самого нижнего уровня являются основой для вопросов к экспертам. Структурированная совокупность вопросов, зафиксированная и утвержденная редакционной группой, представляется как анкета на втором этапе СА.

Второй, основной этап начинается с вступительной речи руководителя-эксперта. Он напоминает основные правила проводимой экспертизы:

- экспертиза неофициальна, поэтому каждый эксперт высказывает не точку зрения своей организации, а исключительно свое личное мнение как специалиста;
- экспертиза анонимна в том смысле, что в итоговом документе высказанные точки зрения не соотносятся с конкретными фамилиями;
- экспертиза конфиденциальна, поэтому содержание выступлений и сам факт проведения СА не подлежат разглашению ни устно, ни в открытой печати, а конспектирование в ходе коллективной экспертизы и вынос анкет формализованного опроса не разрешаются.

Затем проходит обсуждение блоков тем указанным в сценарии в порядке их очередности, для этого, эксперты поочередно выступают с десятиминутным «домашним заданием». Их выступления основываются на материалах (включая анкету), разосланных за несколько дней до второго этапа. В ходе выступления эксперты озвучивают возникшие у них вопросы и обсуждают полученные ответы.

Цель второго этапа — получение большого объема разноплановых экспертных оценок индивидуального и коллективного характера.

В заключение этапа — обобщающее выступление ЛПР

Этот этап СА продолжается в зависимости от сложности проблемы один-два дня.

На третьем, заключительном этапе СА редакционно-сценарная группа, включающая по желанию руководителя и новых экспертов из основной группы, готовит заключительный аналитический документ. Руководитель СА утверждает его окончательную редакцию и, если необходимо, список рассылки.

## **10. Итеративная процедура "Дельфи"**

Наиболее известная итеративная экспертная процедура Дельфи впервые была описана в «Докладе об изучении долгосрочного прогнозирования» американской корпорации «Рэнд» в 1964 г. Но, как закрытый меморандум, была разработана еще в 1953 году Норманом Делки, Олафом Хелмером и др. в РЭНД-корпорации для исследования перспектив развития военного-промышленного комплекса США и названа в честь дельфийского оракула в Древней Греции. (Английское название процедуры (Delphy) иногда транскрибируется в русской литературе как "Дельфы», «Делфи"). Среди итеративных экспертных процедур она наиболее известна. Имеется ряд обзоров этой процедуры и

ее модификаций [42,241]. Эта процедура является одной из наиболее развивающихся. Представленный вариант отражает точку зрения автора книги на классический Дельфи выполняющий две основные функции: прогнозирование и оценка неизвестных параметров.

Процедура Дельфи характеризуется следующими чертами:

- анонимность мнений экспертов;
- участие всех экспертов;
- регулируемая обратная связь, которая осуществляется аналитической группой за ряд туров опроса, причем результаты каждого тура сообщаются экспертам;
- групповой ответ, который получается с помощью статистических методов и отображает обобщенное мнение участников экспертизы

Кратко опишем этапы процедуры экспертного опроса "Дельфи".

ЭТАП 1. Формирование рабочей группы, включающей прогнозиста.

Задача рабочей группы заключается в организации процедуры экспертного опроса.

ЭТАП 2. Формирование экспертной группы.

Количество экспертов участвующих в этой процедуре не оговорено но, в зависимости от цели прогноза, для получения экспертных оценок обычно привлекают более 3 экспертов.

ЭТАП 3. Формулирование вопросов.

Формулировки вопросов в анкете должны быть четкими и однозначно трактуемыми, предполагать однозначные числовые ответы.

ЭТАП 4. Проведение экспертизы.

Экспертам предъявляется оцениваемый объект. Опрос экспертов проводится несколько раз (итераций) анонимно, способом смешанного

анкетирования. Личные контакты экспертов и коллективные обсуждения исключаются. Вопросы в анкете формулируются таким образом, чтобы эксперт мог дать числовую оценку.

На первой итерации каждый эксперт дает числовую оценку. Полученные ответы сопоставляются прогнозистом или рабочей группой включающей его, которая после каждого тура производит статистическую обработку полученной от всех экспертов информации. Для этого определяется медиана как средний член общего ряда чисел, полученных от экспертов и интервал между крайними квартилями (область доверительности). Эту область целесообразнее рассчитывать через показатель квартиль. Значение квартиля равно  $\frac{1}{4}$  разницы между максимальной и минимальной оценок ряда.

Стандартная процедура усреднения числовых экспертных оценок как этап преобразования информации, получаемой от группы экспертов, основывается на следующих двух правилах:

- при усреднении используются оценки всех экспертов;
- усредненная оценка, в данной процедуре - медиана, всегда находится между крайними оценками экспертов.

Экспертов, давших крайние оценки (вне полученного интервала между крайними квартилями), просят письменно обосновать свое мнение, с тем, чтобы объяснить, почему их расхождение с групповым мнением столь велико.

Значение медианы, полученное на данном туре, а также обоснования, без указания авторства, снова направляются остальным экспертам.

Эксперты должны обязательно ознакомиться с этими материалами, после чего аналогичным образом проводится вторая итерация опроса. По результатам представленных материалов эксперты могут увидеть, как корреспондируется их мнение с мнением всей

группы экспертов. Они могут изменить свои мнения или оставить прежними, но в этом случае выдвинуть контраргументы в свою пользу. При этом строго соблюдается принцип анонимности.

Этот процесс может повторяться несколько раз (так называемая многотуровая процедура опроса).

В первоначальном описании методики относительно правила остановки было указано, что итерации заканчиваются тогда, когда, по мнению ЛПР, будет достигнуто "достаточное" согласие между оценками экспертов.

В дальнейшем, это правило стало конкретным: процедура заканчивается, как только значение медианы ряда оценок экспертов на двух итерациях подряд совпадет.

#### ЭТАП 5. Подведение итогов опроса

Значение медианы на последнем туре, как официальный результат работы экспертной и рабочей групп, передаются заказчику.

### **11. Модификации метода Дельфи**

Существует несколько модификаций метода Дельфи, в которых основные принципы организации экспертизы имеют много общего. Различия связаны с попытками усовершенствовать метод за счет более обоснованного отбора экспертов, введения схем оценки их компетентности, улучшенных механизмов обратных связей и т.п. Для удобства обработки информации все модификации, как правило, предполагают возможность выражения ответа в виде числа.

В монографическом исследовании под ред. Гапоненко Н.В. были представлены интересные дополнения к классическому Делфи []<sup>11</sup>. «В дополнение к этой общей схеме, в различных модификациях Дельфи-метода были разработаны различные технологии работы с экспертами. Например, в некоторые обследования был включен этап персональных

интервью с членами экспертной группы. Иногда членов экспертной группы собирали вместе в формате совещания для обсуждения результатов Дельфи-опроса и выработки окончательных выводов. В ряде исследований были использованы такие виды обмена мнениями среди членов группы, как метод "номинальных групп", Интернет-конференции []<sup>12</sup>.

Кроме различного рода вариаций классического Дельфи были разработаны две модификации, которые получили название Дельфи-политика и Дельфи - решение<sup>13</sup>.

Версия Дельфи для разработки политики, Дельфи-политика, не ставит целью достижение консенсуса, а, напротив, ориентируется на получение самых различных взглядов на решение проблемы. Цель этого подхода – служить площадкой (форумом) для обсуждения идей, продемонстрировать весь диапазон мнений, а также все «за» и «против» по каждому из них<sup>14</sup>.

Наконец, версия Дельфи, ориентированного на принятие решений, Дельфи-решение используется для того, чтобы выработать решения на основе оценок неоднородной группы респондентов, по-разному участвующих в принятии решения и имеющих различный вес в процессе принятия решений. Объект, для исследования которого используется Дельфи-решение, обычно чрезвычайно спорный и сложный, и потому представляется, что использование систематизированного процесса обмена информацией и оценками является эффективным<sup>15</sup>».

### **«Дельфи-конференция»**

---

<sup>11</sup> Нанотехнологии: форсайт. Под ред. Гапоненко Н.В. Из-во. «Современная экономика и право. М.: 2006, 242.

<sup>12</sup> R. Amara Some Methods of Futures Research. Institute for the Future, Menlo Park, 1975; T. Webler, D. Levine, H. Rakel, O. Renn A Novel Approach to Reducing Uncertainty: The Group Delphi // Technological Forecasting and Social Change, Vol. 39, 1991, с. 253-263.

<sup>13</sup> J. Martino Methods of Technological Forecasting // Assessing the Future and Policy Planning, 1973; R. Bjiil Delphi in a future scenario study on mental health and mental health care // Futures Vol. 24, No 3, 1992, с. 232-250.

<sup>14</sup> R. Bjiil Delphi in a future scenarios study on mental health and mental health care // Futures, Vol. 24, No 3, 1992, с. 232-250.

<sup>15</sup> O. Helmer Adversary Delphi // Futures Vol. 26, No 1, 1994, с. 79-88.



Эта модификация многотуровой итеративной процедуры Дельфи была предложена М. Турофом и описана в 1972 году [314]. Отличается от основной Дельфийской процедуры тем, что эксперты взаимодействуют посредством ЭВМ.

## **12. Процедура «Дельфи II»**

Процедура предложена Б. Брауном, С. Кохран и Н. Делки [228]. Дельфи II отличается от Дельфи (точнее, Дельфи I) тем, что каждая оценка эксперта - это три числа, т.е. оценки имеют вид трехточечных (авторы называют их распределенными). В качестве результирующих оценок предлагались медианы трех рядов. Суть процедуры аналогична процедуре Дельфи.

## **13. Процедура «Шанг»**

Процедура была предложена Д. Фордом и описана в 1975 г. [252].

Специфика этой итеративной процедуры состоит в том, что эксперта никогда не просят отвечать на один и тот же вопрос дважды.

На первой итерации посредством анкеты экспертам предлагают рассмотреть проблему, требующую численного ответа. При этом каждый эксперт должен дать интервальную оценку, т.е. указать наименьшую ( $L_i$ ) и наибольшую ( $U_i$ ) из возможных числовых оценок, которые, по его мнению, являются верным ответом на вопрос.

В сущности, экспертов просят указать границы, в пределах которых практически со стопроцентной уверенностью лежит верный ответ.

Групповые средние этих наивысших ( $U$ ) и наинизших ( $L$ ) граничных оценок последовательно трактуются как начальные границы на следующей итерации.

На второй итерации экспертам передается на рассмотрение значение  $R = (L+U)/2$ . Эта средняя дана просто как ориентир, без указания относительно того, как он был определен. Каждый эксперт группы самостоятельно дает свою оценку следующего вида либо «истина больше  $R$ », либо «истина меньше  $R$ » для того, чтобы указать, куда попадает истинное значение.

Методолог подсчитывает число ответов «истина ( $y$ ) больше  $R$ » ( $y > R$ ) и «истина ( $y$ ) меньше  $R$ » - ( $y < R$ ). Если ответов ( $y > R$ ) оказалось больше, чем ( $y < R$ ), то за нижнюю границу нового интервала берут  $R$ , а верхнюю оставляют ту же, т.е.  $U$ .

В противном случае рассматривается новый интервал вида  $(L, R)$ .

Для выяснения граничного значения, в случае равенства числа ответов разного вида, можно бросить монету, обусловив «решка» и «орел» соответствующим образом.

Рассмотрев среднее арифметическое значение границ нового интервала, мы получаем новый ориентир. Итерации продолжаются до тех пор, пока длина интервала станет столь мала, что она устраивает ЛПР (обычно после этого рассматривают среднее арифметическое значение границ интервала, полученного на последней итерации, как групповую оценку — число).

#### **14. Процедура «парных взаимодействий»**

В 1972 г. С.Б. Котляр предложена итеративная процедура «парных взаимодействий» [72].

Определяющая черта процедуры — локальные взаимодействия экспертов. На каждом туре эксперты случайным образом разбиваются на пары. В каждой паре эксперты обмениваются оценками, выраженными в виде ранжировок. Естественно, что в случае нечетного числа экспертов один не участвует во взаимодействии. Переход к следующему туру

осуществляется в том случае, когда во всех парах хотя бы один эксперт учел и, по возможности, пересмотрел свою оценку. Правило остановки в процедуре не определено, но, по-видимому, процедура завершается тогда, когда все пары выдадут совпадающие между собой или близкие, по мнению исследователя, оценки.

### **15. «Последовательная» процедура**

Предложена сотрудниками ИПУ РАН Л.А. Панковой и М.В. Шнейдерманом в работе [114] в 1975 г.

Эта итеративная процедура осуществляется следующим образом: на первом туре случайно выбирается один из имеющейся совокупности экспертов; он дает как оценку, так и отдельно от нее текст, содержащий известные эксперту сведения и мнения о различных особенностях оцениваемого объекта, которые эксперт принимал во внимание при вынесении оценки.

На втором туре выбирается так же случайно еще один эксперт, который также дает оценку и соответствующий текст.

Переход к следующему туру осуществляется после обмена текстами (но не оценками) экспертов и, по возможности, скорректированными оценками. И так далее, добавляя по одному эксперту на каждом следующем туре.

Правило остановки определяется моментом, когда оценки первых  $k$ -экспертов на протяжении  $l$ -туров не меняются, несмотря на получение новых текстов. Параметры  $k$  и  $l$  определяются характером задачи.

Существенным в данной процедуре является то, что каждый эксперт только один раз дает поясняющий текст и может лишь корректировать свою оценку на основе других подобных текстов.

Немаловажным достоинством этого метода является возможность остановки процедуры без привлечения всех потенциальных экспертов. Характерным также является правило остановки процедуры, нацеленное не на сближение, а на стабилизацию оценок, которые могут существенно отличаться между собой.

Результатом использования последовательной процедуры является набор итоговых оценок, возможно, различных между собой, но таких, что на них уже не влияет (или мало влияет) информация других экспертов.

### **16. Процедура «качественной обратной связи»**

Процедуру «качественной обратной связи» предложил С. Пресс в 1978 г. [283]. Эта итеративная процедура состоит в следующем: на первом туре все эксперты дают оценки и представляют подробные текстовые их обоснования (а также данные о себе). Затем составляется и передается каждому эксперту сводная информация, суммирующая обоснования всех экспертов.

На второй итерации снова каждый эксперт дает и оценку, и ее текстовое обоснование. Такие итерации повторяются до тех пор, пока индивидуальные оценки не стабилизируются.

### **17. Процедура с индивидуальной обратной связью**

Процедура была предложена М.В. Шнейдерманом в 1984 г. [203].

На первой итерации все эксперты дают развернутые суждения по поставленной проблеме (скажем, если от эксперта требуется числовая оценка, то дается и ее словесное обоснование).

На второй итерации методолог выбирает в качестве «датчика» какого-то одного эксперта и передает его индивидуальное исходное мнение анонимно всем остальным экспертам.

Последние анализируют полученное мнение и сообщают свои возможно измененные суждения.

Аналогично содержание последующих итераций, на каждой из которых экспертам передается индивидуальное мнение только одного эксперта, причем каждый раз другого.

Выбор эксперта, передающего информацию остальным, может, по мнению автора процедуры, производиться или случайно, или нет, т.е. берется наиболее информативное, компетентное мнение. (В другой работе, затрагивающей ту же процедуру, автор говорит о наиболее информированном эксперте [36].)

Правило остановки связано со стабилизацией суждений экспертов.

В работе В.Ю. Ревича и М.В. Шнейдермана [136], была рассмотрена аналогичная процедура, но под суждением эксперта понимался список факторов (технологических переменных). Обсуждение последней процедуры рассмотрено в работе [36]. В связи с данной формой суждения правило остановки чрезвычайно громоздко и определяется исходя из вычисления трех параметров.

В связи с такой формой суждения правило остановки чрезвычайно громоздко.

Далее только для полноты картины перечислим методы, также использующие экспертные оценки. В этих полезных и чрезвычайно интересных методах экспертные оценки хотя и используются как необходимый элемент, но сама процедура их получения остается в

«тени». Чаще всего эти методы предназначены для анализа сложных систем. К таким методам относим ниже следующие.

### **18. Метод расстановки (judgmental bootstrapping)**

Метод применяется, когда априори привлекаются эксперты с разным уровнем компетентности или знаниями только об отдельных аспектах проблемы и их прогнозы невозможно прямо сравнивать друг с другом.

Если при экспертной оценке обычно принято считать, что мнения всех привлекаемых специалистов одинаково весомы, то метод расстановки исходит из того, что к одним экспертам следует прислушиваться более внимательно, чем к другим.

Специалисты ранжируются в зависимости от оценочного уровня их компетентности (хотя бы с субъективной точки зрения аналитика) и объема информации о данной проблеме, которым они владеют.

После этого по довольно сложной схеме происходит «взвешивание» и определение конечного прогноза, наибольшее влияние на который имеет мнение самых авторитетных экспертов.

Этот метод часто используется при создании компьютерных экспертных программ.

19. **Метод прогнозного графа** - предложен В.М. Глушковым и его сотрудниками [41].

20. **Метод перекрестного взаимодействия** - предложен Т. Гордоном и О. Гелмером [257].

21. **«Анализ на проблемных сетях»** - предложен С. А. Петровским [9,10].

22. **Метод решающих матриц** - предложен в 1966 г. Г.С. Поспеловым (см. [127]).

23. **ПАТТЕРН** (Обеспечений планирования на основе технической оценки относительной важности) [85].

24. **ПРОФИЛ** (Программированные функциональные индексы для лабораторных работ) [193].

25. **QUEST** (Количественные оценки полезности для науки и техники) [230].

26. **Метод номинальной группы** - разработан Андре Л. Дельбеком и Эндрю Г. Ван де Веном в 1968 г. [169].

27. **Метод анализа и оценки программ** (Program Evaluation and Review Technique) **ПЕРТ** [171].

## **§ 2.2. Основные принципы проведения экспертизы**

**При разных принципах не найти общего языка.**

**Конфуций (551-479 гг. до н. э.)**

**В параграфе обобщены и систематизированы описанные в литературе основные принципы проведения экспертизы и предложены новые.**

Применение экспертизы и экспертного прогнозирования во всех сферах хозяйственной социально-экономической жизни обозначило новое направление в технологии принятия правовых и управленческих решений, особенно на высших уровнях государственного управления.

Однако массовое использование экспертных процедур имеет и ряд отрицательных последствий.

К их числу относятся: произвольная трактовка и искажение сущности экспертизы, смешение ее функций с контрольными, исследовательскими и управленческими, спекулятивное использование авторитета экспертизы в коммерческих целях.

Нельзя сказать, что нет никакого противодействия с отрицательными последствиями экспертной деятельности. Так, Правительство России распоряжением № 26 от 23 июня 1997 г. постановило создать рабочую группу по разработке Федерального закона «Об экспертизе и экспертной деятельности в Российской Федерации». Проект закона был подготовлен, хотя финансирования этой работы так и не было осуществлено.

Какова ситуация с методологическим обеспечением экспертизы в части общих принципов? Экспертиза - это не просто обсуждение сложного вопроса, не просто спор и столкновение разных точек зрения. Она имеет не только свои правила проведения, но и принципы, которые



нельзя нарушать в любой ситуации. А примеров подобных нарушений более чем достаточно. Их приводит еще Геродот в своей «Истории»: «На совете мнения разделились. Хотя обе стороны упорно стояли на своем, но победило предложение царей». Иначе говоря, в экспертном обсуждении победила сила не ума, а власти, и был нарушен один из ее принципов.

А вот более близкий к нашему времени пример. В нарушение одного из основных принципов проведения экспертизы - отсутствия заинтересованности - при подготовке решения о повороте северных рек были привлечены высококвалифицированные, но заинтересованные в реализации этого проекта эксперты.

Часто в нарушение другого принципа - однократности экспертизы - руководители, добивающиеся желаемых результатов, проводят ее до тех пор, пока не «выжмут» нужное «решение».

Рассмотрим и дадим пояснения следующим принципам, которым должна удовлетворять любая разновидность экспертизы [164,166].

### **1. Необходимое разнообразие**

Необходимо обеспечить всем субъектам, участвующим в подготовке экспертного заключения или в разработке прогноза, возможность выбора элементов технологии, включая подбор методов, видов экспертных оценок и способов отбора экспертов и их опроса, а также показателей точности. Кроме того, принцип должен обеспечить на основе соответствующей правовой базы возможность свободы действий для субъектов экспертологии.

**2. Гласность экспертизы** (на этапах подачи заявок на экспертизу, обсуждения конечных результатов, принятия решений).

Гласность экспертизы подразумевает обязательную публикацию:

- списков экспертов, членов экспертных комиссий и советов, государственных органов управления;
- документов, регламентирующих организацию и деятельность пяти основных субъектов экспертологии, информацию о работе организационно-методических центров экспертиз и их советов;
- условий конкурсов и правил оформления подаваемых заявок;
- перечня проводимых экспертиз;
- результатов и материалов экспертизы в случае социально значимых экспертиз, за исключением конфиденциальной информации, предусмотренной законодательством и нормативными актами.

### **3. Системность экспертизы и ее технологии**

Выражается в том, что как вид деятельности экспертиза является элементом общего процесса обоснования и принятия решений [152].

Проявляется в установлении границ, в рамках которых будет рассматриваться объект экспертизы, в четком обосновании ее задач и целей, указании и учете внешних связей исследуемого объекта.

Реализуется в двухшаговом подборе элементов технологии получения экспертного заключения. На первом шаге необходимо из каждого множества «системно-образующих» элементов технологии, таких, как экспертные процедуры, виды экспертных оценок и т.д., выделить их подмножества. В дальнейшем из них выбираются с учетом специфики объекта экспертизы и ее целей «системно-составляющие» элементы, т.е. конкретные экспертные процедуры, виды экспертных оценок и т.д.

**4. Контроль качества оценок экспертов (необходимость обратной связи в экспертизе).**

Организаторы экспертизы должны сопоставить оценки экспертов между собой и с объективным положением дел. Например, перед запуском первого космического зонда к планете Венера специалисты давали свои оценки давления на ее поверхности. После того, как спускаемый аппарат был раздавлен в атмосфере планеты, не долетев до ее поверхности, установили, какая из оценок была точнее.

## **5. Регулярность экспертизы и преемственность в ее проведении**

Реализация этого принципа предусматривает:

- систематический учет заключений экспертов и осуществление подбора экспертов из числа потенциальных кандидатов для выполнения экспертиз на основе принципа контроля качества (обратной связи);
- постоянное улучшение методического, информационного и организационного обеспечения экспертизы (пополнение и совершенствование банков данных, справочных и нормативных материалов);
- сбор и анализ информации о последствиях решений, принятых на основе экспертиз;
- проведения выборочной проверки оценки качества экспертиз.

## **6. Независимость экспертов от других субъектов экспертологии при осуществлении ими экспертной деятельности**

Независимость обеспечивается:

- соответствующим правовым обоснованием (установлением прав, обязанностей и ответственности субъектов экспертологии);
- профессионализмом и высокими морально-этическими качествами экспертов;

- привлечением экспертов, заведомо незаинтересованных в результате экспертиз;
- разработкой правил отбора и вывода экспертов из состава экспертных советов;
- формированием механизмов, нейтрализующих и/или компенсирующих факторы, способные односторонне повлиять на мнение экспертов.

Независимость в пределах установленных полномочий должна поддерживаться действующим гражданским законодательством и другими нормативными актами, предусматривающими меры наказания за давление на эксперта или иное вмешательство в деятельность эксперта или консультационно-экспертных советов.

## **7. Правовая сбалансированность**

Обеспечивает баланс прав, обязанностей и ответственности каждого субъекта в рамках действующего законодательства.

## **8. Объективность или снятие «конфликта интересов» у субъектов экспертологии**

Следующие правила оговаривают противопоказания к участию конкретных субъектов экспертологии в экспертизе.

8.1. Эксперты не должны принимать участие в экспертизе объектов, с чьими представителями у них сложились отношения, которые можно истолковать как общность или конфликт интересов. Так, эксперты не должны оценивать объекты или проекты: исходящие из того же учреждения, где они работают; авторы которых конкурируют с экспертом в плане финансирования, или оценивать деятельность организаций, с которыми у них есть финансовые связи. Не могут привлекаться к участию

в экспертизах проектов лица, являющиеся участниками разработки этих проектов.

8.2. Представители объекта экспертизы не должны принимать участие в его экспертизе в роли экспертов или организаторов.

8.3. Представители заказчика экспертизы не должны принимать участие в решении вопросов, в которых у них есть личная заинтересованность.

8.4. Среди членов экспертных советов и комиссий не должно быть такого количества штатных специалистов организации, обеспечивающей функционирование совета или комиссии (или сотрудников подчиненных ей организаций), которое могло бы predeterminedить решения в интересах этой организации.

## **9. Персонификация экспертов**

При проведении экспертизы эксперт, в первую очередь, является специалистом соответствующего уровня и профиля, а лишь затем, и то не всегда, представителем какой-либо конкретной организации.

## **10. Однократность экспертизы**

Повторная экспертиза допускается в следующих случаях:

- по решению органов, вышестоящих по отношению к заказчику;
- по решению суда;
- при невозможности принять решение на ее основе из-за неопределенности результатов экспертизы.

Другие случаи должны быть строго оговорены в нормативном документе об экспертизе. При этом повторная экспертиза допускается только при условии проведения ее другим составом экспертов, и

материалы предыдущей экспертизы по данному объекту должны учитываться только на этапе принятия решений.

### **11. Конфиденциальность экспертизы**

Заказчик и организатор экспертизы не должны сообщать:

- представителям ее объекта, какому эксперту принадлежит та или иная оценка;
- экспертам конкретных авторов материала, представленного на экспертизу, или организацию, из которой он поступил.

### **12. Демократичность экспертизы**

При формировании постоянных и временных экспертных комиссий необходимо:

- проводить открытый конкурс кандидатов в эксперты (исключения должны быть оговорены);
- на основе рейтингов экспертов периодически обновлять персональный состав постоянных экспертных комиссий.

При проведении экспертизы предусматривается возможность апелляции и повторного рассмотрения объекта экспертизы, но лишь при условиях, указанных в п. 10.

### **13. Ответственность субъектов экспертологии и их правовая защищенность**

Должны быть оговорены:

- ответственность эксперта, как за свои заключения, так и за использование конфиденциальной информации, полученной им при проведении экспертизы;

- ответственность заказчика за то, что результаты экспертизы не были учтены при принятии решения (в случае, когда решение привело к материальному, финансовому и прочим видом ущерба).

Ответственность обеспечивается тем, что решение эксперта или экспертного совета, повлекшее финансовый, материальный или моральный ущерб, может стать предметом судебного иска и последующего возмещения ущерба.

Правовая защищенность всех субъектов экспертологии при осуществлении ими своей деятельности обеспечена не только законом, но и механизмами его реализации - нормативными документами.

(Основой для формулирования пп. 2, 8, 11 и 12 служили совместные разработки автора с М.А. Розовым и С.Б. Шапошником, а п. 7 - с Г.Х. Лобановым).

Обязательное совместное осуществление названных принципов, а также открытости, компетентности физических и юридических лиц, участвующих в экспертизе, независимости процедуры выработки экспертного заключения от процедур его заказа и применения результата заказчиком, легитимности, функциональности позволит повысить эффективность экспертизы, добиться качественного экспертного заключения и получить основу для разработки нормативных документов.

Необходимо также рассмотреть принципы, которые являются общими только для определенного типа и/или статуса экспертиз. Так, например, одним из принципов государственной научно-технической экспертизы является ее обязательность.

Одна из задач, которую предстоит решать будущим исследователям, - конструирование иерархической системы принципов.

Так, например, для реализации принципа независимости экспертизы желательна реализация принципа диверсификации заказчиков экспертизы и обезличивания источника ее финансирования. Иными словами, заявки на проведение экспертизы по одной и той же проблеме могут поступать из различных организаций, заинтересованных в ее решении.

Финансирование экспертизы может быть осуществлено исключительно как за счет средств государственного (местного) бюджета, с привлечением средств заинтересованных предприятий и организаций любой формы собственности, так и частным лицом.



## § 2.3. Экспертные оценки первого рода

«Зевок - это вид оценки». Саями Кожерский

В параграфе дан аналитический обзор простейших видов экспертных оценок первого рода. Например, вербальные, балльные, интервальные, Числовые. Особое внимание обращено на работы, в которых описаны экспериментальные исследования экспертных оценок. Даются определения некоторых простейших видов экспертных оценок.

Рассмотрим совокупность простейших видов экспертных оценок, описанных в научной литературе и/или используемых на практике, и пронумеруем их:

- 1) вербальные оценки;
- 2) группировки;
- 3) парные сравнения;
- 4) множественные сравнения;
- 5) ранжировки;
- 6) векторы предпочтений;
- 7) баллы;
- 8) интервальные оценки;
- 9) точечные оценки;
- 10) многоточечные оценки;
- 11) функциональные оценки.

Кроме перечисленных, в литературе рассматриваются различные комбинации простейших видов экспертных оценок [174,180, 300].

Все эти виды оценок назовем экспертными оценками первого рода.

Кроме того, рассмотрим такие оценки, хотя и простейшие по сути, но сопровождаемые дополнительной информацией эксперта о степени уверенности эксперта в своей же оценке.

Под экспертной оценкой второго рода будем понимать упорядоченную пару экспертных оценок следующего вида: первая компонента пары - это экспертная оценка первого рода, а вторая компонента - это степень уверенности эксперта в своей оценке первого рода, выраженная некоторой оценкой первого рода.

Необходимость подобного разделения видов экспертных оценок будет обоснована во второй части работы и учтена при построении классификации.

Теперь можно задать нумерацию оценок, как первого, так и второго рода в виде пары индексов  $(i, j)$ . Заметим, что при указании нумерации для любой оценки первого рода,  $j=0$ .

Переходя к обзору простейших видов экспертных оценок, описанных в научной литературе, отметим, что в его рамках мы по возможности рассмотрим совокупность определений простейших видов экспертных суждений. Это необходимо для создания общей терминологии, что, в свою очередь, позволит подойти к созданию системы строгих определений простейших видов экспертных суждений. Даже имея лишь совокупность определений простейших видов экспертных суждений, мы избежим ряда сложностей. До сих пор нет строгих определений таких простейших видов, как баллы и точечные оценки. Пример такого рода трудностей приводит Г. Тейл [175].

Пусть эксперт дал оценку: «Событие произойдет в 2005 году». Какой это прогноз - точечный, многоточечный или интервальный? Ведь

можно рассматривать 2005 как год и как 365 дней, и временной интервал длиной в год.

К терминологическим сложностям ведет и то обстоятельство, что иногда название вида экспертной оценки совпадает с названием процедуры, с помощью которой оценка получена. В том случае, когда есть возможность использовать различные названия, мы будем этим пользоваться.

### **1. Вербальные оценки (1.0)**

В том случае, когда в качестве экспертных оценок допускаются слова или предложения метаязыка экспертизы, довольно близкого к естественному языку, будем говорить о вербальных оценках. Окончательные суждения и слова-квантификаторы - примеры таких оценок. В работе [189] под метаязыком экспертизы понимаются те специальные значения, которые получают слова естественного языка, если они выступают в процедуре экспертизы в следующих качествах (указываются главные):

1. Наименование признаков, по которым надлежит проводить оценку объектов. В качестве примеров можно привести суждение «цвет зеленый» или заключение врача-эксперта «опухоль доброкачественна».

2. Наименование отношений (слова квантификаторы), устанавливаемых на множестве рассматриваемых объектов, типа «лучше», «более выражен», «в значительной степени», «более похожи на..., чем...» и т.д. Примером использования слов-квантификаторов могло бы служить следующее утверждение эксперта: «В прогнозный период темпы роста ВВП США возрастут незначительно».

3. Добавим к этому столь естественные экспертные утверждения, как: «да», «не знаю», «если ..., то ...»; «или ..., или ...», « и любое логическое отрицание.

Примеры использования экспертных оценок вида (1,0) мы можем найти при рассмотрении первых вариантов экспертных систем [301]. Представление знаний в этих экспертных системах осуществляется, в частности, в виде записи, утверждений типа «если ..., то...».

В исследовании вышеуказанного вида экспертных оценок, на наш взгляд, будет полезен лингвистический подход, в соответствии с которым в качестве значений переменных допускаются не только числа, но и слова или предложения естественного или искусственного языка. Лингвистическое представление экспертных оценок, по мнению В.Б. Кузьмина [74], обладает «тремя неоспоримыми достоинствами:

- оно наиболее близко к естественным средствам выражения оценочных суждений - родному языку и профессиональной терминологии экспертов и поэтому:

- позволяет достаточно точно и однозначно выражать оценку;
- в отличие от оценочных высказываний на естественном языке лингвистические представления поддаются математической обработке».

Понятие лингвистической переменной, введенное Л. Заде [322] и базирующееся на теории нечетких множеств, в настоящее время исследуется во многих работах [59, 265]. Исследования нечетких отношений, выражаемых словами-квантификаторами, Чаще всего связывают с теорией нечетких множеств, хотя для исследования таких оценок возможен и иной путь, описанный в работе [196].

## **2. Группировки (2.0)**

Этот вид экспертных оценок является совокупностью непересекающихся классов, индексированных элементами некоторого множества значений соответствующего признака.

Как процедура она состоит в «указании экспертом совокупности непересекающихся классов, индексированных элементами некоторого множества значений соответствующего признака» [97].

Теоретико-множественное понятие разбиения, хотя и близко к понятию группировки, но не совпадает с ним потому, что некоторые классы группировки могут оказаться пустыми, к тому же в разбиении не указано множество индексов. В том случае, когда задачей экспертов является разбиение множества, мы говорим, что получаем экспертную классификацию. Среди классификаций иногда рассматривают так называемую «свободную» классификацию, когда число классов, на которые эксперт может разбить множество, заранее не задано [180].

По-видимому, целесообразно рассмотреть случай, когда подмножества, на которые разбиваются множества, имеют непустые пересечения. В этом случае мы будем использовать термин «покрытие» [207]. В качестве математического аппарата при исследовании покрытий, по-видимому, будет полезна теория нечетких множеств. В экспертных оценках нечеткие множества рассматриваются в работе М. Пинаса [280]. Близкие виды экспертных оценок: группировка, классификация - рассматриваются в работах Б.Г. Миркина [97], Ю.Н. Тюрина [180], А.В. Маамяги [88]. Общее для этих видов экспертных оценок - то, что эксперты задают на множестве отношение эквивалентности.

В психологических исследованиях Л.С. Выгодского, Ж. Пиаже, Б. Инельдера, Н.З. Дьяченко, Р.М. Фрумкиной, А.В. Михеева, А.К. Звонкина и многих других изучались структуры и закономерности формирования и протекания процессов классификации различного вида.

Ряд зарубежных обзоров на эту тему выполнены П. Фресс, Ж. Пиаже [188] и Ж. Камбоном [229].

Экспериментальные исследования процессов классификации с целью выделения ведущих факторов и дальнейшего количественного учета их влияния рассмотрены в работе Ю.Д. Бабаевой и Ю.Н. Тюрина [11].

### **3. Парные сравнения (3.0)**

Парное сравнение — это пара объектов, для элементов которого заданы либо: отношения предпочтения или эквивалентности; либо указано, что они не сравнимы.

Как процедура она состоит в указании экспертом более предпочтительного объекта в каждой предъявленной паре объектов (иногда разрешается также заявлять, что они равноценны или несравнимы). Для того чтобы отличать их, название «парные сравнения» будем относить лишь к виду оценок, а процедуру сбора данных или метода, позволяющую получать выбранный вид экспертной оценки, назовем попарным сравнением.

Приведем пример парного сравнения. Пусть эксперту предложили сопоставить два возможных варианта ответа: А1 - относительная цена на нефть имеет тенденцию к возрастанию; А2 - относительная цена на нефть имеет тенденцию к стабильности. В случае если эксперт указал, что А1 предпочтительнее («вероятнее»), чем А2 - мы имеем парное сравнение.

В литературе по экспертным оценкам термин «парные сравнения» относят как к процедуре сбора данных, так и к виду экспертных оценок.

Методы анализа и обработки парных сравнений подробно описаны в монографии [243]. Процедура попарных сравнений впервые предложена в работе [246] для оценки сравнительной предпочтительности

альтернатив, а затем получила развитие в работах [177, 225, 312]. Процедура попарных сравнений становится практически непригодной при увеличении числа объектов ( $N$ ) из-за быстрого роста числа единичных парных сравнений -  $(N(N-1)/2)$ .

#### **4. Множественные сравнения (4.0)**

Этот вид оценок занимает промежуточное положение между оценками, полученными методами попарных сравнений, и ранжированием. И отличается от оценок, полученных методом попарных сравнений, тем, что эксперту последовательно предъявляются не пары, а тройки, четверки,... ( $r$ )-альтернатив (где  $r$  - количество предъявленных из общего числа альтернатив- $(n)$ ,  $r < n$ ). Эксперт их упорядочивает по важности (значимости) либо указывает, что все они, либо та или иная часть из них равноценна или несравнима.

Оценки, полученные методом множественных сравнений, изучались, например, в работах [269, 275]. Интересное экспериментальное и теоретическое исследование оценок, полученных методом множественных сравнений, содержится в работе [182]. Наиболее известными и разработанными среди оценок этого вида являются оценки в виде упорядоченных троек. Метод тройных сравнений подробно рассмотрен в работах [173, 195, 231-234].

#### **5. Ранжировки (5.0)**

Ранжировку обычно определяют как упорядоченный набор всех альтернатив (объектов), представленных к рассмотрению [83].

В процедуре ранжирования все предъявленные альтернативы (объекты) упорядочиваются в соответствии с убыванием (возрастанием) их предпочтительности. При этом допускается указание на равноценность некоторых рядом стоящих объектов. Номер, который при этом получает каждый объект, называется его рангом. Обычно, учитывая

трудности связанные с ограниченностью непосредственной (оперативной) памяти человека, эксперту предъявляется для ранжирования не более 10 альтернатив. Методы изучения ранжировок описаны в литературе по множественным сравнениям.

## **6. Векторы предпочтений (6.0)**

«Вектором предпочтения  $\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n\}$ , заданного на данном фиксированном наборе альтернатив (или объектов)  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , назовем вектор  $\Pi$ ,  $i$ -ая компонента которого -  $\Pi_i$  - определяется как количество альтернатив, превосходящих данную из всего набора альтернатив  $A$ » [83].

При этом эксперт не обязательно должен указывать, какие именно альтернативы являются более предпочтительными. Важно, что каждая альтернатива предъявляется лишь один раз. Впервые этот вид оценок был рассмотрен в работе Б.Г. Литвака [83]. С помощью векторов предпочтения может быть представлена информация, получаемая от эксперта при использовании метода попарных сравнений, множественных сравнений и ранжирований. Так, например, если значения  $n$ -компонент вектора предпочтений различны и среди них встречаются  $0, 1, \dots, n-1$ , то экспертом указано строгое ранжирование альтернатив. Однако можно привести примеры векторов предпочтения, не являющихся ранжировкой [82].

## **7. Балльные оценки (7.0)**

Этот вид оценки - промежуточный между ранжировками и количественными оценками. В том случае, когда эксперт придает параметру некоторое значение (градацию), характеризующее объект, можно говорить о баллах. Обобщая опыт применения балльных оценок с точки зрения экспертных процедур, рассмотрим следующие определяющие признаки таких оценок:



- существуют некоторые независимые от эксперта объективные критерии присвоения баллов;
- число градаций сравнительно невелико;
- каждый объект оценивается независимо от остальных в шкале, которая не слабее, чем порядковая, и не сильнее, чем интервальная.

(Рассматривая отношение порядка на множестве шкал, мы руководствуемся работой В.С. Высоцкого [39].)

Приведенное определение баллов, хотя и удобно для данной классификации, исключает случаи балльного оценивания при отсутствии общепринятых эталонов или, когда наличие объективного критерия сомнительно. Балльные оценки рассматриваются в работах [95, 116, 209]. Хотя теория балльных оценок слабо разработана, они часто используются на практике [116, 209].

## **8. Интервальные оценки (8.0)**

Этот вид экспертных оценок широко распространен. По сути, интервальная оценка характеризует не единственно-возможную ситуацию, а их множественность. Одним из определяющих свойств интервальной оценки является то, что на множестве задано тернарное отношение «МЕЖДУ».

Определения, аксиоматика, теоремы и свойства этого отношения рассмотрены в работах [19, 122].

В последние годы широкое распространение, особенно в вычислительной математике, получили методы интервального анализа. Это сравнительно новая дисциплина, но литература по интервальному анализу на 1981 год насчитывала, по оценке Ю.И. Шокина, более восьмисот наименований [205]. Уже в 80-е годы наметились пути использования интервального анализа в экономике и при решении задач

управления [287, 288]. Рассматривается интервальный анализ с использованием вероятностного подхода [263].

### **9. Точечные оценки (9.0)**

Методы обработки и анализа точечных экспертных оценок достаточно развиты и хорошо известны большинству исследователей. Способы получения количественных оценок объектов являются также достаточно разнообразными. В ряде областей деятельности, в частности при прогнозировании, точечная оценка или оценки, включающие точечную, иногда необходимы, и хотя строгих определений в литературе нет, под этим понятием нередко понимают оценку, выраженную одним действительным числом. Решить вопрос о характере оценки - точечная она, многоточечная или интервальная - необходимо, например, в тех случаях, когда нам надо проводить различные операции с экспертными оценками. От вида оценок зависит, допустима ли та или иная операция над этими оценками. Г. Тейл для решения этого вопроса требует, чтобы дополнительно к прогнозной экспертной оценке эксперт оценил и вероятность ее осуществления, и если она менее 0,5, то это точечный прогноз, в противном случае - интервальный [175]. Для аналогичных непрогнозных оценок можно требовать оценку степени уверенности эксперта в их правильности и в дальнейшем действовать по той же схеме.

### **10. Многоточечные оценки (10.0)**

Конечную совокупность точечных экспертных оценок, взаимосвязанных как единое целое, можно определить как многоточечную оценку.

Распределение ограниченных ресурсов между конечным числом потребителей, оценки значений вероятностей группы событий - все это многоточечные оценки.

Часто взаимосвязь оценок проявляется через нормировку или ограничения. Рассмотрим сначала среди многоточечных оценок двухточечные, которые следует отличать от интервальных. Двухточечными оценками являются: распределение ресурсов между двумя объектами, оценивание соотношений между двумя альтернативами и т.д. Имеются экспериментальные исследования, подтверждающие достаточно высокую точность результатов при использовании двухточечных оценок даже при наличии нормировки. В первую очередь, это относится к экспериментам по оцениванию вероятности двух взаимоисключаемых событий. Что касается условий нормировки, то экспериментальные исследования Эрлика показали, что оценка соотношений для двух альтернатив хорошо удовлетворяет требованию нормировки [245]. Среди многоточечных оценок необходимо отметить трехточечные. В прогнозных исследованиях их используют часто. Необходимость более сложных оценок, нежели точечные или интервальные, назрела давно. Трехточечные оценки используются, например, в некоторых видах сетевых моделей типа ПЕРТ [171], в модификации Дельфийской процедуры, такой, как «Дельфи II» [228] или методе SEER [223]. Трехточечные оценки рассматриваются в работе Ю.В. Киселева [68], где используются следующие допущения на характер распределения: пусть неизвестная количественная характеристика как случайная величина имеет непрерывную унимодальную ограниченную по абсциссе функцию распределения. Обычно в качестве математической модели выбирают бета-распределение. Плотность вероятности бета-распределения выражается, как известно, следующей формулой:

$$f(t)=(t-a)^{p-1} \times (b-t)^{q-1} / \{(b-a)^{p+q-1} \times B(p,q)\}, \quad \text{при } a < t < b .$$

$$f(t)=0, \quad \text{при } t=a, \text{ или } t=b,$$

где  $B(p,q)$  - бета-функция,  $p, q, a, b$  - параметры распределения; при этом « $a$ » и « $b$ » определяют соответственно левую и правую границу распределения,  $p, q > 0$ .

Поскольку эксперт оценивает только три точки, а бета-распределение 4-х параметрическое, имеется свобода в выборе четвертого параметра. Если предположить, как это сделано в работе Ю.В. Киселева [68], что дисперсия определяется только квадратом размаха и пропорциональна ему:  $D=k(b-a)$  то, выбирая по тем или иным соображениям значение коэффициента  $k$ , мы можем получить значения математического ожидания -  $M$ , моды -  $МО$  и дисперсии -  $D$ .

Так, в случае, когда  $k=0$  - получаем дельта-распределение ( $M=МО$ ,  $D=0$ ).

При  $k=1/12$  получаем равномерное распределение  $M=(a+b)/2$ ,  $D=(b-a)/12$ .

При  $k=1/36$  получаем распределение, используемое в системе ПЕРТ  $M=(a+4МО+b)/6$ ;  $D=(b-a)/36$  и т.д.

В одной из модификаций метода «Дельфи», описанной в работе Дж. Мартино и называемой «множественной датировкой», трехточечные экспертные оценки используются следующим образом: экспертов при прогнозировании сроков свершения того или иного события просят назвать три даты: «вряд ли возможную», «равновозможную или 50%-ную» и «фактически достоверную». В другом варианте экспертов просят указать три даты, для которых вероятность того, что истинный ответ окажется меньше названного, равен соответственно 10%, 50% и 90% (или некоторым другим значениям вероятности наступления событий) [90]. Статистическую характеристику группового ответа получают, взяв медиану (или другую среднюю) каждого из трех рядов дат. При сравнении оценок «равновероятных» дат (50%-ная вероятность события)

и дат, вероятность наступления которых считается равной 90%, можно обнаружить очень тесную зависимость между ними, что, возможно, свидетельствует о скрытой «психологической связи» этих двух оценок. Отношение медиан, как было установлено экспериментальным путем в работе [257], при этом  $ME(0,9)/ME(0,5)=1,8$ , а соответствующие отношения квартилей составляют 1,6 для нижних квартилей и 2,0 для верхних.

При использовании многоточечных оценок часто требуется нормировка как принцип, определяющий взаимосвязь. Так, например, в методе «решающих матриц Поспелова» эксперт должен указать относительные веса  $A_1, A_2, \dots, A_n$  направлений исследований, удовлетворяющие условию нормировки:  $\sum A_i = 100$  [127]. В анализе на проблемных сетях, предложенном С.А. Петровским, эксперт должен дать оценки вероятности для нескольких взаимно-несовместных событий, образующих полную группу [9,10]. Здесь также фигурируют условия нормировки. Конечно, нормировка представляет собой известную трудность, но она может быть преодолена. Эксперименты свидетельствуют, что оценки вероятности для нескольких альтернатив не всегда равны в сумме единице, если только от испытуемого специально не требовать соблюдения этого правила [215]. По мнению Шеридана и Ферралла, всегда была возможна некоторая приемлемая модификация значений вероятностей, обеспечивающая равенство их суммы единице [197]. Эксперименты, проведенные нами совместно с С.А. Петровским, подтверждают это [118,119].

## **11. Функциональные оценки (11.0)**

Оценки этого вида являются некоторым естественным продолжением многоточечных. В том случае, когда эксперт в качестве

оценки дает некоторую действительную функцию,  $f: X \rightarrow R$ , мы говорим о функциональной оценке.

Иногда области определения -  $X$  и даже значения  $f(X) \subset R$  фактически заданы, и эксперт дает оценку в виде закона соответствия.

Имеются попытки разработки прогнозов, когда входная информация вводится в виде функций распределения вероятности с тем, чтобы информация на выходе также приняла форму распределения. Но такое прогнозирование пока не получает достаточного развития и находится еще на ранней экспериментальной стадии. Разработка прогнозирования с использованием оценок такого вида, несомненно, представляет, по мнению Э. Янча, «одну из важнейших проблем в развитии прогностических методов» [213].

Представляет интерес разновидность функциональных оценок, когда они даются в виде графиков или так называемых «экспертных» кривых. Напомним, что графиком действительной функции  $f: X \rightarrow R$  называется подмножество произведения  $X * R$ , состоящее из точек вида  $(x, f(x))$ , где  $x \in X$ . Пусть, например, эксперт при ответе на вопрос изображает зависимость между двумя переменными в виде некоторой ломаной линии. В неопубликованной работе Е.М. Четыркина и Е.З. Демиденко предложена экспертная процедура, при которой эксперт выбирает один из трех видов распределения, изображенных графически: а) треугольное, б) трапециевидное, в) равномерное. Кривые, построенные экспертами, были рассмотрены в методе главных точек еще в 1969 г. [132]. По-видимому, впервые классификация «экспертных» кривых предложена в работе [32]. Наглядность, удобство работы, возможность интерполирования и достаточно простые способы согласования мнений в группе экспертов - все это позволяет надеяться на успешное развитие этого вида экспертных оценок. Способы построения и описания экспертных кривых базируются на использовании представлений об их

характерных элементах, существенные в условиях задачи, рассматриваемой в экспертизе. Способы статистической обработки данных при построении обобщенных экспертных кривых и для записи их всевозможных преобразований рассмотрены лишь в небольшом числе работ и развиты еще слабо [33].

### **Комбинации оценок первого рода.**

Качество решений, принимаемых на основе экспертных оценок, может быть повышено путем использования комбинации простейших видов экспертных оценок. При комбинировании оценок используются достаточно развитые математические методы. Для примера рассмотрим комбинации двух различных простейших видов экспертных оценок и двух одинаковых.

Среди известных комбинаций простейших видов экспертных оценок - сортировка. О сортировке говорят тогда, когда каждый из объектов независимо от других эксперт относит к одному из  $m$ -упорядоченных классов. Сортировка - частный случай именованной классификации, в которой сорта занумерованы последовательными целыми числами. Этот вид экспертных оценок рассмотрен в работе Ю.Н. Тюрина [180] и в ряде других работ. Сортировка состоит из группировки и ранжировки.

Можно рассмотреть комбинацию двух одинаковых простейших видов экспертных оценок. Так, представляет интерес комбинация экспертных оценок, когда наряду с ранжированием объектов по некоторому показателю эксперт рассматривает разности оценок объектов и ранжирует эти разности. Экспертные оценки, в которых ранжировка сочетается с разностями оценок объектов, рассмотрены в ряде работ в связи с приближенно-количественными измерениями [95, 214]. В дальнейшем ранжирование разностей оценок было названо ранжированием второго порядка [95].

## **§ 2.4. Подходы к определению меры уверенности эксперта в своей оценке и экспертные оценки второго рода**

В параграфе будет дан аналитический обзор простейших видов экспертных оценок второго рода. Будут описаны различные подходы по определению меры уверенности эксперта в своей оценке. Особое внимание будет обращено на работы, в которых описаны экспериментальные исследования экспертных оценок второго рода.

Основной недостаток оценок первого рода (точечные оценки, интервальные оценки и т.д.) в том, что эксперты и прогнозисты не полностью используют имеющуюся информацию. Введение экспертных оценок второго рода позволит более полно описывать рассматриваемые величины. Потеря информации, которой можно избежать, считается, особенно в статистике, серьезным недостатком.

С другой стороны, и это также надо иметь в виду, в ряде социологических опросов интересуются мнениями опрашиваемых там, где эти мнения являются весьма нечеткими или, скажем, не сформировавшимися. Поэтому часто применяются такие виды оценок, степень надежности которых сомнительна.

Напомним, что экспертной оценкой второго рода называется упорядоченная пара. Первая компонента пары - экспертная оценка первого рода, а вторая компонента – степень (мера) уверенности эксперта в своей оценке первого рода, выраженная в таких видах простейших оценок первого рода, чьи номера  $j=1,7,8,9,10,11$  указаны по списку из предыдущего параграфа.

Опишем различные подходы к определению меры уверенности эксперта в своей оценке



Эксперты сталкиваются, как правило, с уникальными или редкими ситуациями и явлениями, для которых не существует оценок вероятности, имеющих частотный характер. И все равно вынуждены их оценивать на интуитивном уровне. Конечно, это не означает полное отсутствие в них объективности, поскольку интуиция - это неформализованный опыт экспертов.

Экспертные оценки, удовлетворяющие введенному нами определению оценок второго рода, конечно, рассматриваются в научной литературе по экспертным оценкам.

Более того, известны попытки обобщенного представления экспертных оценок второго рода. Так, например, бинарное метризованное отношение, введенное в [81], дает возможность рассмотреть ряд видов оценок второго рода.

Напомним, что бинарным метризованным отношением называется пара  $P = \langle P, W \rangle$ , где  $P$  - бинарное отношение на  $A$  ( $P \subset A^2$ ), а  $W$  действительная функция, характеризующая интенсивность отношения между элементами некоторого множества  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ ,  $W: P \rightarrow R$  [79].

Пусть оценка первого рода определяется через бинарное отношение, например, является парным сравнением либо некоторой группировкой, а степень уверенности выражается одним действительным числом. Таким образом, мы приходим к некоторой реализации бинарного метризованного отношения.

Во-первых, рассмотрим наиболее распространенный подход, связанный с так называемой «субъективной» вероятностью исходов тех или иных событий. Более того, часто меру уверенности или убежденности некоторого человека или группы людей в том, что данное событие в действительности будет иметь место, и называют субъективной

вероятностью [70]. Подобное определение имеет серьезное ограничение, связанное с тем, что степень уверенности в этом случае измеряется в шкале, которая не слабее, чем шкала отношений.

На позициях субъективного подхода к вероятности стояли такие крупнейшие ученые, как Лаплас и Я. Бернулли.

По-видимому, одна из первых значительных работ по субъективной вероятности - это работа Я. Бернулли «Искусство предвидения», согласно которой вероятность - это «степень уверенности» или, как стали писать позднее, уровень «доверия» индивида по отношению к неопределенному событию; степень эта зависит от осведомленности индивидуума и может меняться от одного индивидуума к другому [222].

В англоязычной и франкоязычной литературе субъективная вероятность рассматривается очень подробно.

Теория субъективной вероятности в русскоязычной литературе описана недостаточно. В одной из наиболее интересных обзорных статей [103] выделяют несколько оригинальных работ, посвященных качественной субъективной частичной вероятности.

Анализ основных направлений в теории вероятностей, изучающей оценки человеком достоверности уникальных событий, рассмотрен в работе А.А. Федулова, Ю.Г. Федулова, В.Н. Цыгичко [183] и в работе Э. Лимера [79].

Исторически развитие понятия субъективной вероятности шло параллельно с исследованиями субъективной полезности.

Эти два понятия явились основой для построения моделей принятия решений в условиях неопределенности. Первым на связь между субъективной вероятностью и полезностью указал Фрэнк Рамсей [284],

который использовал полезность для построения субъективной вероятности.

Субъективную вероятность можно определить и в рамках действительной или воображаемой задачи принятия решений в условиях неопределенности. Фрэнк Рамсей [284] первым предложил теорию решения, построенную на двойственных, взаимосвязанных понятиях оценочной вероятности и полезности.

По Рамсею, вероятность определяется операционно как степень готовности субъекта совершить то или иное действие в ситуации принятия решений при ненадежных возможных выигрышах.

«Субъективисты» делятся на две группы: персоналисты и рационалисты.

Персоналисты, и в их числе де Финетти [249], Ф. Рамсей [284] и Сэвидж [293], утверждают, что, если отдельные индивидуумы располагают неодинаковым запасом знаний, количественная мера знаний также должна меняться от одного индивидуума к другому. Рекомендуется, чтобы уровни доверия у каждого из них к собственным экспертным оценкам подчинялись аксиомам теории вероятностей, но во всех других отношениях мы свободны устанавливать их, как нам заблагорассудится (точнее, соответственно своим знаниям).

Рационалисты Джеффри [264] и Кейнс [267] утверждают, что субъективная вероятность - это уровень доверия, который «рационально» иметь относительно некоторого неопределенного высказывания при том, что есть и другие высказывания (цит. по [183]).

В точных науках, как правило, избегают давать строгое определение субъективных вероятностей.

Однако в работах Севиджа [292] и Черчмена [236] утверждается, что нельзя уклоняться от рассмотрения субъективных вероятностей. Более того, Черчмен показал, что для получения объективных оценок необходимо использовать субъективные оценки вероятностей. В связи с этим методы определения субъективных оценок привлекли определенное внимание и стали объектом широких исследований. Относительно надежности и точности субъективных оценок вероятности существуют полярные точки зрения. Так, в экспериментальных работах Словика, Тверского, Канемана и других авторов показано, что при собственном оценивании субъективных вероятностей испытуемые допускают серьезные ошибки, в том числе и систематические [172, 307, 308, 315].

С другой стороны, имеются данные, что испытуемые давали чрезвычайно точные оценки субъективных вероятностей. Так, по мнению Т.Б. Шеридана и У.Р. Феррелла, множество экспериментов неизбежно приводят нас к заключению, что люди, по крайней мере, в среднем, хорошо определяют относительную частоту наблюдаемых событий. Более того, они даже могут достаточно точно находить количественные значения вероятностей [197]. В случае, когда испытуемые наблюдают последовательность бинарных событий и устно сообщают о процентном соотношении исходов, их оценки в среднем для нескольких испытуемых или по ряду испытаний для одного субъекта оказываются очень точными.

В этой связи характерны результаты экспериментов, проведенных Эрликом [245], в которых испытуемым предъявляли буквы «А» и «С» последовательно со скоростью четыре буквы в секунду, т.е. слишком быстро, чтобы их можно было подсчитать. Испытуемые должны были оценить частоту предъявления одной из букв, округлив ее с точностью до 5%. Максимальная средняя ошибка оказалась малой, примерно 5%. Аналогичные эксперименты проводились Атневом [219], который изучал оценки относительных частот использования букв

английского языка, даваемые испытуемыми по памяти. Интересные эксперименты проведены Симпсоном и Воссом [306], а также Питцем [281]. В общем случае наблюдается высокая точность при оценке частоты событий данного вида в серии событий.

Прямая оценка процентного отношения менее частых элементов в статичных пространственных массивах исследовалась Шафордом [302], и эти оценки также оказались очень точными. Робинсон [286] предложил и проверил модель выборок для задачи непрерывного оценивания вероятности, изменяющейся с течением времени. Испытуемые должны были перемещать по шкале указатель, чтобы отмечать кажущуюся вероятность, с которой вспыхивала одна из двух лампочек. Вероятности вспышек лампочек менялись случайным образом, но оставались постоянными на протяжении, по крайней мере, 30 вспышек. Испытуемые не знали заранее, с какой скоростью или на какую величину изменялись эти вероятности со временем. Даже в такой сложной ситуации результаты экспериментов показали в среднем приемлемую точность.

Петерсон и Бич дали интересный обзор исследований, в которых люди рассматривались как «интуитивные статистики» [279].

Наличий прямо противоположных результатов относительно точности и надежности оценок субъективных вероятностей скорее подтверждает нашу концепцию об относительности лучшего вида экспертной оценки и необходимости каждый раз подбирать наилучший вид экспертной оценки.

В последующих работах многих авторов субъективная вероятность не просто предстает как мера уверенности на множестве событий, а увязывается с системой предпочтений лица, принимающего решение, и в конечном итоге с функцией полезности [187].

На работы в области субъективной вероятности и полезности оказал большое влияние аксиоматический подход Неймана - Morgenштерна, использованный ими для построения функции полезности в задачах принятия решений в условиях риска. Из аксиом предпочтения на множестве лотерей с известными вероятностями исходов эти ученые выводят существование функции полезности [108]. Развивая эту схему и опираясь на идеи де Финетти [248, 249, 250] в 1954 г. Сэвидж построил систему аксиом, в которой вероятности не предполагаются известными, а вместе с функцией полезности выводятся из аксиом предпочтения [293].

Как мера уверенности человека в возможности наступления событий, субъективная вероятность может быть формально представлена различными способами: распределением вероятностей на множестве событий, бинарным отношением на множестве событий, не полностью заданным распределением вероятностей или частичным бинарным отношением и другими способами [103].

В зависимости от формы представления выделяют количественную и качественную субъективную вероятность.

Количественная субъективная вероятность является вероятностной мерой на множестве событий, удовлетворяющей той же системе аксиом, что и вероятность объективная [71]. Поэтому с формальной точки зрения субъективная количественная вероятность ничем не отличается от объективной вероятности. Разница заключается в том смысле, который вкладывается в эти понятия. Практически построение субъективной количественной вероятности требует от эксперта указания числовых значений вероятности для ряда событий.

Известно, однако, что такая количественная информация является для человека весьма сложной и в ряде случаев ненадежной [201].

Значительно более простой и потому более достоверной является информация, состоящая из ответов на вопросы о сравнительной вероятности (возможности) двух событий. В связи с этим большой практический интерес представляет нечисловая формализация субъективной вероятности, основанная на использовании бинарных отношений превосходства ( $>$ ) и равенства ( $\sim$ ) событий по вероятности. Так, формализованная субъективная вероятность получила название качественной (сравнительной) [247, 316].

Основным вопросом, связанным с понятием качественной вероятности, традиционно считается вопрос о возможности построения количественной вероятности, которая в каком-либо смысле согласована с качественной. Это явилось отражением того факта, что при решении практических задач до последнего времени использовалась только количественная вероятность [65], а качественная вероятность вызывала только теоретический интерес. Однако в последнее время в теории принятия решений появились специальные процедуры, рассчитанные на анализ качественной информации, в связи с чем понятие качественной вероятности приобрело самостоятельное практическое значение [124-126].

Второй подход к определению степени уверенности основан на нормированных и ненормированных размытых числах, введенных П.Б. Шошиным [206]. Практическое использование в экспертном оценивании размытых чисел как некоего представления субъективных оценок отвечает, по мнению П.Б. Шошина, требованиям сегодняшнего дня.

Существуют и другие подходы - через нечеткие множества и случайные конечные множества. В экспертных оценках нечеткие множества рассматривались в работах М. Пинаса [280], а конечные случайные множества - А.И. Орловым [113]. Все эти подходы близки и

связаны с теорией нечетких множеств. К настоящему времени аппарат теории нечетких множеств достаточно хорошо развит и описан на русском языке в работах Л.А. Заде [59], Л.А. Гусева и И.М. Смирновой [48], А.И. Орлова [113] и др. К сожалению, теоретических работ несравнимо больше количества крупных и убедительных прикладных работ на эту тему.

Перейдем теперь к рассмотрению описанных в научной литературе простейших видов экспертных оценок второго рода.

### **Оценки вида (1.1)**

Пример оценок вида (1.1) - прогноз погоды в СССР. Например: «В ряде районов Западной Сибири в конце апреля возможно кратковременное потепление». В данном случае степень уверенности определяется через слово-квантификатор «возможно», а экспертная оценка первого рода (окончательное суждение) была выражена посредством слов «кратковременное потепление».

### **Оценки вида (1.7)**

В ряде работ социологи рассматривают экспертные оценки вида (1.7). Это работы с тестами по разборчивости [237, 282] и с опытами по обнаружению сигналов [268]. В этих экспериментах от эксперта, хотя в данном контексте лучше говорить об испытуемом, помимо основного ответа, выраженного в виде окончательного суждения, требуют, чтобы он каждый раз указывал степень своей уверенности в нем. Видом экспертных оценок, в котором испытуемый оценивал свою уверенность, были баллы.

В экспериментальной работе Вотсона и других авторов испытуемый устанавливал, согласно собственному ощущению степени уверенности, подвижный визир на линейке. Тем самым в оценочном



эксперименте применялось простейшее механическое приспособление [317].

### **Оценки вида (1.9)**

Пример оценок вида (1.9) - прогноз погоды, если он дается как выраженная в процентах вероятность того или иного события. Несмотря на сложные математические модели и десятки тысяч исходных данных, вводимых в ЭВМ, краткосрочный прогноз погоды не всегда нас удовлетворяет. Частично это связано с тем, что численные методы, к сожалению, не обеспечивают пока достаточно точного расчета развития процессов в самом нижнем из шести атмосферных слоев. Законы развития этого слоя намного сложнее, чем верхних слоев. Здесь-то и требуется вмешательство эксперта-прогнозиста. Эксперты дают оценки либо в виде (1.1), как в России, либо в виде (1.9), как в США и Канаде. Если эксперта спрашивают: «Какая погода будет ровно через неделю?», он может ответить так: «По-видимому, ровно через неделю будет теплый день», т.е. оценка вида (1,1), либо так: «С 80% уверенностью я считаю, что будет теплый день», т.е. оценка вида (1.9). Вербальный ответ, вообще говоря, более надежен, принимая во внимание, во-первых, что теплый день - нечеткое понятие, и, во-вторых, что мы не достаточно хорошо понимаем пока динамику изменений погоды. С другой стороны, второй ответ более информативен. Идея взвешенных прогнозов погоды рассматривалась Куком еще в 1906 г. и постепенно развилась в концепцию вероятностного прогноза, сначала применявшуюся изредка, но сейчас уже общеупотребительную в США и Канаде [239].

По мнению Шеридана и Феррелла, одна из важнейших, но каверзных проблем - определение точности прогнозов, выраженных в такой форме [197]. Так, например, если ежедневно предсказывать ясную погоду в Таксоне (штат Аризона), то такой прогноз будет правилен в 86%

случаев. Предсказание 86% вероятности ясной погоды соответствует долговременным средним данным и в этом смысле абсолютно правильно. Но, конечно, оно вовсе не указывает на высокую точность экспертного прогноза специалиста. Попытка обойти эту трудность была предпринята в работе Мэрфи и Винклера [276], которые для определения качества прогнозов погоды учитывали способность метеоролога распознать достоверные условия и соответствие между вероятностью, указанной в прогнозе, и наблюдавшейся частотой выпадения осадков. Другим примером оценок вида (1.9) являются используемые в базе знаний экспертной системы МИЦИН II логические (условные) связки с указанием вероятности их осуществления [244].

### **Оценки вида (2.9)**

Оценки вида (2.9) рассматриваются, например, в работе [180]. «Представим себе, - пишет Ю.Н. Тюрин - что на допустимом множестве классификаций данного конечного множества объектов распределена вероятность. Каждый эксперт, составляя «свою» классификацию, независимо от других экспертов извлекает из множества  $\{M'\}$  классификацию  $M'$  с вероятностью  $P(M')$ ». В случае, когда вероятность  $P(M')$  задается экспертом как степень уверенности своей классификации  $M'$ , мы получаем оценки вида (2.9).

### **Оценки вида (2.10)**

В качестве примера оценок вида (2.10) можно рассмотреть оценки, в которых эксперт задает полную группу событий  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  и вектор вероятностей  $p=(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , задающих каждому  $A_i$  - вероятность  $p_i= p(A_i)$  таким образом, что  $\sum_1^n p_i=1$ . Такие оценки можно рассматривать, как  $p$ -смеси [108].

### **Оценки вида (3.7)**

Оценки этого вида рассмотрены, например, Б.Г. Миркиным. В этом случае эксперту предлагают баллами оценить интенсивность своего предпочтения для каждой пары объектов [95].

### **Оценки вида (3.9)**

В том случае, когда эксперт дает парное сравнение  $A_j > A_i$  и вероятность  $p(X_j > X_i)$  того, что объект  $A_j$  предпочтительнее объекта  $A_i$ , где  $X_j, X_i$  значения объектов  $A_j, A_i$  на психологическом континууме эксперта, мы получаем оценки вида (3.9).

Статистические модели парных сравнений рассмотрены во многих работах, начиная с работы Терстоуна [312]. Примером экспериментальных исследований в этом направлении является работа Ю.Н. Тюрина, А.П. Василевича, П.Ф. Андруковича [182].

### **Оценки вида (4.9)**

По аналогии с оценками вида (3.9), эксперты предлагают оценку, полученную методом множественных сравнений, и при этом дают оценку вероятности как степени уверенности в своей оценке. Оценки этого вида рассмотрены в обзоре [201].

### **Оценки вида (5.9)**

Так же, как и оценки вида (3.9) и (4.9), оценки вида (5.9) получают в том случае, когда эксперт дает ранжировку и оценку вероятности как степени уверенности в своей оценке. Обзор статистических моделей ранжирования рассмотрен в работе Д.С. Шмерлинга и других [201].

### **Оценки вида (10.10)**

Оценки этого вида рассмотрены, в частности, в работе Ю.В. Киселева [68], где дано следующее обоснование перехода от трехточечные оценок к оценкам вида (10,10): «Если эксперт может

оценить три характерные точки распределения, то почему нельзя пойти дальше и построить псевдостатистическую функцию распределения, рассматривая ее как результат мысленного эксперимента». Это позволит, как считает Ю.В. Киселев, отказаться от каких-либо искусственных допущений относительно вида закона распределения и его параметров.

Ю.В. Киселевым проведены эксперименты по построению псевдостатистических функций распределения применительно к неизвестному времени, необходимому для выполнения какой-либо технической операции. Методика построения псевдостатистической функции распределения такова. На оси времени эксперт выбирал шесть-восемь точек, при этом левая точка соответствовала минимально возможному, а правая - максимально возможному времени, необходимому для выполнения операции. Далее каждой выбранной точке эксперт приписывал число в интервале 0-100, которое служило ответом на вопрос, сколько шансов из 100 за то, что операция будет выполнена в течение времени, меньшего, чем то, которое определяется данной точкой. Другими словами, определялась псевдостатистическая интегральная функция распределения с числом точек шесть-восемь. В качестве экспертов использовались 10 инженеров, по роду деятельности занятые планированием пуско-наладочных работ при вводе в строй комплексов новой техники. Применительно к такого рода работам каждый эксперт строил псевдостатистическую функцию распределения для времени выполнения 10 операций. Полученные функции распределения обрабатывались обычными статистическими приемами. Эксперименты показали, что такой подход приемлем только для экспертов, практически владеющих основами теории вероятности. Эксперты, не владеющие этим математическим аппаратом, проявляют явную тенденцию к использованию линейной интерполяции при оценке ординат («шансов») промежуточных точек. Учитывая, что методика

экспертного построения псевдостатистических функций распределения, во-первых, требует от эксперта практического знания основ теории вероятностей, а, во-вторых, при массовом применении ведет к существенному усложнению расчетов, использование ее в общем случае не представляется, по мнению Ю.В. Киселева, целесообразным. Такой подход следует рекомендовать только при условии явной неприменимости модели бета-распределения. На практике это обычно имеет место в тех ситуациях, когда интуитивно ясно, что функция плотности распределения неизвестной характеристики не может быть унимодальной. Примером подобной ситуации является необходимость оценить длительность сезонной работы, которая может быть закончена либо в первом, либо во втором сезоне, но не в промежутке между ними. Не исключено, что трудности при рассмотрении оценок вида (10.10) связаны с использованием именно псевдостатистической функции распределения для выражения степени уверенности эксперта в своей многоточечной оценке. В своей работе Ю.И. Алимов рекомендует использовать при измерениях не функции распределения, а эмпирические плотности распределения [2]. Автор указывает, что отличие функции распределения от плотностей сродни преимуществу нечувствительного прибора, дающего малое рассеивание результатов измерений, перед прибором чувствительным, у которого рассеивание в тех же условиях значительно больше именно из-за чувствительности. В дальнейшем, по-видимому, необходимо теоретическое и экспериментальное исследование экспертных оценок вида (10.10), в которых будут использоваться гистограммы - эмпирические плотности распределения.

## **§ 2.5. Алгоритмические операции, процедуры и методы, позволяющие получать выбранный вид экспертной оценки**

**В данном параграфе рассмотрен аналитический обзор наиболее распространенных на практике алгоритмов (приемов, способов), позволяющих получать выбранный вид экспертной оценки.**

**Метод попарных сравнений** - один из наиболее распространенных алгоритмов (методов) получения экспертной информации. Впервые он был предложен в работе [246] для оценки сравнительной предпочтительности альтернатив, а затем получил развитие в работах [177, 225, 312, 56].

В методе попарных сравнений эксперту последовательно предъявляются пары альтернатив. В зависимости от целей экспертизы для каждой пары альтернатив предлагается указать, какая из альтернатив более предпочтительна, или, может ли данная пара альтернатив принадлежать одному классу. Если предпочтения эксперта удовлетворяют свойству транзитивности, и сравниваются все пары альтернатив, то получаем отношение линейного порядка. Если относительно части пар альтернатив эксперт затрудняется указать, какая из двух альтернатив предпочтительней, считая их несравнимыми, то получаем лишь частичное упорядочение альтернатив. В том случае, если при разбиении экспертом альтернатив на классы выполняется свойство транзитивности, получаем классификацию альтернатив (отношение эквивалентности).

Как показывает опыт, эксперт далеко не всегда последователен в своих предпочтениях. В результате использования метода попарных

сравнений эксперт может указать, что альтернатива  $a_1$  предпочтительней альтернативы  $a_2$ ,  $a_2$  предпочтительней альтернативы  $a_3$  и в то же время  $a_3$  предпочтительней альтернативы  $a_1$ .

В случае разбиения альтернатив на классы эксперт может к одному классу отнести пары альтернатив  $a_1$  и  $a_2$ ,  $a_2$  и  $a_3$ , но в то же время альтернативы  $a_1$  и  $a_3$  отнести к различным классам. Такая «непоследовательность» эксперта может объясняться различными причинами: сложностью задачи, неочевидностью предпочтительности альтернатив или разбиения их на классы (в случае, когда все очевидно, проведение экспертизы необязательно), недостаточной компетентностью эксперта, недостаточно четкой постановкой задачи, многокритериальностью рассматриваемых альтернатив и т. д.

«Непоследовательность» эксперта приводит к тому, что в результате попарных сравнений при определении сравнительной предпочтительности альтернатив мы не получаем ранжирований и даже отношений частичного порядка - не выполнено свойство транзитивности. По этой же причине при разбиении альтернатив на классы мы получаем лишь отношение толерантности, а не отношение эквивалентности, т. е. не получаем классификации альтернатив.

Если целью экспертизы при определении сравнительной предпочтительности альтернатив является получение ранжирования или частичного упорядочения, необходима их дополнительная идентификация. Если цель экспертизы - классификация альтернатив, а свойство транзитивности не выполняется, также необходима дополнительная идентификация отношения на множестве альтернатив, полученная в результате экспертного оценивания. В этих случаях имеет смысл в качестве результирующего отношения выбирать отношение заданного типа, ближайшее к полученному в эксперименте.

### **Метод получения множественных сравнений.**

Отличается от метода попарных сравнений тем, что экспертам последовательно предъявляются не пары, а тройки, четверки альтернатив. При этом количество альтернатив в наборе меньше максимального значения  $n$ . Эксперт упорядочивает их по важности или разбивает на классы в зависимости от целей экспертизы. Метод получения множественных сравнений изучался в работах [269, 278]. Экспериментальное и теоретическое исследование метода множественных сравнений содержится в работе [182]. Множественные сравнения занимают промежуточное положение между парными сравнениями и ранжированиями. С одной стороны, они позволяют использовать больший, чем при парных сравнениях, объем информации для определения экспертного суждения, в результате одновременного соотнесения альтернативы не с одной, а с большим числом альтернатив. С другой стороны, при ранжировании альтернатив может оказаться слишком много, что затрудняет работу эксперта и сказывается на качестве экспертизы. В этом случае множественные сравнения позволяют уменьшать до разумных пределов объем поступающей к эксперту информации.

### **Ранжирование.**

Достаточно распространенной процедурой получения экспертной информации является непосредственное ранжирование альтернатив. Эксперту предъявляется весь набор альтернатив, подлежащих оцениванию (но не более 10), и предлагается упорядочить их по предпочтениям. Ранжирование альтернатив может осуществляться экспертом различными способами.

Приведем в качестве примера два способа ранжирования [185]. При первом способе эксперту предъявляется весь набор альтернатив и



предлагается указать - наиболее предпочтительную или не менее предпочтительную, чем все остальные. Альтернатива из дальнейших рассмотрений исключается - ее ранг определен. Затем среди оставшихся альтернатив эксперту предлагается указать альтернативу - наиболее предпочтительную или не менее предпочтительную, чем остальные. Тем самым определяется ранг альтернативы. Процесс продолжается до тех пор, пока каждой из рассматриваемых альтернатив не будет назначен соответствующий ранг.

При втором способе ранжирования эксперту предъявляется часть альтернатив (например, две альтернативы) и предлагается упорядочить их по предпочтениям. Затем добавляется одна новая альтернатива, и эксперту предлагается указать ее место среди уже проранжированных альтернатив. Процесс заканчивается, когда проранжированными оказываются все альтернативы.

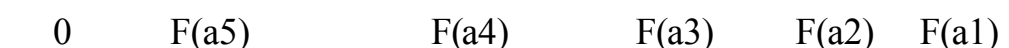
Отметим, что указанные способы определения предпочтений эксперта можно использовать и при множественных сравнениях. Однако при ранжировании альтернатив могут возникать определенные трудности. Эксперт может считать некоторые альтернативы несравнимыми. В этом случае возможно лишь частичное упорядочение альтернатив. Для получения частичного упорядочения можно воспользоваться методом парных сравнений или способом, аналогичным второму способу ранжирования альтернатив, с тем отличием, что на рассматриваемом подмножестве альтернатив эксперту предлагается указать их частичное упорядочение.

### **Гиперупорядочение**

Большую информацию о предпочтениях эксперта, чем ранжирование, содержит гиперупорядочение альтернатив. При

гиперупорядочении происходит рассмотрение разностей оценок альтернатив и их ранжирование.

Так, например, если для альтернатив  $a_1, \dots, a_5$ , упорядоченных по предпочтениям эксперта для разностей их оценок  $F(a_1), \dots, F(a_5)$ , таких, что справедливо равенство  $F(a_1) - F(a_2) < \dots < F(a_4) - F(a_5)$ , то расположение оценок альтернатив на числовой прямой имеет вид показанный на ниже следующем рисунке.



Таким образом, при гиперупорядочении эксперт сообщает информацию не только о ранжировании альтернатив, но и дополнительную информацию о соотношении их численных оценок. Гиперупорядочения альтернатив рассматривались в работах [174,186,240]. Способы ранжирования разностей оценок альтернатив аналогичны способам ранжирования альтернатив.

### **Метод получения векторов предпочтений**

Рассмотрим еще один способ получения информации о сравнительной предпочтительности альтернатив.

Эксперту предъявляется множество альтернатив  $a_1, \dots, a_n$ , и для  $a_i$  он должен указать число альтернатив, превосходящих данную, не указывая при этом, какие именно альтернативы являются более предпочтительными.

Аналогично эксперт может указывать число альтернатив менее предпочтительных, чем данная. Это число обозначим через  $\Pi$ . В результате получаем вектор предпочтений  $\Pi = \{\Pi_1, \dots, \Pi_n\}$ ,

характеризующий относительную предпочтительность альтернатив  $a_1, \dots, a_n$ , для данного эксперта.

Если значения  $n$ -компонент вектора предпочтений различны и среди них встречаются  $0, 1, 2, \dots, n-1$ , то это значит экспертом указано строгое ранжирование альтернатив.

На первом месте в нем расположена альтернатива  $a_{i_1}$  с  $\Pi_{i_1} = 0$ , на втором —  $a_{i_2}$  с  $\Pi_{i_2} = 1$  и т. д., на последнем  $a_{i_n}$  с  $\Pi_{i_n} = n-1$ .

Однако векторы предпочтений, указанные экспертами, не всегда соответствуют ранжированием. С помощью векторов предпочтений может быть представлена информация, получаемая от эксперта при использовании метода парных сравнений, множественных сравнений и ранжирований. Заметим, что рассматриваемый способ менее трудоемок, чем метод парных сравнений: каждая альтернатива предьявляется эксперту лишь один раз. Если в результате экспертной процедуры мы не получаем отношения заданного типа, например ранжирования, то необходимо найти отношение заданного типа, ближайшее к полученному в эксперименте. Способ отыскания такого отношения указан в работе Б.Г. Литвака [82].

### **Метод получения классификаций.**

Если целью обращения к эксперту является разбиение альтернатив на классы, то наряду с методом парных сравнений могут использоваться и другие способы классификации. Так, например, эксперту можно предьявить все множество рассматриваемых альтернатив и предложить непосредственно указать разбиение их на классы. Или так же, как и при ранжировании, эксперту можно предьявить подмножество рассматриваемых альтернатив, которые он должен разбить на классы (в частности, это может быть подмножество, состоящее всего из двух альтернатив). После того, как эксперт справится с предложенной задачей,

ему предъявляется новая альтернатива, которую он должен либо отнести к одному из выделенных классов, либо образовать новый класс. Процесс заканчивается, когда каждая из альтернатив окажется отнесенной к одному из классов.

### **Непосредственная численная оценка альтернатив.**

Это совокупность способов, широко используемых в практике получения экспертной информации. Эксперту предъявляется набор альтернатив  $a_1, \dots, a_n$ . Если цель экспертизы - оценка их сравнительной предпочтительности, то эксперт ставит в соответствие каждой альтернативе  $a_i$ , где  $i = 1, \dots, n$ , число  $f(a_i)$ , характеризующее ее предпочтительность. Зная численную оценку каждой альтернативы, можно получить сравнительную оценку предпочтительности для каждой пары альтернатив: т.е. можно определить, на сколько условных единиц или во сколько раз одна альтернатива превосходит другую. Если цель экспертизы - разбиение альтернатив на классы, то для каждой пары альтернатив эксперт указывает численную оценку степени их сходства.

Отметим, что для численных оценок предпочтительности каждая пара альтернатив сравнима, и случаев нетранзитивности не возникает: если численная оценка альтернативы  $a_i$  выше численной оценки альтернативы  $a_j$  то  $[f(a_i) > f(a_j)]$ , а если численная оценка альтернативы  $a_j$  выше численной оценки альтернативы  $a_k$ , то  $[f(a_j) > f(a_k)]$ , и значит, очевидно, что численная оценка альтернативы  $a_i$  выше численной оценки альтернативы  $a_k$  так, как  $[f(a_i) > f(a_k)]$ .

Достаточно часто используется оценивание альтернатив в баллах. Каждой альтернативе в выбранной системе баллов приписывается балл, соответствующий ее оценке. Более предпочтительной альтернативе приписывается более высокий балл. Иногда экспертам разрешается уточнять оценки, указывая числа, расположенные между балльными

значениями. В этом случае численные оценки предпочтительности альтернатив близки к оценкам, получаемым при непосредственном численном оценивании. Примеры балльных оценок такого рода содержатся в работах [209, 312].

Укажем еще один способ косвенной оценки альтернатив - **метод средней точки**. Он применим при достаточно большом наборе альтернатив. Он применим при достаточно большом наборе альтернатив.

Пусть экспертом указаны наиболее и наименее предпочтительные альтернативы  $a_1$  и  $a_2$ . Далее эксперту предлагается указать альтернативу  $a_3$ , по предпочтительности расположенную точно между  $a_1$  и  $a_2$ , т. е. такую альтернативу  $a_3$ , что  $f(a_3) = [f(a_1) + f(a_2)]/2$ .

Затем эксперту предлагается указать альтернативы, расположенные по предпочтительности точно между  $a_1$  и  $a_3$ , между  $a_3$  и  $a_2$  и т. д.

Процесс заканчивается, когда оценок альтернатив оказывается достаточно для получения кривой. Примеры применения метода средней точки содержатся, в частности, в работах [253, 311, 312].

**Метод Черчмена - Акофа** относится к числу наиболее популярных. В этом методе предполагается последовательная корректировка оценок, указанных экспертами. Основные предположения, на которых основан метод, состоят в следующем:

1) каждой альтернативе  $a_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$  ставится в соответствие действительное неотрицательное число  $f(a_i)$ ;

2) если альтернатива  $a_i$  предпочтительней альтернативы  $a_j$  то  $f(a_i) > f(a_j)$ , если же альтернативы  $a_i$  и  $a_j$  равноценны, то  $f(a_i) = f(a_j)$ ;

3) если  $f(a_i)$  и  $f(a_j)$ —оценки альтернатив  $a_i$  и  $a_j$ , то  $f(a_i)+f(a_j)$  соответствует совместному осуществлению альтернатив  $a_i$  и  $a_j$ . (Наиболее сильным является последнее предположение об аддитивности оценок альтернатив).

Согласно методу Чёрчмена—Акофа альтернативы  $a_1...a_n$ , ранжируются по предпочтительности. Пусть для удобства изложения альтернатива  $a_1$  наиболее предпочтительная, за ней следует  $a_2$  и т. д. Эксперт указывает предварительные численные оценки  $f(a_i)$  для каждой из альтернатив. Иногда наиболее предпочтительной| альтернативе приписывается оценка 1, остальные оценки располагаются между 0 и 1 в соответствии с их предпочтительностью. Затем эксперт производит сравнение альтернативы  $a_1$  и суммы альтернатив  $a_2,...a_n$ . Если  $a_1$  предпочтительнее, то эксперт корректирует оценки так, чтобы

$$f(a_1) > \sum_{i=2}^n f(a_i).$$

В противном случае должно выполняться неравенство

$$f(a_1) \leq \sum_{i=2}^n f(a_i).$$

Если альтернатива  $a_1$  оказалась менее предпочтительной, то для уточнения оценок она сравнивается по предпочтению с суммой альтернатив  $a_2,...,a_{n-1}$ . и т. д. После того как альтернатива  $a_1$  оказывается предпочтительней суммы альтернатив  $a_2,...,a_k$  ( $k \geq 2$ ), она исключает из рассмотрения, а вместо оценки альтернативы  $a_1$  рассматривается и корректируется оценка альтернативы  $a_2$ . Процесс продолжается до тех пор, пока откорректированными не окажутся оценки всех альтернатив.

При достаточно большом  $n$  применение метода Черчмена - Акофа становится слишком трудоемким. В этом случае целесообразно разбить альтернативы на группы, одну из альтернатив, например максимальную, включив во все группы. Это позволяет получить численные оценки всех альтернатив с помощью оценивания альтернатив внутри каждой из групп.

В работе [40] проведено экспериментальное сравнение нескольких методов получения численных оценок. Метод Черчмена - Акофа оказался одним из наиболее эффективных. Его можно успешно использовать при измерениях в шкале отношений. В этом случае определяется наиболее предпочтительная альтернатива  $a_k$  и ей присваивается максимальная оценка. Для всех остальных альтернатив эксперт указывает, во сколько раз они менее предпочтительны, чем  $a_k$ . Для корректировки численных оценок альтернатив можно использовать как стандартную процедуру метода Черчмена - Акофа, так и попарное сравнение предпочтительности альтернатив. Если численные оценки альтернатив не совпадают с представлением эксперта об их предпочтительности, проводится корректировка.

### **Метод Терстоуна.**

При описании метода Терстоуна будем цитировать, в первую очередь, работу Б.Г. Литвака [69]. Описание этого метода есть и в других работах [177, 290]. В этом методе для численных оценок предпочтительности альтернатив используются парные сравнения. Обозначим через  $s_{ij}$  частоту выбора альтернативы  $a_i$ , в качестве более предпочтительной при сравнении с альтернативой  $a_j$ . Предполагается, что оценка каждой из рассматриваемых альтернатив является случайной величиной и каждую ее реализацию может оценить эксперт. Эта случайная величина предполагается распределенной по нормальному закону с математическим ожиданием  $M_i$  и дисперсией  $\sigma_i^2$ . Разность случайных величин  $f(a_i)$  и  $f(a_j)$  также распределена по нормальному закону с математическим ожиданием  $M_{ij} = M_i - M_j$ , и дисперсией  $\sigma_{ij}^2 = \sigma_i^2 + \sigma_j^2 - 2\gamma_{ij}\sigma_i\sigma_j$ , где  $\gamma_{ij}$  — коэффициент корреляции между  $f(a_i)$  и  $f(a_j)$ . Нашей задачей является определение величин  $M_i$ ,  $i=1, \dots, n$ , которые,

в этом случае, и выбираются в качестве численных оценок альтернатив по значениям частот  $s_{ij}$ . Частота  $s_{ij}$  характеризуется вероятностью того, что  $f(a_i) > f(a_j)$ :

$$s_{ij} = P(f(a_i) > f(a_j)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}}} \int_0^\infty e^{-\frac{(t-M_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} dt.$$

С помощью таблицы квантилей нормального распределения определяем отношение  $M_{ij} / \sigma_{ij}$ . Получаем  $n(n-1)/2$  уравнений

$$M_i - M_j = M_{ij} / \sigma_{ij} \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_j^2 - 2r_{ij}\sigma_i\sigma_j},$$

называемых уравнениями сравнительного суждения. Число неизвестных в системе больше числа переменных. Делая дополнительные предположения, а именно полагая  $r_{ij} = 0$ ,  $\sigma_i = \sigma_j$  и выбрав в качестве единицы шкалы  $\sqrt{2}\sigma_i$  получаем переопределенную систему уравнений

$$M_i - M_j = M_{ij} / \sigma_{ij}$$

Если она несовместна, то в качестве значений  $M_i$ ,  $i=1, \dots, n$ , с помощью метода наименьших квадратов выбираются значения, наименее удаленные от гиперплоскостей, определяемых уравнениями переопределенной системы.

### **Метод фон Неймана - Моргенштерна.**

Метод получения численных оценок альтернатив с помощью так называемых вероятностных смесей предложен фон Нейманом и Моргенштерном [108].

В его основе лежит предположение, согласно которому эксперт для любой альтернативы  $a_j$  менее предпочтительной, чем  $a_i$ , но более предпочтительной, чем  $a_1$  может указать число  $p$  ( $0 \leq p \leq 1$ ) такое, что альтернатива  $a_j$  эквивалентна смешанной альтернативе (вероятностной смеси)  $[pa_i, (1-p)a_1]$ . Смешанная альтернатива состоит в



том, что альтернатива  $a_i$ , выбирается с вероятностью  $p$ , а альтернатива  $a_1$  — с вероятностью  $1-p$ . Очевидно, что если  $p$  достаточно близко к 1, то альтернатива  $a_j$  менее предпочтительна, чем смешанная альтернатива  $[pa_i, (1-p)a_1]$ ; если  $p$  достаточно близко к 0, то альтернатива  $a_j$ , более предпочтительна, чем смешанная альтернатива  $[pa_i, (1-p)a_1]$ . Этот подход развился в работах [87,131]. В них рассматривалась, помимо упомянутого выше предположения, система предположений (аксиом) о свойствах смешанных и несмешанных альтернатив. К числу таких предположений относятся: предположение о связности и транзитивности отношения предпочтительности альтернатив; предположение о том, что смешанная альтернатива  $[pa_i, (1-p)a_1]$  предпочтительнее, чем  $[p'a_i, (1-p')a_1]$ , если  $p > p'$  и другие. Если указанная система предпочтений выполнена, то для каждого из набора основных альтернатив  $a_1, \dots, a_r$  определяются числа  $u_1, \dots, u_r$  характеризующие численную оценку смешанных альтернатив. Численная оценка смешанной альтернативы  $[p_1a_1, p_2a_2, \dots, p_ra_r]$  равна  $u_1p_1 + u_2p_2 + \dots + u_rp_r$ . Смешанная альтернатива  $[p_1a_1, p_2a_2, \dots, p_ra_r]$  предпочтительней, чем смешанная альтернатива  $[p'_1a_1, p'_2a_2, \dots, p'_ra_r]$  если  $u_1p_1 + u_2p_2 + \dots + u_rp_r > u_1p'_1 + u_2p'_2 + \dots + u_rp'_r$ .

Таким образом, устанавливается существование функции полезности  $u_1p_1 + u_2p_2 + \dots + u_rp_r$ , значение которой характеризует степень предпочтительности любой смешанной альтернативы, а в частности, и не смешанной. Более предпочтительна та смешанная альтернатива, для которой значение функции полезности больше. Использованию рассматриваемого метода при принятии решений в неопределенности посвящена монография [131].

Первая часть этого параграфа основана на аналитическом обзоре [83].

Во второй части параграфа рассмотрим обзоры работ, посвященных методам оценивания как числовой, так и нечисловой субъективной вероятности. В этой части параграфа, в первую очередь, будем ссылаться на аналитический обзор [103].

Для получения количественных оценок субъективной вероятности разработано большое число методов (см. обзоры [235, 262, 273]).

Все методы получения субъективной вероятности основаны на проведении опроса эксперта или группы экспертов.

Отметим существенное различие задач с конечным множеством событий и задач с бесконечным множеством событий. В первом случае принципиально возможна оценка вероятности каждого события в отдельности. Задачи второго типа возникают обычно при построении функций распределения непрерывных случайных величин. Методы их решения часто заключаются в нахождении нескольких точек на графике функции распределения и последующей интерполяции их гладкой кривой. Другой подход заключается в том, что заранее предполагается определенный вид функции распределения (принадлежность ее к некоторому параметрическому семейству), и для конкретного выбора требуется оценка неизвестных параметров.

Методы получения субъективной вероятности классифицируются по форме поставленных перед экспертами вопросов, по характеристикам множества событий или случайных величин и по другим признакам [238].

Следуя [238, 294], выделим три группы методов, различающихся формой вопросов.

Первая - самая обширная группа методов - это прямые методы, в которых эксперт оценивает вероятность того или иного события. К этим методам относятся метод переменного интервала, метод фиксированного

интервала, метод отношений, графический метод, метод собственного значения, методы оценки параметров распределения и другие методы. Независимо от конкретного метода данной группы эксперт должен оценивать непосредственно вероятность событий.

Вторая группа методов - это методы, в которых вероятность событий выводится из решений экспертов в той или иной гипотетической ситуации. Пример - метод лотерей, а также метод равноценной корзины. Формально говоря, применение методов второй группы требует от эксперта сравнения не вероятностей как таковых, а полезностей альтернатив, для которых исход зависит от реализации некоторой случайной величины. Многие исследователи отмечают возрастающую сложность вопросов и наличие существенных ошибок при применении этих методов [238] по сравнению с методами первой группы.

Третья группа методов - гибридные методы. К гибридным методам относятся некоторые разновидности метода лотерей.

Рассмотрим подробно некоторые из перечисленных методов, которые предназначены для нахождения вероятностного распределения  $(p_1, \dots, p_n)$  на конечном множестве несовместных (взаимно - исключающих) событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .

### **Прямая оценка вероятности событий**

В этом методе эксперту предлагается список всех событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . И он должен последовательно указать их вероятность. Метод имеет различные модификации. В одной из модификаций предлагается сначала выбрать наиболее вероятное событие из предложенного списка, а затем оценить его вероятность. Затем это событие из списка удаляется, а к оставшемуся списку применяется уже описанная процедура. Сумма всех полученных вероятностей должна равняться единице.

### Метод отношений

В этом методе эксперту сначала предлагается выбрать наиболее вероятное событие, которому приписывается неизвестная вероятность  $P$ . Затем эксперт должен оценить отношение вероятностей всех остальных событий к вероятности  $P$  выделенного события:  $P_i/P$ . С учетом этих отношений и условия нормировки  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$  составляется уравнение для нахождения вероятности  $P$ , а затем пересчитываются вероятности  $p_i$ .

### Метод собственного значения

Этот метод описан в работе [320], а также ранее в работе [289], где было обосновано его применение к получению коэффициентов влияния различных факторов на систему в целом. Метод собственного значения основан на том, что неизвестный вектор вероятностей  $(p_1, \dots, p_n)$  является собственным вектором некоторой специально построенной матрицы  $M$ , отвечающим ее наибольшему собственному значению. Матрица  $M$  определяется следующим образом:

$$M = \begin{pmatrix} p_1/p_1 & p_1/p_2 & \dots & p_1/p_n \\ p_2/p_1 & p_2/p_2 & \dots & p_2/p_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_n/p_1 & p_n/p_2 & \dots & p_n/p_n \end{pmatrix},$$

где  $p_1, \dots, p_n$  - неизвестные пока вероятности.

Обозначим через  $P$  вектор-столбец  $(p_1, \dots, p_n)^T$  и вычислим произведение матрицы  $M$  на  $P$ :

$$M * P = \begin{pmatrix} p_1/p_1 & p_1/p_2 & \dots & p_1/p_n \\ p_2/p_1 & p_2/p_2 & \dots & p_2/p_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_n/p_1 & p_n/p_2 & \dots & p_n/p_n \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \dots \\ p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} np_1 \\ np_2 \\ \dots \\ np_n \end{pmatrix} = nP.$$

Таким образом, неизвестный вектор  $P$  является собственным вектором матрицы  $M$ , отвечающим ее собственному значению  $n$ . Поскольку ранг матрицы  $M$  равен единице, то все ее остальные собственные значения равны нулю. Этот метод лежит в основе метода собственных значений, который заключается в том, что сначала путем опроса эксперта находятся все элементы матрицы  $M$ , а затем любым известным численным методом отыскивается собственный вектор  $(p_1, \dots, p_n)$ , отвечающий наибольшему собственному значению  $\lambda_{\max}$  матрицы  $M$  и удовлетворяющий условию нормировки. (Цитирование по работе [103]).

#### **Метод равноценной корзины.**

Этот метод достаточно хорошо известен (см. напр., [273]) и относится к тому небольшому кругу методов, которые позволяют получить вероятность, исходя из экспертного сравнения полезностей. Предположим, что требуется найти вероятность некоторого события  $A$ . Выберем какие-либо два существенно различных денежных выигрыша, например, первый выигрыш — 1000 руб., а второй 0 руб., и предложим эксперту на выбор участие в одной из следующих двух лотерей.

Первая лотерея состоит в том, что участник получает первый выигрыш (1000 руб.), если состоится событие  $A$ . Если событие  $A$  не происходит, то участник получает второй выигрыш (0 руб.).

Для организации второй лотереи представим гипотетическую корзину, заполненную белыми и черными шарами, первоначально в равном количестве, например, по 50 шаров каждого цвета. Если вынутый шар оказывается белым, то участник получает выигрыш 1000 рублей, если черным, то 0 рублей.

Эксперту предлагается отдать предпочтение одной из двух лотерей. Если с точки зрения эксперта лотереи равноценны, то делается вывод о том, что вероятность события  $A$  равна  $0,5$ . Если эксперт предпочитает первую лотерею, то из корзины вынимается часть черных шаров и заменяется тем же количеством белых. Если предпочтение отдается второй лотерее, то часть белых шаров меняется на черные. В обоих случаях эксперту вновь предлагается выбрать участие в одной из двух лотерей. Изменяя соотношение шаров в гипотетической корзине, добиваются равноценности двух лотерей. Тогда искомая вероятность события  $A$  равна доле белых шаров в корзине.

Рассмотрим теперь методы оценки субъективной вероятности в случае бесконечного множества событий. Необходимость решения такой задачи возникает при построении функций распределения непрерывных случайных величин.

### **Метод переменного интервала**

Существует несколько модификаций этого метода [131, 296], для которых общим является требование к эксперту определить на множестве значений случайной величины интервал, для которого вероятность того, что случайная величина принимает значение в указанном интервале, равна заданной величине.

Например, опрос эксперта может строиться по следующей схеме. Сначала эксперту предлагается указать такое значение (медиану)  $t_0$  случайной величины, что оказываются равными две вероятности: вероятность того, что случайная величина примет значение меньше  $t_0$  и больше  $t_0$ .

После того, как значение  $t_0$  экспертом указано, переходят ко второму этапу. На этом этапе эксперта просят указать такое значение (медиану)  $t_1$  случайной величины, которое делит область значений, больших  $t_0$ , на две равновероятные части. Точно так же поступают с областью значений меньше  $t_0$  и находят значение  $t_2$ .

После проведения второго этапа можно провести третий этап, состоящий в нахождении медиан каждого из полученных участков. Этот процесс не следует продолжать слишком долго, так как при малых величинах интервалов возрастают ошибки эксперта [296].

Найденные значения  $t_i$  и соответствующие им вероятности:  $\frac{1}{2}$  для  $t_0$ ,  $\frac{3}{4}$  для  $t_1$ ,  $\frac{1}{4}$  для  $t_2$  и т. д. наносят на график и полученные точки соединяют гладкой кривой линией. Полученная кривая представляет собой искомый график функции распределения.

При использовании этого метода обычно полезным является возврат к ранее полученным оценкам и анализ их непротиворечивости.

В некоторых вариантах метода переменного интервала перед экспертом может быть поставлена задача - указать две точки на предложенном множестве значений случайной величины, которые разбивают множество на три равновероятные части [273].

В других вариантах метода могут задаваться вопросы типа: укажите такое значение  $t_0$ , случайной величины, при котором вероятность того, что случайная величина примет меньшее значение, чем  $t_0$ , равна 0,1. Оценки, полученные таким способом, меньше зависят друг от друга, т.е. не происходит накопления ошибки. В этом их преимущество. Однако некоторые авторы [262] отмечают, что для эксперта проще указать точку, делящую область на две равновероятные части, чем указать точку, отделяющую область, соответствующую вероятности 0,1, от остального множества. Таким образом, при выборе модификации метода

переменного интервала приходится выбирать между простотой сравнения и независимостью получаемых оценок.

### **Метод фиксированного интервала**

Этот метод является также довольно распространенным [238, 262, 296]. Множество значений случайной величины разбивается на интервалы, и эксперту предлагается оценить вероятность того, что случайная величина примет значение из данного интервала. Обычно интервалы выбираются равной длины, за исключением крайних слева и справа. Количество интервалов выбирается с учетом требуемой точности и предполагаемого вида распределения. После того, как эксперт сообщил вероятность попадания случайной величины в каждый интервал, обычно проводят проверку полученного распределения. Например, если двум различным интервалам приписана одинаковая вероятность, у эксперта можно спросить, действительно ли эти интервалы равновероятны. Относительно других интервалов можно уточнить, действительно ли один из них во столько-то раз более вероятен, чем другой, как это следует из приписанных этим интервалам вероятностей. В результате такого просмотра эксперт может внести изменения в свои оценки.

Иногда метод фиксированного интервала применяется совместно с методом переменного интервала (см. [262]). Например, можно сначала предложить эксперту определить медиану, а затем от найденной медианы отложить в обе стороны равные фиксированные интервалы.

### **Графический метод.**

Этот метод дает хорошие результаты в том случае, когда эксперт хорошо подготовлен к восприятию графической информации о



вероятности. Метод состоит в том, что эксперту предлагается представить в графической форме (в виде графика функции распределения, плотности вероятности, в виде диаграммы или графа) свое представление о вероятности событий или о случайной величине. Часто общий вид графика бывает, известен, и от эксперта требуется лишь подобрать параметры распределения. Как отмечается в [238], графический метод особенно полезен в качестве вспомогательного метода при анализе вероятностей, полученных каким-либо другим способом. Например, функция распределения может быть получена методом фиксированного интервала, а затем ее график, а также график функции плотности распределения могут быть представлены эксперту для окончательной доработки.

### **Построение качественной вероятности**

Практическое построение качественной вероятности путем последовательного сравнения экспертом пар событий возможно только для конечного множества событий  $\Sigma$ , и то при условии небольшого количества этих событий. Если множество элементарных событий  $X$  состоит из 10 элементов, а  $\Sigma$  соответственно из  $2^{10} = 1024$  элементов, то количество всех пар событий составит  $1024^2$ , т. е. больше, чем  $10^6$ . Это, конечно, не означает, что эксперт должен сравнивать все пары событий. Каждое парное сравнение, проведенное экспертом, автоматически дает сравнение ряда новых пар событий в соответствии с аксиомами транзитивности и аддитивности. Но даже с учетом этого указанная задача построения полной качественной вероятности реально разрешима только в некоторых случаях. Таким образом, практически возможным оказывается построение лишь качественной частичной вероятности - (ЧКВ), которая, впрочем, часто является достаточной для анализа

некоторых задач принятия решений. Легко представить себе следующий способ построения ЧКВ, вытекающий непосредственно из ее определения. Пусть эксперт сравнил по вероятности несколько пар событий и тем самым задал бинарное отношение вероятности на  $U$ . Для получения ЧКВ остается осуществить его транзитивно-аддитивное замыкание путем добавления всех пар событий, сравнимость которых следует по аксиомам транзитивности и аддитивности. Практическое применение такого способа затруднено следующими обстоятельствами:

- представление бинарного отношения (например, при помощи матрицы смежности) требует большого объема машинной памяти и поэтому возможно лишь при небольшом числе событий;
- необходимо иметь эффективный алгоритм построения транзитивно-аддитивного замыкания;
- при описанном способе построения ЧКВ может оказаться, что полученная экспертная информация использована не в полном объеме, т.е. из этой информации можно осуществить сравнимость некоторых пар событий, а по ЧКВ они несравнимы (см. пример в разд. 1 обзора [103]).

Опишем предложенный в [124,125] метод построения ЧКВ, свободный от указанных недостатков. Он предназначен для случая, когда множество  $X$  состоит из  $n$  элементарных событий, а для искомой качественной вероятности существует согласованное с ней распределение вероятностей  $p_1, \dots, p_n$  на  $X$ .

Вероятность  $P(A)$  любого события  $A$  (подмножества множества  $X$ ) вычисляется как сумма вероятностей входящих в  $A$  элементарных событий. При сравнении по вероятности двух событий  $A$  и  $B$  эксперт может дать один из следующих трех ответов:  $A$  вероятнее, чем  $B$ ;  $B$  вероятнее, чем  $A$ ;  $A$  и  $B$  равновероятны, или же заявить, что для него эти события по вероятности несравнимы. Каждый из первых трех

ответов записывается в виде линейного неравенства или уравнения относительно неизвестных вероятностей  $p_i$  соответственно:

$$P(A) > P(B); P(B) > P(A); P(A) = P(B). \quad (2.1.)$$

Таким образом, если эксперт сравнил по вероятности пары  $A_1$ , и  $B_1$ ,  $A_2$  и  $B_2, \dots$ ,  $A_m$  и  $B_m$ , то его ответы сводятся в систему линейных уравнений и. неравенств

$$P(A_j) \geq P(B_j), j=1, \dots, m. \quad (2.2.)$$

К этой системе необходимо добавить следующие условия:

$$P(X)=1; p_i > 0, i=1, \dots, n. \quad (2.3.)$$

Справедливо следующее утверждение [124]. Пусть  $A$  и  $B$  — два события и существуют два решения системы (2.2)—(2.3), такие, что для первого решения справедливо одно из трех соотношении (2.1), а для второго— любое другое из них. Тогда существует еще одно решение системы (2.2)— (2.3), для которого выполнено оставшееся из соотношений (2.1.).

Каждое решение  $p_1, \dots, p_n$  системы (2.2)—(2.3) очевидным образом порождает полную качественную вероятность  $\geq$ :

$$A > B \iff P(A) > P(B); A \sim B \iff P(A) = P(B).$$

Пересечение полных качественных вероятностей, порожденных всеми решениями системы (2.2)— (2.3), является ЧКВ.

Примечание. Это пересечение, в силу приведенного выше утверждения о свойствах системы (2.2)— (2.3), является ЧКВ и в смысле определения из примечания 1 (разд. 1 обзора [103]). Таким образом, экспертная информация оказывается использованной полностью.

При практической реализации процедур принятия решений в условиях неопределенности, ориентированных на использование ЧКВ [124-126], знания ее сразу в полном объеме и представления в явном виде (например, матричном) не требуется: нужно лишь решать вопросы о

сравнимости по вероятности отдельных последовательно формируемых пар событий. Именно поэтому в рамках таких процедур описанный метод построения ЧКВ оказывается весьма удобным.

## **§ 2.6. Критерии отбора специалиста в экспертную группу**

**“В эксперты надо взять того, кто считает,  
что работа займет очень много времени  
и обойдется очень дорого”  
Правило Уоррена.**

**В параграфе дан аналитический обзор критериев отбора специалиста в экспертную группу.**

Вопрос о том, как отбирать специалиста в группу, требует, по крайней мере, двух уточнений:

- на основе каких критериев отбирать специалиста в группу;
- с помощью какого приема отобрать специалиста в группу.

По мнению С.Д. Бешелева и Ф.Г. Гурвича [17,18], отбор специалиста в экспертную группу обычно начинают с определения областей научных, технических и других, которые затрагивают решение данной проблемы.

Подбирать экспертов и формировать из них группу можно и на основе упрощенных представлений. Что из этого может получиться, наглядно демонстрирует польский публицист С. Братковский (см. [199]).

«Первый эксперт прекрасно говорит, но с практикой совершенно не связан и ограничивается рекомендациями, заимствованными из учебников.

Второй имеет высокую ученую степень, однако на уровне последних достижений науки в своей области был 15-20 лет назад.

Третий является настолько узким специалистом, что все, выходящее за рамки его специальности, кажется ему вздором.

Четвертый эксперт к решению проблемы подходит с точки зрения того, как это отразится на интересах ведомства, которое он представляет.

Пятый эксперт - хороший специалист в своей области, но активно выступает и по другим проблемам, о которых имеет только смутное представление.

Шестой эксперт, осознавая, что ему не придется принимать решения, непрерывно выдвигает безответственные предложения.

Седьмой эксперт рассматривает свое участие в работе как случай выдвинуться и тщательно следит за тем, чтобы его мнение понравилось начальству».

Необходимо учесть все ошибки, связанные с упрощенными представлениями, и отбирать экспертов на основании специальных критериев, надежно апробированных способов и приемов.

Кандидатов в эксперты чаще всего отбирают на основе нижеследующих безусловных критериев:

- уровень знания в рассматриваемой области;
- опыт работы;
- уровень способности к декомпозиции и синтезу [199];
- степень устойчивости мнения специалиста по данному предмету.

Рассмотрим некоторые условные критерии. Мы полагаем, что основной прием отбора специалиста в группу это введение так называемых «потенциальных экспертов». Польза от широкого использования предварительного (первоначального) отбора специалиста несомненна. В ряде экспертных процедур специально оговорено

формирование группы экспертов в два этапа, как, например, в процедуре ситуационного анализа [93].

Поясним первый и второй критерии. В качестве показателя уровня знания и опыта часто используют такие показатели, как звания, научные степени, число опубликованных работ, число ссылок на эти работы в литературе, мнения научной общественности о кандидате и т.д.

Многие приемы отбора экспертов в группу основываются на учете уровня компетентности эксперта [29,55]. По мнению Г.Г. Азгальдова [1], этот «уровень должен превышать средний уровень компетентности специалистов по данному вопросу».

На наш взгляд, выявление уровня компетентности специалистов - чрезвычайно сложная задача. Ее наиболее целесообразно решать на основе апостериорного анализа мнений экспертов по оцениваемым проблемам. Именно на этом может и должен быть основан неразработанный до настоящего времени алгоритм рейтинга эксперта.

Вообще данную проблему необходимо, по-видимому, решать в такой постановке. Какое место и значение в процессе получения экспертного прогноза занимает субъективный фактор (т.е. личность исследователя, его интуиция)? И каким образом субъективный фактор можно эффективно использовать?

Поясним третий критерий. Под уровнем способности к декомпозиции и синтезу мы понимаем умение найти, тщательно рассмотреть особенности изучаемого объекта или процесса и синтезировать разнообразные точки зрения специалистов на возникающие проблемы.

Учет этого критерия позволит не включать в состав экспертной группы таких специалистов, для которых характерна однобокая реакция на поставленные вопросы, постоянное смещение в сторону

пессимистических либо оптимистических оценок. Подтверждение последнего тезиса мы видим в экспериментальной работе П. Борисовского, Б. Миркина и Л. Черного [22].

Поясним четвертый критерий - степень устойчивости взглядов специалиста. На наш взгляд, кардинальное изменение оценок эксперта при отсутствии дополнительной информации скорее свидетельствует о неустойчивости позиции специалиста. (Хотя, конечно, готовность изменить свои оценки при получении новых для него фактов и аргументов - очень важное достоинство специалиста.)

Если экспертам при анализе объекта прогнозирования требуется способность к непредвзятому ассоциированию (методики типа «мозговой атаки»), то в группу желательно включить шизоидальный тип. (Там, где обычный эксперт увидит привычное, шизоид способен создать новый стереотип.)

По мнению Г.Г. Азгальдова, при отборе мы должны учитывать, что эксперт должен «по своим морально-этическим качествам обоснованно признаваться третьим лицом, способным давать независимое от внешних влияний и собственной выгоды суждение по поставленному перед ним вопросу».

Итак, при отборе эксперта учитываются, в первую очередь, индивидуальные характеристики кандидатов, а также специфика объекта прогнозирования и используемая методика. При этом конечно, автор согласен с Ксенофаном (580-450 гг. до н. э.), что «человек, желающий найти мудреца, должен быть мудрым сам».



## **§ 2.7. Способы формирования экспертных групп**

**“Я не знаю, как должно быть,  
но вы делаете не правильно”.  
Неизвестный прапорщик.**

**В параграфе дан краткий обзор способов формирования экспертных групп.**

При формировании группы экспертов необходимо четко понимать, что мы подразумеваем под группой. И поэтому необходимо использовать все наработки касающиеся формированию группы, будь то проектная, управленческая команда или же другие ее разновидности. При подборе кандидатов в группу экспертов, необходимо также учитывать их социальные и психологические характеристики. Так, например, если в группе экспертов будет происходить непосредственное информационное взаимодействие, то необходимо рассмотреть их совместимость.

При формировании группы выбор из узких специалистов и «универсалов» чаще всего делается в пользу первых. Экспериментальные исследования свидетельствуют, что в общем случае это неверно. Так же считают известные зарубежные и российские специалисты в области методологии и методик экспертного прогнозирования и экспертизы, - О. Хелмер, Т. Гордон, М.В. Шнейдерман. На наш взгляд, наилучшее соотношение в группе экспертов между узкими специалистами и «универсалистами» зависит, прежде всего, от специфики объекта прогнозирования и задаваемых ограничений.

Получив набор характеристик и параметров, на основе которых Организатор и/или ЛПР отбирают специалиста в группу экспертов, необходимо использовать приемы и методы теории многокритериального анализа, изложенного в работах О.И. Ларичева [76,77], а также В.В. Подиновского и В.Д. Ногина [123].

Это, конечно, не означает, что делать прогнозы силами одного лишь эксперта нельзя: в ряде ситуаций можно и нужно прогнозировать именно таким образом. Когда и в какой ситуации использовать лишь одного эксперта, зависит, по крайней мере, от уровня компетентности привлекаемых кандидатов в эксперты.

Эта проблема является частью более общей, о которой хорошо сказал Б.Г. Литвак [84]: «Несмотря на то, что проблема формирования экспертных комиссий, обладающих достаточным уровнем компетентности, обсуждается давно, ее можно считать скорее поставленной, чем решенной».

Существует и другая точка зрения, авторы которой полагают, что эта проблема практически решена на основе аппарата классической теории вероятностей [1].

Способам формирования группы и обоснованного отбора экспертов в группу посвящены работы [152,191]. Перечислим основные способы формирования экспертной группы и попытаемся кратко остановиться на каждом:

- назначения;
- взаимных рекомендаций («снежного кома»);
- последовательных рекомендаций;
- выдвижения коллективами научных подразделений;
- документационный;
- тестирования.

#### **Способ назначения.**

Членов экспертной группы назначает ответственное лицо (руководитель научной организации, научного подразделения), по

распоряжению которого проводится экспертиза. При этом могут быть достигнуты следующие цели:

- удастся составить экспертную группу из специалистов, заинтересованных в проведении экспертизы и склонных к совместной работе в группе (так как руководитель знает личные особенности своих сотрудников);
- руководитель может назначить авторитетных лиц, решение которых не вызовет сильных возражений у других сотрудников.

При применении способа назначения в экспертную группу, как правило, попадают руководители подразделений данной организации, которые имеют право принимать решения в силу служебного положения. Однако вырабатываемое такой экспертной группой решение не обязательно наилучшее. Руководители подразделений часто не имеют времени, а иногда и желания (полагаясь на свою интуицию) решать задачи новыми методами. В ряде случаев эксперт, зная лицо, распоряжением которого назначена экспертная группа, может стремиться выразить своей оценкой не личное суждение, а мнение, соответствующее предполагаемым ожиданиям этого руководителя. Тем не менее, решение, выработанное данной экспертной группой, будет достаточно авторитетным как для руководителя, так и для других лиц, использующих результаты экспертизы.

Способ назначения можно рекомендовать для тех случаев, когда в данной организации впервые проводится групповая экспертиза и необходимо обезопасить ее результаты от возможной критики со стороны лиц, занимающих руководящие должности.

### **Способ взаимных рекомендаций («снежного кома»).**

При этом способе сначала опрашивают одного специалиста по экспертируемой проблеме. Он должен назвать других лиц, которые, по его суждению, должны войти в состав экспертной группы. Эти специалисты тоже называют возможных экспертов, может быть, включая и первого, рекомендовавшего их (соблюдая анонимность рекомендаций) и т.д. Постепенно круг взаимных рекомендаций замыкается - все эксперты названы.

При использовании способа взаимных рекомендаций в экспертную группу попадают специалисты, достаточно успешно и независимо от служебного положения, работающие над данной проблемой. Такая группа может провести наиболее глубокий научный анализ объекта экспертизы. Способ взаимных рекомендаций удобен, когда желательно участие соисполнителей, так как основной разработчик знает тех, кто будет проводить исследования или разработки.

Таким образом, способ взаимных рекомендаций позволяет найти «незримый коллектив», т.е. круг специалистов, уже наладивших плодотворное сотрудничество и способных решать сложные и нестандартные задачи. Однако этот способ иногда приводит к слишком большому численному составу экспертной группы - 200 и более человек. В результате приходится делить ее на подгруппы и применять другие организационные меры. Кроме того, способ взаимных рекомендаций может привести к формированию экспертной группы, состоящей из представителей одной «школы», отражающей лишь одну из точек зрения на проблему.

Поэтому способ взаимных рекомендаций наиболее удобен при анализе очень узких проблем, когда заранее известно, что число потенциальных экспертов невелико.

### **Способ последовательных рекомендаций.**

Один эксперт, являющийся известным специалистом по анализируемой проблеме, называет промежуточные условия, при которых проблема может быть решена (достигнута поставленная цель) и он лично взялся бы за ее решение. После того, как эти условия установлены, эксперт называет лиц, которые могли бы обеспечить достижение промежуточных целей (второго уровня), и определяются эксперты, которые могут обеспечить достижение промежуточных целей второго уровня и т.д.

При этом способе достигается повышенная ответственность эксперта за свои рекомендации, поскольку он не может надеяться, что они будут скорректированы другими членами экспертной группы, а, возможно, будет их даже реализовывать.

Способ последовательных рекомендаций удобен для экспертизы возможностей реализации научных исследований и разработок, решение о выполнении которых уже принято или находится в стадии утверждения.

### **Выдвижение экспертов коллективами научных подразделений.**

Выдвижение специалистов в состав экспертной группы может быть проведено коллективами подразделений этой организации путем открытого или тайного голосования. Таким способом могут быть отобраны эксперты, пользующиеся наибольшим доверием за беспристрастность и объективность, независимо от их служебного положения, но не обязательно наиболее квалифицированные.

Этот способ формирования экспертной группы рекомендуется применять в тех случаях, когда решение задачи экспертизы затрагивает интересы или престиж отдельных лиц. Такой задачей является, например,

оценка качества выполненных НИР с целью их премирования. Решение экспертной группы, созданной методом выдвижения, учитывает не только объективные показатели значимости, качества и т.п. научных разработок, но и добросовестность авторов, сложность поставленной задачи и другие дополнительные факторы.

### **Документационный способ.**

Способ отбора экспертов по их объективным (документационным) характеристикам - должности, ученой степени, числу научных работ и т.п. - позволяет создать экспертную группу, решение которой обладает определенной авторитетностью. Однако с точки зрения руководства организации, в которой выполняется экспертиза, авторитетность такой группы ниже, чем созданной способом назначения. Каких-либо особых преимуществ относительно ожидаемого качества результатов документационный способ не представляет, поэтому его целесообразно применять лишь в тех случаях, когда необходимо выяснить мнения некоторой группы специалистов определенной категории, например, при социологических исследованиях.

### **Способ тестирования.**

Отбор экспертов может быть проведен из некоторой совокупности потенциальных экспертов по результатам выполнения ими тестов (решения серии задач).

При применении способа тестирования в экспертную группу попадают специалисты, как правило, умеющие тщательно соблюдать установленные правила. Поэтому такой способ применяют, например, при формировании группы судей на спортивных соревнованиях.

Применение способа тестирования целесообразно в тех случаях, когда в дальнейшем экспертной группе предстоит многократно решать однотипные узкоспециальные задачи.

Наиболее интересным вариантом способа тестирования является отбор экспертов по результатам принятых ими решений в ранее возникавших ситуациях. При этом варианте в экспертные группы могут попасть инициативные специалисты, способные оперативно решать нестандартные задачи. Однако анализ ранее возникавших ситуаций и качества принятых решений требует большой дополнительной работы со стороны организаторов. Желательно при этом использовать банки прогнозной информации на ЭВМ, куда заблаговременно были переданы экспертные оценки потенциальных экспертов.

Уже в предыдущем параграфе затронуто понятие «потенциальный эксперт». Необходимость введения и широкого использования не только этого понятия, но и процедуры предварительного (первоначального) отбора экспертов несомненна.

Созданные тем или иным способом экспертные группы желательно оформлять приказом или распоряжением руководства, которое организует получение прогноза.

Большую помощь аналитикам и ЛПР при формировании групп экспертов могли бы принести банки данных на ЭВМ, где нашли бы свое отражение итоги работы экспертов, привлекавшихся ранее на аналогичные экспертизы.

Автор полагает, что заключение С.Д. Бешелева и Ф.Г. Гурвича, сделанное более трех десятилетий назад о том, что хотя «методы отбора экспертов далеки от совершенства, несомненно, что их применение обеспечивает более высокую надежность результатов, чем «волевые»

решения о назначении участников экспертизы», не потеряло своей актуальности [17].



## **§ 2.8. Способы опроса экспертов и виды показателей ошибок**

**В параграфе дан краткий обзор трех основных способов опроса, обычно выделяемых при экспертном прогнозировании, а также основных видов показателей ошибок.**

Опросы как исследовательский прием выявления знаний и мнений людей прошли более чем трехсотлетний путь развития, начиная свой отсчет с середины XVII века в Англии, Франции и Германии. Так что литературы на эту тему более чем достаточно. Приведем примеры трех основных способов опроса, которые обычно выделяют в экспертном прогнозировании.

### **Первый способ опроса экспертов — анкетирование.**

Эксперт отвечает на заранее подготовленные для него конкретные вопросы.

Перед проведением анкетного опроса желательна «обкатка» подготавливаемых вопросов на небольшом количестве специалистов, с тем, чтобы избежать неграмотной постановки вопросов и возможной двусмысленности их понимания.

При проведении опроса необходимо создать такие условия для экспертов, которые стимулировали бы тщательное и продуманное заполнение анкеты. Время, отведенное на ответы на каждый конкретный вопрос анкеты, с одной стороны, должно быть не чрезмерно малым, с другой - не слишком большим.

Поллак экспериментально показал, что, когда «испытуемый должен давать абсолютные оценки, количество передаваемой информации

практически не зависит от времени предъявления стимула, если оно не является чрезмерно малым». (Цит. по [272].)

Анкетный опрос иногда проводят на специальном собрании группы экспертов, но в большинстве случаев экспертам предлагают заполнить анкеты в процессе индивидуальной работы (заочный опрос). Для проведения заочного опроса необходимо подготовить анкету и пояснительную записку (инструкцию по заполнению анкеты). Заочный опрос рекомендуется проводить при наличии в группе экспертов разной авторитетности или с разным уровнем служебного положения.

Прогнозист (аналитик) должен тщательно продумать как разработку самих вопросов анкеты, так и ее структуру.

Анкеты необходимо составлять с учетом требований к ним, рассмотренных в ряде работ [45, 275]. Так, например, сходные вопросы необходимо располагать в различных концах достаточно больших анкет для избежания так называемого «эффекта эха». По возможности желательно подготовить инструкции по заполнению анкеты, даже если анкетирование проходит с участием аналитика или организатора экспертизы. Одновременно с вручением анкеты и инструкции по ее заполнению желательно проводить устный инструктаж, в рамках которого проводить «пилотажный» эксперимент на вопросах того же типа, что были предложены в анкете. Подобная «репетиция» иногда позволяет избежать многих ошибок, связанных с непониманием процедуры заполнения анкеты. По сути, это элемент обучения эксперта.

Конечно, вопросы подготовки экспертов следует ставить гораздо шире. Для систематического получения качественных прогнозов необходимо организовывать и проводить на постоянной основе подготовку и переподготовку экспертов. Обучений экспертов может включать: работу с разнообразными методиками и видами экспертных

оценок; учет специфики работы в группе (группа, например, может принять более рискованное решение, чем индивид); ознакомление с возможными недостатками, трудностями и заблуждениями при экспертном прогнозировании.

Необходимо грамотно учитывать:

- порядок следования вопросов;
- вид формулировки вопроса;
- наличие монотонности в вопросах;
- четкость формулировки вопросов;
- влияние типа вопросов.

В настоящее время все шире используется анкетный опрос эксперта посредством «диалога» с персональным компьютером.

**Второй способ опроса экспертов - интервьюирование** - наиболее удобен для организатора, так как не требует ни анкеты, ни карты опроса, ни пояснительной записки. Нужен лишь небольшой план - список вопросов, которые следует задать эксперту. Интервью проводится по этому плану, но на деле всегда с заметными отступлениями от него. Не обязательно в ходе интервью получать оценки по всем подготовленным вопросам. Следует способствовать максимальной обоснованности оценок эксперта при ответах на те вопросы, которые ему наиболее интересны, наиболее глубоко им изучены. Не рекомендуется стремиться получать ответы на те вопросы, в которых эксперт чувствует себя неуверенно или не хочет отвечать по каким-то причинам.

Необходимо отметить, что использование в интервьюировании дополнительных «наводящих» вопросов действует аналогично дополнительной информации и улучшает точность оценок.

Экспериментальное подтверждение этого факта описано в работе [242].

### **Третий способ опроса - смешанное анкетирование.**

В этом случае эксперт заполняет анкету в присутствии организатора опроса, пользуясь его консультацией. Этот способ опроса позволяет значительно сократить время экспертизы, но при этом возрастает риск привнесения организатором собственного суждения в оценки эксперта.

Смешанное анкетирование чаще применяют в итеративных процедурах, нежели при одноразовых опросах. Это объясняется тем, что недостатки способа, которые при однократном опросе могут сильно исказить результаты, значительно смягчаются при проведении нескольких туров. В целом, способ смешанного анкетирования значительно более удобен, чем заочное анкетирование. Его следует применять во всех тех случаях, когда условия позволяют регулярно работать с экспертами.

**Рассмотрим список показателей ошибок, описанных в литературе по экспертным оценкам и теории ошибок (для числовых оценок).**

$$E1(x, y) = |x - y|, \quad E2(x, y) = (x - y)^2, \quad E3(x, y) = |x - y| / (U - L),$$

$$E4(x, y) = |x - y| / D, \quad E5(x, y) = |x - y| / |y|, \quad E6(x, y) = |\ln x / y|,$$

$$E7(x, y) = |x-y| / |x|,$$

где  $x, y, L, U \in \mathbb{R}$ ,  $x$  - экспертная оценка,  $y$  - истинное значение,  $L$  и  $U$  - нижняя и верхняя граница шкалы, предъявленной эксперту,  $D = \max\{U-y, y-L\}$ . ( $L < U$ )

Вышеуказанные семь вариантов являются представителями показателей ошибок для наиболее простого случая, когда экспертная оценка является числом.

Приведем примеры когда показатели ошибок, выражены в форме векторов:

$$E_{n1}(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad E_{n2}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2, \text{ где } x_i, y_i \in \mathbb{R}, i = 1, \dots, n.$$

## **Выводы и результаты гл. 2**

1) В гл. 2 рассмотрены все восемь системно-образующих элементов ТЭП.

2) Дан аналитический обзор пятнадцати групповых экспертных процедур, как с непосредственным взаимодействием всех экспертов, так и без него (§ 2.1).

3) Обобщены и систематизированы принципы проведения экспертизы и предложены новые (§ 2.2).

4) Предложен аналитический обзор простейших видов экспертных оценок первого рода. Описаны эксперименты, в которых представлены простейшие виды экспертных оценок. Введены определения некоторых простейших видов экспертных оценок (§ 2.3).

5) Дан аналитический обзор простейших видов экспертных оценок второго рода. Описаны различные подходы к определению меры уверенности эксперта в своей оценке. Особое внимание обращено на

работы, в которых описаны экспериментальные исследования экспертных оценок второго рода (§2.4).

6) Рассмотрен аналитический обзор наиболее распространенных на практике алгоритмов (приемов, способов), позволяющих получать выбранный вид экспертной оценки (§ 2.5).

7) Дан аналитический обзор критериев отбора специалиста в экспертную группу (§ 2.6).

8) Дан обзор способов формирования экспертных групп (§ 2.7).

9) Предложен краткий список основных способов опроса, обычно используемых при экспертном прогнозировании, и основных видов показателей ошибок (§ 2.8).

## **ЧАСТЬ II**

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕОБРАЗОВАНИЮ СИСТЕМНО- ОБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЭП В СИСТЕМНО- СОСТАВЛЯЮЩИЕ**

### **ГЛАВА 3. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПО ТОЧНОСТИ И АПРИОРНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВАЖНОСТИ.**

#### **§ 3. 1. Апостериорная оценка точности экспертных прогнозов.**

**В-первых двух параграфах представлен сопоставительный анализ по точности - система взаимосвязанных утверждений и доказательств позволяющая корректно осуществлять верификацию экспертных прогнозов. Кроме того, сопоставительный анализ позволяет корректно выяснять приемлемость итеративной процедуры. (Тем самым мы сможем реализовывать обратную связь в процессе разработки экспертного прогноза на основе нашей технологии).**

При сопоставительном анализе по точности двух оценок экспертной и истины проводится сравнение этих оценок для выбора наиболее приемлемой, либо выявляют, приемлема ли итеративная процедура.

Апостериорная оценка качества прогноза основывается на его ценности и точности, издержках на составление и верификацию. Рассмотрев в работе [152] ценность прогноза как меру полезности прогноза для принятия решений на его основе, мы обратимся к его точности. Этот параметр практически не исследован для экспертных прогнозов и представляет, на наш взгляд, ключевое звено в процессе повышения его качества.

В настоящем параграфе мы рассмотрим лишь пассивные прогнозы.

Для того чтобы в прогнозировании затронуть именно качественные аспекты посредством экспертной оценки точности, предлагаем следующую схему.

Чтобы дать заключение относительно апостериорной оценки качества прогноза, по крайней мере, необходимо иметь три оценки: нашу, истинное значение искомого параметра исследуемого объекта и ту экспертную оценку, с которой мы будем сравнивать взятую нами.



Невозможно говорить о качестве рассматриваемого экспертного прогноза, рассматривая лишь одну оценку и ее истинное значение.

Сопоставляя с истинной две экспертные оценки, мы хотим выяснить, какая из них лучше (точнее). Тем самым мы можем рассматривать лишь такие виды оценок, для которых естественным образом можно ввести отношение порядка. В общем случае порядок, рассмотренный на множестве, может быть и частичный, т.е. не все элементы множества могут быть сопоставлены между собой на основе этого отношения.

Рассмотрим две интервальные экспертные оценки  $\underline{A}$  и  $\underline{B}$ , а также истинное значение -  $(y)$ . Числовые интервалы  $\underline{A}$  и  $\underline{B}$  не пересекаются. Истинное значение -  $(y)$  находится левее левого из интервалов  $\underline{A}$ .

На наш взгляд, будет вполне естественно предположить, что интервальная оценка  $\underline{A}$  предпочтительнее, чем интервальная оценка  $\underline{B}$  ( $\underline{A} > \underline{B}$ ).

Аналогично с числовыми оценками если  $y > x'' > x'$ , то полагаем, что числовая оценка  $x''$  точнее, чем  $x'$ .

Мы не рассматриваем в этом случае никаких показателей ошибок или точности. Но в случае, когда значение истины находится между двумя оценками, введение показателя ошибки или точности, необходимо.

Таким образом, если на множестве экспертных оценок определенного вида задано тернарное отношение "между", то на этом множестве можно рассматривать показатель ошибки. Отношение "между" задается не только на множестве чисел, но и, например, на множестве ранжировок [82] или интервалов.

Проблема сопоставления оценок по точности в указанном контексте впервые была поставлена Г. Галилеем и описана в работе К. Джини [49]. Хорошо поясняет суть трудностей, возникающих при

сопоставлении, спор Галилея и Ноццилино: пусть перед покупкой лошака один знаток оценил скотину в 10 скудо (денежная единица того времени в Италии), второй - в 1 тыс. скудо, а хозяин продал лошака за 100 скудо. Спрашивается, какая из оценок точнее? Ноццолино утверждал, что второй знаток допустил большую ошибку, потому что его оценка отличается от фактической на 900 скудо, тогда как оценка первого - лишь на 90. На что Галилей, возразил, что превышение в оценке второго эксперта равняется преуменьшению в оценке первым, и, значит, ошибки одинаковы.

Таким образом, вывод относительно лучшей оценки, очевидно, зависит от того, какой из показателей ошибки был использован при сопоставлении. Ноццолино имел в виду показатель  $E1(x, y) = |x - y|$ , а Галилей получил совсем другой вывод, используя показатель  $E6(x, y) = |\ln x/y|$ .

Проблема сопоставительного анализа по точности остается актуальной в настоящее время [252].

В наиболее простом случае, когда экспертная оценка является числом, рассмотрим следующие показатели ошибок.

$$E1(x, y) = |x - y|; \quad E2(x, y) = (x - y)^2;$$

$$E3(x, y) = |x - y| / (U - L); \quad E4(x, y) = |x - y| / D;$$

$$E5(x, y) = |x - y| / |y|; \quad E6(x, y) = |\ln x/y|;$$

$E7(x, y) = |x - y| / |x|$ , где  $x, y \in \mathbb{R}$ ,  $x$  - экспертная оценка,  $y$  - истинное значение,  $L$  и  $U$  - нижняя и верхняя граница шкалы, предъявленной эксперту,

$$L, U \in \mathbb{R}, \quad D = \max\{U - y, y - L\}.$$

Приведенные показатели ошибок практически исчерпывают список положительно определенных показателей ошибок, описанных в литературе по экспертным оценкам (для числовых оценок).

Приведем примеры показателей ошибок, когда оценки выражены в форме векторов:

$$E_1^N(x, y) = \sum_{i=1}^N |x_i - y_i| \quad \text{и} \quad E_2^N(x, y) = \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2, \quad x_i, y_i \in \mathbb{R}.$$

Введем аксиоматически понятие показателя ошибки.

Пусть  $X^N$  - множество упорядоченных наборов вещественных чисел. Введем следующим образом отношение частичного порядка ( $\geq$ ) на  $X^N$

$$x \geq y \iff x_i \geq y_i, \quad \text{где } x, y \in X^N, \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_N), \\ y = (y_1, y_2, \dots, y_N) \quad i=1, \dots, N.$$

**Определение 3.1.** Показателем ошибки  $E$  - называется действительная функция  $E = E(x, y)$ , определенная на  $X^N \times X^N$  и удовлетворяющая следующим условиям:

1.  $E(x, y) = 0 \iff x = y$ ;
2.  $E(x, y) \geq 0$ ;
3. Для каждого фиксированного  $x \in X^N$  функция  $E_x(y) = E(x, y)$  строго монотонно убывает на луче  $\{y \in X^N: y < x\}$  и монотонно возрастает на луче  $\{y \in X^N: y > x\}$ ;
4. Для каждого фиксированного  $y \in X^N$  функция  $E_y(x) = E(x, y)$  строго монотонно убывает на луче  $\{x \in X^N: x < y\}$  и строго монотонно возрастает на луче  $\{x \in X^N: x > y\}$ .

В случае, когда  $N=1$ , мы получаем обычные числовые экспертные показатели ошибок  $E_1, E_2, \dots, E_7$ , которые, как будет показано ниже, удовлетворяют определению 3.1.

В случае, когда  $N = 2$ , можно рассмотреть сопоставительный анализ по точности, в котором экспертными оценками являются числовые интервалы, а показатели  $E_1^2$  и  $E_2^2$  удовлетворяют определению 3.1.

В случае  $N > 2$  можно рассматривать так называемые многоточечные экспертные оценки, описанные во второй главе.

Перейдем к классификации показателей ошибок. Для этого рассмотрим отношение эквивалентности на множестве показателей ошибки. Тем самым мы сможем определять, какие из показателей эквивалентны, а какие нет. При этом нам необходимо учесть, что приведенное выше определение показателя ошибок охватывает только оценки первого рода, да и то не все.

Обозначим через  $\{E\}$  - множество показателей ошибок. Определим знаковую эквивалентность показателей ошибки. Пусть  $E', E'' \in \{E\}$ ,  $y, x', x'' \in X^N$ .

**Определение 3.2.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  называются знаково - эквивалентными на тройке  $\langle x', x'', y \rangle$ , ( $E'_{\langle x', x'', y \rangle} \sim E''$ ), если

$$\text{sign} [E'(x', y) - E'(x'', y)] = \text{sign} [E''(x', y) - E''(x'', y)]$$

**Определение 3.3.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  называются знаково-эквивалентными ( $E' \sim E''$ ), если они знаково-эквивалентны на любой тройке  $\langle x', x'', y \rangle$  из области определения.

Непосредственно из определения знаковой эквивалентности следует:

**Утверждение 3.1.** Отношение знаковой эквивалентности ( $\sim$ ) есть отношение эквивалентности.

Рассмотрим несколько необходимых и достаточных условий знаковой эквивалентности.

Обозначим через  $\Gamma = \Gamma(E, x', x'', y) = \text{sign}[E(x', y) - E(x'', y)]$ , где  $E \in \{E\}$ ;  $x', x'', y \in X^N$ , тогда определение 3.3 можно переформулировать следующим образом:

$$E' \sim E'' \iff \Gamma(E', x', x'', y) = \Gamma(E'', x', x'', y),$$

$$\text{для любых } \langle x', x'', y \rangle \in X^N \times X^N \times X^N$$

В утверждениях 3.2 и 3.3 показано, как можно ослабить условие эквивалентности двух показателей.

**Утверждение 3.2.** Два показателя  $E'$  и  $E''$  знаково-эквивалентны тогда и только тогда, если выполнено хотя бы одно из двух условий:

$$1. \Gamma(E', x', x'', y) = 1 \iff \Gamma(E'', x', x'', y) = 1,$$

$$2. \Gamma(E', x', x'', y) = -1 \iff \Gamma(E'', x', x'', y) = -1;$$

$$\text{для любых } \langle x', x'', y \rangle \in X^N \times X^N \times X^N.$$

Необходимость очевидна. Достаточность доказывается - от противного.

Таким образом, для выяснения знаковой эквивалентности, нам уже нет необходимости проверять значения функций  $\Gamma(E', x', x'', y)$  и  $\Gamma(E'', x', x'', y)$  на всех тройках  $\langle x', x'', y \rangle \in X^N \times X^N \times X^N$ .

Хотя и в этом случае проверка представляет определенные трудности.

В случае когда мы фиксируем пару  $\langle x', x'' \rangle$ , трудности по проверке эквивалентности могут быть значительно уменьшены.

Для этой цели введем следующие множества:

$$M = M(E, x', x'') = \{y: y \in X^N, \Gamma(E, x', x'', y) = -1\},$$

$$M^{\circ} = M^{\circ}(E, x', x'') = \{y: y \in X^N, \Gamma(E, x', x'', y) = 0\},$$

$$M^{+} = M^{+}(E, x', x'') = \{y: y \in X^N, \Gamma(E, x', x'', y) = +1\}.$$

Теперь можно показать справедливость следующего Утверждения:

**Утверждение 3.3.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  знаково-эквивалентны тогда и только тогда, если для любой пары  $\langle x', x'' \rangle \in X^N \times X^N$  выполнено хотя бы одно из двух условий:

$$1) M^{+}(E', x', x'') = M^{+}(E'', x', x'')$$

$$2) M^{-}(E', x', x'') = M^{-}(E'', x', x'').$$

Приведенное выше определение показателя экспертной ошибки позволяет рассматривать лишь числовые, интервальные и многоточечные виды экспертных оценок, а также другие виды оценок первого рода, сводимые к упомянутым выше, например, гистограммные.

В том случае, если эксперт, наряду со своей оценкой, дает и степень уверенности в ней, т. е. оценки второго рода, мы рассмотрим другой вариант понятия — показатель экспертной ошибки — и также, как и ранее, введем его аксиоматически. При этом, в отличие от первоначального варианта, на множестве экспертных оценок будет задан линейный порядок. Таким образом, любые две оценки можно сопоставить между собой для того, чтобы выяснить, какая из них предпочтительнее.

Рассмотрим другой вариант понятия показателя ошибки.

Пусть  $U$  — линейно упорядоченное отношением  $(\leq)$  множество, наделенное порядковой топологией<sup>1</sup>, а  $X$  — связное подмножество  $U$ .

<sup>1</sup> Порядковой топологией называется наименьшая система подмножеств множества  $U$ , замкнутая относительно объединения и конечного пересечения, и содержащая все открытые лучи [129].

**Определение 3.4.** Показателем ошибки  $E$  называется любая действительная функция  $E(x,y)$ , определенная на  $X \times Y$  и удовлетворяющая следующим условиям:

1)  $E(x, y) = 0 \iff x = y$ ;

2)  $E(x, y) \geq 0$ ;

3) Для любого фиксированного  $x \in X$ , функция  $E_x(y)$  строго монотонно убывает на луче  $\{y \in Y: y < x\}$  и монотонно возрастает на луче  $\{y \in Y: y > x\}$ ;

4) Для каждого фиксированного  $y \in Y$ , функция  $E_y(x)$  строго монотонно убывает на луче  $\{x \in X: x < y\}$  и строго монотонно возрастает на луче  $\{x \in X: x > y\}$ ;

5)  $E(x,y)$  непрерывно по  $y$ .

Таким образом, введенное определение показателя ошибки отличается от введенного ранее не только областью определения, но и наличием пятого условия, которое позволяет рассмотреть новый необходимый и достаточный критерий.

Введенное определение эквивалентности показателей ошибки ( $\sim$ ), мы используем и в этом случае.

Приведенные выше утверждения 3.1, 3.2 и 3.3 верны и для случая, когда показатель ошибки вводится посредством определения 3.4.

Линейный порядок на множестве оценок и непрерывность по переменной  $y$ , позволяют ввести и использовать в дальнейшем понятие так называемой  $\alpha$ -функции. Это понятие будет полезно и для рассмотрения нового критерия эквивалентности двух показателей ошибки, которым в ряде случаев удобно пользоваться.

Рассмотрим фактор множество —  $\{E/\sim\}$ . Элементами множества  $\{E/\sim\}$  будут классы эквивалентности, индуцированные отношением знаковой эквивалентности ( $\sim$ ).

Нам необходимо охарактеризовать их с тем, чтобы определять какие показатели ошибок являются знаково-эквивалентными.

Для этого, во-первых, найдем вид оператора  $\alpha \in \{\alpha\}$ ;  $\alpha: X^2 \rightarrow Y$ , совпадающего лишь для показателей ошибок, принадлежащих одному классу эквивалентности.

И, во-вторых, охарактеризуем процедуру, позволяющую получить для любого  $E \in \{E\}$ ,  $\alpha \in \{\alpha\}$ .

Чтобы решить последнюю проблему необходимо либо найти оператор  $\beta: \{E\} \rightarrow A$  с указанными свойствами, либо найти уравнение  $F(\alpha, E) = 0$  неявным образом связывающее  $\alpha$  и  $E$ .

В качестве такого уравнения рассмотрим следующее

$$F(\alpha, E) = \Delta E(x', x'', \alpha) = E(x', \alpha) - E(x'', \alpha) = 0$$

Каждое неконструктивное определение нуждается в доказательстве существования. Покажем, что оператор  $\alpha: X^2 \rightarrow Y$ , обладая указанными свойствами, существует и факторизует  $\{E\}$ .

Рассмотрим для любых фиксированных  $x', x'' \in X \subset Y$  ( $x' < x''$ ) уравнение

$$\Delta E(x', x'', y) = E(x', y) - E(x'', y) = 0 \text{ тогда верно следующее утверждение:}$$

**Утверждение 3.4.** Решение уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  относительно  $y$  существует, единственно и принадлежит открытому интервалу  $(x', x'')$ .

Рассмотрим при фиксированных  $x', x''$ -функцию  $\Delta E(x', x'', y) = 0$ . Из свойства (4) показателя ошибки следует, что  $\Delta E(x', x'', y) \leq 0$ , если  $x' \geq y$ , а  $\Delta E(x', x'', y) \geq 0$ , если  $y \geq x''$ . Из свойств (1) и (3) показателя ошибки следует, что функция  $\Delta E(x', x'', y)$  строго монотонно возрастает на  $[x', x'']$  по  $y$  от  $-E(x'', x')$  до  $+E(x', x'')$ . Тем самым, если решение существует, то оно единственно и принадлежит  $(x', x'')$ .



Докажем, что решение существует. Функция  $\Delta E(x', x'', y)$  является непрерывной по  $y$ , как разность двух непрерывных функций.

Функция  $\Delta E(x', x'', y)$  переводит связное множество  $(x', x'')$  на связное множество на прямой  $R' \subset R$ .

Из теоремы о промежуточном значении следует, что решение существует (см. например [116]).

Обозначим решение уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  для показателя ошибки  $E(x, y)$  при фиксированных  $x', x''$  - через  $\alpha(x', x'')$ .

Тогда из Утверждения 3.4 можно вывести следующее полезное замечание.

**Замечание (1).** Для  $y \neq \alpha_E(x', x'')$  имеют место следующие условия :

$$\Delta E(x', x'', y) < 0, \quad \text{если } y < \alpha_E(x', x'')$$

$$\Delta E(x', x'', y) > 0, \quad \text{если } y > \alpha_E(x', x'').$$

**Замечание (2).** В дальнейшем, если не возникает неясности, будем писать об эквивалентности показателей, понимая под этим знаковую эквивалентность показателей ошибок.

Для того, чтобы показать, что решение уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  относительно  $y$  есть искомый оператор  $(\alpha_E)$ , введем понятие множества  $y$ -эквивалентности - "М".

Рассмотрим для произвольных двух показателей  $E'$  и  $E''$  и пары оценок  $x', x'' \in X$  множество

$$M = M(E', E'', x', x'') = \{y \in Y: E' \langle x', x'', y \rangle \sim E''\}.$$

Нам необходимо охарактеризовать  $\{M\}$  всех значений  $y \in Y$ , таких, что  $E'$  и  $E''$  эквивалентны на тройках  $\langle x', x'', y \rangle$ .

**Утверждение 3.5.** Для любых двух показателей ошибки  $E'$  и  $E''$  множество их эквивалентности на данной паре  $\langle x', x'' \rangle$ :

1.  $M = Y$ , если  $\alpha_{E'}(x', x'') = \alpha_{E''}(x', x'')$ ;
2.  $M = Y \setminus [\alpha_{E'}(x', x''), \alpha_{E''}(x', x'')]$ , если  $\alpha_{E'}(x', x'') \neq \alpha_{E''}(x', x'')$ ,

где  $x', x'', \alpha_{E'}(x', x''), \alpha_{E''}(x', x'') \in Y$ ,

$[\alpha_{E'}(x', x''), \alpha_{E''}(x', x'')] = \{y: y \in Y, \alpha_{E''}(x', x'') > y > \alpha_{E'}(x', x'')\}$  и  $\alpha_{E'}(x', x'')$

- решение уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  для показателя ошибки  $E = E(x, y)$  - при фиксированных  $x', x'' \in X$ .

Другими словами  $M = M(E', E'', x', x'')$  есть все  $Y$ , за исключением внутренних точек отрезка с концами  $\alpha_{E'}(x', x'')$ ,  $\alpha_{E''}(x', x'')$ .

Первая часть Утверждения 3.5 следует из Замечания 1 и Утверждения 3.4.

Рассмотрим вторую часть, когда  $\alpha_{E'}(x', x'') \neq \alpha_{E''}(x', x'')$ , положив для определенности  $\alpha_{E''}(x', x'') > \alpha_{E'}(x', x'')$ .

Из замечания 1 к Утверждению 3.4 следует, что если  $\alpha_{E'}(x', x'') > y$ , то  $\Delta E'(x', x'', y) < 0$  и  $\Delta E''(x', x'', y) < 0$ .

Аналогичным образом, если  $y > \alpha_{E''}(x', x'')$ , то  $\Delta E'(x', x'', y) > 0$  и  $\Delta E''(x', x'', y) > 0$ . Значит, по определению эквивалентности (3.3) в обоих случаях показатели ошибок будут эквивалентны на тройках  $\langle x', x'', y \rangle$  для всех  $y$ , не принадлежащих  $[\alpha_{E'}(x', x''), \alpha_{E''}(x', x'')]$ .

С другой стороны, для любого  $y \in [\alpha_{E'}(x', x''), \alpha_{E''}(x', x'')]$  эквивалентность нарушается. Что также следует из замечания 1 к утверждению 3.4.

Посредством множества  $y$ -эквивалентности можно ввести понятие степени неэквивалентности пары показателей (используя Утверждение 3.5).

Перейдем теперь к Утверждению, характеризующему классы эквивалентности множества  $\{E\}$ .

В общем случае решением по  $y$  уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  для показателя ошибки  $E = E(x, y)$  является отображение

$\alpha_E = \alpha_E(x', x'')$ ,  $\alpha_E: X^2 \rightarrow Y$ , где  $x', x'' \in X \subset Y$ .

Обозначим это отображение через  $\alpha_E$ . Тогда из Утверждения 3.4 следует, что каждому показателю ошибки  $E(x, y)$  соответствует некоторое отображение.

**Утверждение 3.6.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  эквивалентны тогда и только тогда, если  $\alpha_{E'} \equiv \alpha_{E''}$ .

Проверим сначала необходимое условие, т.е. если  $E' \sim E''$ , то  $\alpha_{E'} \equiv \alpha_{E''}$  для любых  $x', x'' \in X$ .

Так как области определения и значения отображений совпадают, рассмотрим закон соответствия.

Допустим утверждение неверно. Иными словами, пусть  $E' \not\sim E''$ , но найдутся  $x'_i, x''_i$  такие, что  $\alpha_{E'}(x'_i, x''_i) \neq \alpha_{E''}(x'_i, x''_i)$ , например,  $\alpha_{E'}(x'_i, x''_i) > \alpha_{E''}(x'_i, x''_i)$ .

Положим, например,  $y^* = \alpha_{E'}(x'_i, x''_i)$ . По Утверждению 3.4. такой элемент существует. Тогда из Утверждения 3.5. следует, что для тройки  $\langle x'_i, x''_i, y^* \rangle$  эквивалентность нарушается. Таким образом,  $E'$  и  $E''$  не будут эквивалентны, и, значит, допущение неверно.

Проверим теперь достаточное условие.

Рассмотрим произвольную тройку  $\langle x'_j, x''_j, y_j \rangle$  такую, что  $\Delta E'(x'_j, x''_j, y_j) > 0$ . Покажем, что  $\Delta E''(x'_j, x''_j, y_j) > 0$ . Для этого достаточно показать, что  $y_j > \alpha_{E'}(x'_j, x''_j) = \alpha_{E''}(x'_j, x''_j)$ . Допустим  $\alpha_{E''}(x'_j, x''_j) > y_j$ , но тогда по Замечанию 1 к утверждению 3.4  $\Delta E'(x'_j, x''_j, y_j) \leq 0$  что противоречит допущению.

Из того же замечания следует, что  $\Delta E''(x'_j, x''_j, y_j) > 0$ .

Можно указать на две причины, из которых следует необходимость рассмотрения других критериев эквивалентности показателей.

Во-первых, существуют показатели  $E \in \{E\}$ , для которых получить вид  $\alpha_E$ -отображения сложно.

И, во-вторых, нас может интересовать эквивалентность двух показателей не на всем множестве  $X^2 * Y$ , а на некотором подмножестве.

Определение эквивалентности можно сформулировать и другим образом:

$$E' \sim E'' \iff \Gamma(E', x', x'', y) = \Gamma(E'', x', x'', y),$$

для любых  $\langle x', x'', y \rangle \in X^2 \times Y$

Таким образом, для выявления эквивалентности достаточно проверить совпадение  $\Gamma$ -функций на всех тройках  $\langle x', x'', y \rangle$ .

Рассмотрим, нельзя ли ослабить условие на эквивалентность двух показателей?

Из Утверждения 3.7 следует, что это возможно.

**Утверждение 3.7.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  эквивалентны тогда и только тогда, если выполнено хотя бы одно из трех условий:

1)  $\Gamma(E') = 1 \iff \Gamma(E'') = 1,$

2)  $\Gamma(E') = 0 \iff \Gamma(E'') = 0,$

3)  $\Gamma(E') = -1 \iff \Gamma(E'') = -1.$

Первая и третья части Утверждения 3.7 следуют из Утверждения 3.2. Вторая часть непосредственно следует из Утверждения 3.6 и из первой и третьей его части.

В Утверждении 3.7 мы рассмотрели еще один признак эквивалентности двух показателей, при котором нам необходимо

проверять значения функций  $\Gamma(E', x', x'', y)$  и  $\Gamma(E'', x', x'', y)$  уже не на всех тройках  $\langle x', x'', y \rangle$ . Но их доля также велика. Подобная проверка представляет определенные трудности.

В случае, когда мы фиксируем пару  $\langle x', x'' \rangle$ , то трудности по проверке совпадений значений функции  $\Gamma(E, x', x'', y)$  могут быть значительно уменьшены. Для этой цели используем специальные множества  $M^-$ ,  $M^0$ ,  $M^+$  и исследуем их свойства.

Переформулируем Утверждение 3.7 в терминах множеств  $M^-$ ,  $M^0$ ,  $M^+$  рассмотрев предварительно следующее вспомогательное утверждение.

**Утверждение 3.8.** Система трех множеств  $\{M^-, M^0, M^+\}$  образует для произвольной пары  $\langle x', x'' \rangle$  показателя  $E = E(x, y)$  разбиение непустого множества  $U$ , причем такое, при котором множества  $M^-$  и  $M^+$  являются открытыми, а  $M^0$  замкнуто в  $U$ , где  $M^-, M^0, M^+ \subset U$ .

Действительно, во-первых, множества  $M^-$ ,  $M^0$ ,  $M^+$  непустые, так как  $x' \in M^-(E, x', x'')$ ,  $x'' \in M^+(E, x', x'')$ , а  $M^0(E, x', x'')$  - не пусто по Утверждению 5.4.

Во-вторых, так как  $U$  - линейно упорядочено, то

$$U = M^-(E, x', x'') \cup M^0(E, x', x'') \cup M^+(E, x', x'').$$

И в-третьих, из определения вышеуказанных множеств следует, что пересечение любой пары этих множеств пусто.

Рассмотрим при фиксированных  $x', x''$  две непрерывные по  $y$  функции  $E_{x'}(y)$  и  $E_{x''}(y)$ . По Лемме 3.6.9 из работы [116] множества  $M^-(E, x', x'')$  и  $M^+(E, x', x'')$  - открыты в  $U$ . Множество  $M^0(E, x', x'')$  - замкнуто в  $U$ , так как ее дополнение  $U/M^0(E, x', x'')$  - является открытым множеством.

Формулировка Утверждения об эквивалентности на любых тройках, в терминах множеств  $M^-$ ,  $M^0$  и  $M^+$  приводится ниже.

Рассмотрим произвольную пару  $\langle x', x'' \rangle$ .

**Утверждение 3.9.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  эквивалентны тогда и только тогда, если выполнено хотя бы одно из трех условий:

$$1) M^-(E', x', x'') = M^-(E'', x', x''),$$

$$2) M^0(E', x', x'') = M^0(E'', x', x''),$$

$$3) M^+(E', x', x'') = M^+(E'', x', x''),$$

для любых  $x', x'' \in X$ .

Доказательство первой и второй части 3.9 следует из Утверждения 3.3.

При доказательстве третьей части использованы первые две и Утверждения 3.4 и 3.6.

Теперь сформулируем Утверждения 3.10, используя которое можно уменьшить трудности по проверке совпадений значений функции  $\Gamma(E)$ .

Рассмотрим произвольную фиксированную пару  $\langle x'_k, x''_k \rangle$ , где  $x'_k, x''_k \in X$ . Тогда, исходя из Утверждения 3.8 и Замечания 2 к Утверждению 3.4, можно доказать следующее Утверждение 3.10.

**Утверждение 3.10.** Два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$  эквивалентны на любой тройке  $\langle x', x'', y \rangle$ , если выполнено хотя бы одно из трех условий:

$$1) y', y'' \in M^-(E', x'_k, x''_k) \cap M^-(E'', x'_k, x''_k);$$

$$2) y', y'' \in M^0(E', x'_k, x''_k) \cap M^0(E'', x'_k, x''_k);$$

$$3) y', y'' \in M^+(E', x_k', x_k'') \cap M^+(E'', x_k', x_k'');$$

где  $y \in [y', y''] \subset Y$ ;  $y, y', y'' \in U$ .

Следовательно, при выполнении условия Утверждения, нам нет необходимости проверять выполнение эквивалентности показателей на всех тех тройках, у которых значение  $y \in [y', y'']$ .

Покажем, как можно применить рассмотренные выше теоретические построения, когда  $X=Y=R'' \subset R$ , где  $R''$ - непустой ограниченный открытый интервал действительных чисел, не содержащий нуля.

В начале параграфа были перечислены практически все положительно определенные простые показатели ошибок- $E_k(x,y)$  ( $k=1, \dots, 7$ ), описанные в литературе по экспертным оценкам.

**Утверждение 3.11.** Вышеуказанные показатели ошибки  $E_k(x,y)$ :

- являются показателями ошибки в смысле определений 3.1 и 3.4;

- совокупность вышеуказанных показателей разбивается на три класса эквивалентности. Обозначив их через А, В, С, имеем:

1) для  $k=1 \div 5$  показатели ошибки  $E_k(x,y)$  принадлежат классу эквивалентности А, чья  $\alpha_{E_k}(x',x'')$ -функция-среднее арифметическое  $x'$  и  $x''$ ;

2) для  $k=6$  показатель ошибки  $E_6(x,y)$  принадлежит классу эквивалентности В, чья  $\alpha_{E_6}(x',x'')$ - функция -среднее геометрическое  $x'$  и  $x''$ ;

3) для  $k=7$  показатель ошибки  $E_7(x,y)$  принадлежит классу эквивалентности С, чья  $\alpha_{E_7}(x',x'')$ - функция -среднее гармоническое  $x'$  и  $x''$ ,

где  $k = 1, 2, \dots, 7$ ;  $x, x', x'', y \in V$  - произвольному непустому ограниченному открытому интервалу вещественных чисел, не содержащему нуля;  $L, U$  не принадлежит  $V$ .

Действительно, любое связанное подмножество множества действительных чисел является топологическим подпространством, чья топология индуцирована порядковой топологией прямой, т. е. естественным линейным порядком во множестве вещественных чисел.

Эти показатели определены на связном подмноестве множества действительных чисел с топологией, индуцированной порядковой топологией прямой, и удовлетворяют условиям 1, 2, ..., 5 определения 3.4., как впрочем, и определения 3.1.

Рассмотрим следующие показатели точности  $E_1(x, y) = |x - y|$ ,

$E_6(x, y) = |\ln x/y|$  и  $E_7(x, y) = |x - y| / |x|$ .

Эти показатели точности удовлетворяют определению 3.4, что непосредственно проверяется, и, значит, являются показателями ошибки.

Рассмотрев уравнение  $\Delta E(x', x'', y) = 0$  для показателей ошибки  $E_1 = E_1(x, y)$ ,  $E_6 = E_6(x, y)$  и  $E_7 = E_7(x, y)$  - получим, что  $\alpha$ -функции будут соответственно среднее арифметическое, среднее геометрическое и среднее гармоническое.

Покажем, что размерность векторного пространства играет существенную роль при установлении эквивалентности.

Для этого, вернемся к рассмотренным ранее векторным показателям ошибки

$$E_1^N(x, y) = \sum_{i=1}^N |x_i - y_i| \quad \text{и}$$

$$E_2^N(x, y) = \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2, \quad x_i, y_i \in \mathbb{R}.$$



При  $N = 1$  показатели  $E_1(x, y) = |x - y|$  и  $E_2(x, y) = (x - y)^2$ , как было показано в Утверждении 3.11., эквивалентны, но при  $N = 3$  эти же показатели не являются знаково-эквивалентны. Действительно, рассмотрим оба показателя

$$E_1^3(x, y) = \sum_{i=1}^3 |x_i - y_i| \quad \text{и}$$

$$E_2^3(x, y) = \sum_{i=1}^3 (x_i - y_i)^2, \quad x_i, y_i \in \mathbb{R}.$$

Подберем следующие значения для  $x', x''$  и  $y$ .

$$x' = (6; 5; 5), \quad x'' = (6,5; 5,5; 4,5) \quad \text{и} \quad y = (4; 5,25; 4).$$

При подстановке получаем

$$\text{Sign}[E_1^3(x', y) - E_1^3(x'', y)] = 0, \quad \text{а} \quad \text{Sign}[E_2^3(x', y) - E_2^3(x'', y)] = -1.$$

Что и требовалось показать (Пример был предложен Б.Г. Литваком).

Согласно Утверждению 3.11.  $\alpha_{E_k}$  - для всех показателей ошибки  $E_k(x, y)$  при  $k = 2 \div 5$ , будет средним арифметическим.

Таким образом, наиболее широко представлен класс эквивалентности  $A$ , с  $\alpha_E(x', x'') = (x' + x'') / 2$ .

Отметим следующий частный признак принадлежности показателя ошибки к классу эквивалентности  $A$ .

**Утверждение 3.12.** Произвольный показатель ошибки  $E = E(x, y)$  принадлежит классу эквивалентности  $A$ , тогда и только тогда, если  $E(x, y) = E(2y - x, y)$  для любых  $x, y \in V$ , таких, что  $(2y - x) \in V$ ,

где  $V$  - непустое ограниченное связное подмножество вещественных чисел, не содержащее нуля.

Иными словами, необходимым и достаточным условием принадлежности показателя ошибки  $E$  классу эквивалентности  $A$  является симметричность графика функции  $E_y(x)$  относительно прямой  $x = y$ .

Для доказательства приведенного утверждения достаточно рассмотреть показатель ошибки  $E_1(x,y) = |x-y|$ , принадлежащий классу эквивалентности  $A$ .

Допустим, что существуют такие  $x^*, y^*, (2y^*-x^*) \in V$ , что  $E(x^*,y^*) \neq E(2y^*-x^*, y^*)$  и при этом  $E \sim E_1$ .

Так как для показателя  $E_1 |x^*-y^*| = |(2y^*-x^*) - y^*|$ , а показатели ошибки  $E(x,y)$  и  $E_1(x,y)$  эквивалентны на тройке  $\langle x^*, 2y^*-x^*, y^* \rangle$ , то наше допущение, таким образом, неверно.

Полученное противоречие означает, что условие  $E(x,y)=E(2y-x,y)$  для любых  $x,y \in V$  таких, что  $(2y-x) \in V$  является необходимым условием принадлежности показателя ошибки -  $E(x,y)$  классу эквивалентности  $A$ .

Докажем теперь, что это условие является достаточным. Возьмем произвольную тройку  $\langle x', x'', y \rangle$ . Когда  $y$  - находится вне интервала  $(x', x'')$ , то из Утверждения 3.5 следует, что на таких тройках показатели ошибки -  $E(x,y)$  и  $E_1(x,y)$  эквивалентны.

Рассмотрим поэтому случай, когда  $x' < y < x''$ . Для наших целей достаточно показать следующее:

если  $E(x',y) - E(x'',y) > 0$ , то  $|x' - y| - |x'' - y| > 0$ ,

если  $E(x',y) - E(x'',y) < 0$ , то  $|x' - y| - |x'' - y| < 0$ ,

если  $E(x',y) - E(x'',y) = 0$ , то  $|x' - y| - |x'' - y| = 0$ .

Первое утверждение справедливо, поскольку из  $E(x',y)=E(2y-x',y)$  и  $E(x',y)-E(x'',y)> 0$  следует, что  $E(2y-x',y) - E(x'',y) > 0$ , что в свою очередь по свойству (4) показателя ошибки дает нам  $2y - x' > x''$ . Последнее, после преобразования, приводит к неравенству  $|x' - y| - |x'' - y| > 0$ .

Аналогичным образом доказывается справедливость второго утверждения.

Наконец, если  $E(x',y) - E(x'',y) = 0$ , то из  $E(2y - x',y) = E(x'',y)$  и свойства (4) показателя ошибок следует, что  $2y - x' = x''$  и, значит,  $|x' - y| - |x'' - y| = 0$ .

### § 3. 2. Подбор вида показателя ошибки.

**В данном параграфе мы рассмотрим:**

- допустимые преобразования и операции с показателями ошибки;
- способы получения показателей ошибок;
- процедуру, позволяющую подбирать вид показателя точности (ошибки) для апостериорной оценки качества экспертного прогноза.

Кроме того, будет рассмотрена процедура, позволяющая выявлять параметры, определяющие совокупность классов эквивалентности видов показателей ошибок, для апостериорной оценки точности прогноза. (Тем самым мы сможем корректно осуществлять обратную связь в процессе прогнозирования на основе экспертных оценок).

Возникает вполне естественный вопрос: «Зачем нужно рассматривать различные показатели ошибок?»

Интуитивно, не только в прогностике, но и в физике, в ряде других наук ученые подбирали для своих исследований разнообразные виды показателей ошибки или точности. При этом они руководствовались целями исследования и спецификой изучаемого объекта, поскольку последние могут потребовать особой формы показателя ошибки.

В ряде работ затрагиваются недостатки и достоинства тех или иных показателей ошибки [217, 252].

Покажем, что нельзя пользоваться всегда одним и тем же показателем ошибки, например, логарифмическим.

Рассмотрим, например, такую ситуацию. Где-то, в тридцатых годах нашего столетия экспертам был задан следующий вопрос. "В каком году, по вашему мнению, космический корабль с человеком достигнет поверхности Марса?". Специфика рассматриваемой проблемы такова, что оценки могут быть сколь угодно большие (некоторые ученые в то время полагали, что это вообще невозможно).

Рассмотрим две пары экспертных оценки года данного события: 1970 год и 2092 год, а также 2130 год и 2180 год. Допустим, что истинное значение 2030 год.

Рассмотрим логарифмический показатель ошибки -  $E(x,y) = |\ln x/y|$ , где  $x$  - оценка эксперта,  $y$  - истинное значение параметра.

Посмотрим, согласуется ли наше интуитивное представление о величинах ошибок с численными значениями, полученными расчетным путем с помощью этого логарифмического показателя.

Рассмотрим первую пару экспертных оценок 1970 и 2092 годы, истинное значение то же, т.е. 2030 год. На мой взгляд, интуитивно, без всяких подсчетов видно, что ошибки должны быть приблизительно равными.

Так и получается после расчетов. Подставив значения аргументов, получаем, что значения функции близки  $|\ln 1970/2030| \approx |\ln 2092/2030|$ , т.е. ошибки приблизительно равны. (Вычислять значения логарифмов не обязательно, важно, что  $x'/y \approx (x''/y)^{-1}$ , где  $x'=2092$ ,  $x''=1970$ , а  $y=2030$ ).

Рассмотрим две другие экспертные оценки: 2130 год и 2180 год, истинное значение то же.

Интуитивное представление о величинах ошибок таково, что, несмотря на разницу в 50 лет, величины ошибок будут близкими.

После подстановки получаем

$$|\ln 2130/2030| \approx 0,05, \text{ а } |\ln 2180/2030| \approx 0,07.$$

То есть величины ошибок близки. Таким образом, логарифмический показатель для данной ситуации вполне подходит.

Рассмотрим теперь другую ситуацию. И для оценки величины ошибок используем тот же логарифмический показатель.

Пусть, например, эксперты оценивают в процентах ожидаемый годовой прирост ВВП Южной Кореи. Одна из экспертных оценок 2%,

истинное значение оказалось 10%. Так вот, если мы воспользуемся логарифмическим показателем, то экспертная оценка прироста ВВП Южной Кореи в 50% будет столь же хороша, как и первая оценка (два процента). Действительно:  $|\ln 2/10| = |\ln 50/10|$ . Так, что логарифмический показатель для этой ситуации явно не подходит.

Таким образом, даже на таких схематичных примерах видно, что нельзя произвольно брать вид показателя ошибки для апостериорной оценки качества экспертных прогнозов: его нужно подбирать.

Перейдем теперь от частных примеров к общей проблеме сопоставительного анализа по точности.

Имеет ли значение, с помощью какого показателя ошибки мы проводим сопоставительный анализ?

Как было показано в примере Г. Галилея описанном в § 3.1., конечно, имеет. Правда, остался неясен вопрос, в какой мере, но эту проблему мы рассмотрим в конце данного параграфа.

Произвольная подмена показателей, без учета влияния этого факта на вывод относительно точности прогноза, имеет место в реальных экспериментах.

Так, например, в шестидесятые годы в корпорации РЭНД под руководством Н. Дэлки [228] экспериментально установили: модификация традиционного метода «Дельфи», так называемый метод «Дельфи II», использующая многоточечные оценки, в большинстве случаев предпочтительнее метода «Дельфи».

В начале семидесятых годов сотрудником Питсбургского университета Д. Фордом была проведена серия аналогичных экспериментов [252], по результатам которых был сделан вывод, противоположный выводу Н. Дэлки.

Чтобы показать, как может возникать подобное противоречие, рассмотрим показатели ошибок, использованные Н. Дэлки,  $E_6(x, y) = |\ln$

$x/y$  и Д. Фордом  $E_4(x, y) = |x-y|/D$ , где  $D = \max \{U-y, y-L\}$ ,  $L$  и  $U$  нижняя и верхняя граница шкалы, предъявленной эксперту.

Определим на специально подобранных данных, какая из процедур дает более точные оценки.

Пусть оценки  $x_1=1$  и  $x_2=4$  значения параметра  $x$ , полученные с помощью соответственно первой и второй методик, а истинное значение параметра  $y=2,2$ ;  $L=0$ ,  $U=5$ . Исходя из показателя ошибки  $E_6$ , получим, что вторая методика дала более точную оценку. Используя показатель ошибки  $E_4$ , получим, что более точна первая методика.

Таким образом, на одних и тех же данных получены прямо противоположные результаты.

Затронутый пример не заслуживал бы и упоминания, если бы он не вскрывал общую важную проблему сопоставительного анализа. Дело в том, что проведенное сравнение - неправомерно потому, что показатели  $E_4$  и  $E_6$  - не эквивалентны.

Таким образом, подбирать вид показателя ошибки при апостериорной оценке качества прогноза необходимо. При этом хотелось бы, чтобы подбор осуществлялся не только на интуитивном уровне.

Для того чтобы решить вопрос о подборе показателя ошибки прогноза, в соответствии с целью исследования, с учетом характера исследуемого явления или объекта, нам, по-видимому, необходимо решить следующие задачи.

Первая - рассмотреть общее определение показателя ошибки.

Вторая - рассмотреть множество показателей ошибок (чтобы было из чего выбирать) и задать отношение эквивалентности на этом множестве (с тем, чтобы различать эти показатели).

И третья задача, рассмотреть процедуру подбора показателя или их совокупности.

В § 3.1. мы практически решили первую задачу, поскольку аксиоматическим путем определили понятия показателя ошибки. В первой части данного параграфа мы рассмотрим простейший случай, когда оценки экспертов выражены в виде чисел. Аксиоматика для таких показателей является частным случаем определения показателя ошибки, данного в §3.1. Там же было дано определение эквивалентности показателей ошибки, которым мы воспользуемся для решения второй задачи.

Для решения этой же второй задачи также желательно рассмотреть допустимые преобразования и операции с показателями ошибки, а также способы получения последних [145,146]. Напомним при этом, что через  $\{E\}$  - мы обозначили множество показателей ошибок, а через  $E$  - произвольный показатель ошибки.

Во-первых, рассмотрим те допустимые преобразования и операции над показателями ошибки, которые не выводят нас из множества показателей ошибки -  $\{E\}$ .

**Утверждение 3.13.** Множество показателей ошибки является абелевой полугруппой по сложению и абелевой полугруппой по умножению.

Т.е. множество показателей ошибок  $\{E\}$  - замкнуто относительно сложения и умножения, и обе эти операции удовлетворяют законам ассоциативности и коммутативности.

Доказательство данного утверждения можно показать путем непосредственной его проверки.

**Утверждение 3.14.** Пусть  $E$  и  $E'$ - два показателя ошибки, тогда с функция

$$\left\{ \begin{array}{l} E(x, y), \text{ если } x > y \\ 256 \end{array} \right.$$



$$E''(x, y) = E'(x, y), \text{ если } y \geq x,$$

также будет показателем ошибки.

Доказательство последнего утверждения непосредственно вытекает из Утверждения 2.10, рассмотренного в работе [146].

Во-вторых, рассмотрим, утверждение об операциях и допустимых видах преобразований над показателями ошибки, при которых результат остается в том же классе эквивалентности.

Пусть  $E_k(x, y)$  принадлежат некоторому классу эквивалентности показателей ошибки -  $W \subset \{E\}$  ( $k=1, \dots, N$ ).

Рассмотрим две непрерывные действительнзначные функции  $f$  и  $g$ , обладающие следующими свойствами:

1) для функции  $E_k^*(x, y) = f(y) E_k(x, y)$  выполняется свойство (3) показателя ошибки,  $f(y) > 0$ ;  $y \in Y$ ;  $x \in X$ ;  $X, Y \subset R$ .

2) функция  $g$  - строго монотонно возрастает,  $g(z) \geq 0$ , причем  $g(0) = 0$ ;  $z \in R$ .

Тогда верно следующее Утверждение.

**Утверждение 3.15.** Приведенные ниже функции за номерами 1÷4 являются показателями ошибки и принадлежат для любого натурального  $N$  тому же классу эквивалентности -  $W$ .

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1) $\sum_1^n E_k(x, y) \in W$ , | 2) $\prod_1^n E_k(x, y) \in W$ , |
| 3) $(f(y) E_k(x, y)) \in W$ ,   | 4) $g(E_k(x, y)) \in W$ .        |

Утверждение 3.15. является частным случаем Утверждения 2.11, рассмотренного в работе [146].

В том случае, когда  $f(y)=\text{const}=t > 0$ , мы получим следующее следствие Утверждения 3.15.

**Следствие.** Пусть  $E(x,y) \in W$  - некоторому классу эквивалентности показателей ошибки. Тогда  $E'(x,y)= t E(x,y)$  - также является показателем ошибки и принадлежит тому же классу эквивалентности -  $W$ .

Рассмотрим теперь способы получения показателей ошибки.

Пусть  $\Phi$  - непрерывная строго монотонно возрастающая функция.

Тогда верно следующее утверждение.

Утверждение 3.16. Функция

$$E(x, y) = \begin{cases} K1 [\Phi(x)-\Phi(y)], & \text{если } x>y, \\ K2 [\Phi(y)-\Phi(x)], & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

является показателем ошибки, где  $x \in X$ ;  $y \in Y$ ;  $K1, K2 > 0$ .

Доказательство последнего утверждения можно получить путем непосредственной проверки определяющих свойств (1÷5) показателя ошибки.

В том случае, когда  $\Phi'$  - непрерывная и строго монотонно убывающая функция, верно следующее аналогичное утверждение:

Утверждение 3.17. Функция

$$E'(x, y) = \begin{cases} K1 [\Phi'(y)-\Phi'(x)], & \text{если } x>y, \\ K2 [\Phi'(x)-\Phi'(y)], & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

является показателем ошибки, где  $x \in X$ ;  $y \in Y$ ;  $k1, k2 > 0$ .

### Перейдем теперь к третьей задаче параграфа.

Рассмотрим процедуру подбора вида показателя ошибки или их совокупности, соответствующего рассмотренному объекту или их группе.

Для того, чтобы определить вид показателя ошибки экспертным путем, выявляется вид  $\alpha$ -функции, затем на ее основе выводится показатель ошибки.

Напомним понятие  $\alpha$ -функции, впервые введенное в работе [140] и описанное в § 3.1.

Под  $\alpha$ -функцией понимается решение уравнения  $\Delta E(x', x'', y) = E(x', y) - E(x'', y) = 0$  по  $y$ , где  $E$  - показатель ошибки,  $x', x'', y \in \mathbb{R}$ .

В § 3.1. показано, что решение вышеуказанного уравнения существует, и для каждой фиксированной пары значений  $x'$  и  $x''$  - оно единственно.

### Процедура подбора вида показателя ошибки.

На первом этапе процедуры подбора организатор исследования опрашивает всех  $k$  -экспертов для того, чтобы выяснить нижние ( $L_j$ ) и верхние ( $U_j$ ) возможные значения параметра рассматриваемого объекта. После этого вычисляет  $L = \min L_j$  и  $U = \max U_j$ , где  $j=1, \dots, k$ .

На втором этапе организатор исследования предлагает каждому из  $k$  экспертов  $m$  - интервалов  $(E(Z_i'), E(Z_i''))$ , где  $Z_i', Z_i''$  - пара случайным образом полученных чисел, равномерно распределенных на отрезке  $(L, U)$ ;  $E = E(Z)$  - функция наименьшее целое. (Для случая, когда длина интервала  $(E(Z_i'), E(Z_i'')) < 2$ , необходимо рассмотреть другую функцию по свойствам аналогичную  $E = E(Z)$ ).  $i=1, \dots, m$ ).

Для определенности полагаем, что  $E(Z_i') < E(Z_i'')$ .

Эксперты должны в каждом из  $m$  - случаев указать два числа  $A_i'$  и  $A_i''$ , принадлежащие интервалу  $(E(Z_i'), E(Z_i''))$ . При этом эксперт должен руководствоваться ниже следующей инструкцией.

## ИНСТРУКЦИЯ

"Допустим, что  $E(Z_i')$  и  $E(Z_i'')$  - экспертные оценки искомого показателя, укажите, по возможности точнее, такой внутренний отрезок  $[A_i', A_i'']$ , для которого:

- если значение истины -  $y \in [A_i', A_i'']$ , то вы не знаете, какая из оценок  $E(Z_i')$  или  $E(Z_i'')$  точнее;
- если значение истины -  $y \in [E(Z_i'), A_i')$ , то, по вашему мнению, более точной из пары оценок  $E(Z_i')$  или  $E(Z_i'')$ , является оценка -  $E(Z_i')$ ;
- если значение истины -  $y \in (A_i'', E(Z_i'')]$ , то, по вашему мнению, более точной из пары оценок  $E(Z_i')$  или  $E(Z_i'')$  является оценка -  $E(Z_i'')$ .

На третьем этапе, получив от каждого из  $k$ -экспертов по  $m$ - пар чисел  $(A_i'; A_i'')$ , исследователь может получить формулу некоего обобщенного показателя ошибки, отвечающего специфике задачи. Для этого необходимо:

Полагая, что  $\alpha(x', x'') = px'' + (1-p)x'$ , (т.е.  $\alpha$ -функция, есть средневзвешенное экспертных оценок  $x'$  и  $x''$ ), предварительно найдем, для аналогов вышеуказанного уравнения, аналоги коэффициентов уравнений  $p_i'$  и  $p_i''$ ; где  $p_i', p_i'' \in (0, 1)$

$$A_i' = p_i' E(Z_i'') + (1-p_i') E(Z_i'),$$

$$A_i'' = p_i'' E(Z_i'') + (1-p_i'') E(Z_i'). \quad i=1, \dots, m;$$

Преобразовывая вышеуказанные уравнения, получаем:

$$p_i' = (A_i' - E(Z_i')) / (E(Z_i'') - E(Z_i')),$$

$$p_i'' = (A_i'' - E(Z_i')) / (E(Z_i'') - E(Z_i')).$$

2) Имея по  $m$  - реализаций аналогов коэффициентов  $p'$  и  $p''$ , найдем их медианы и таким образом усредним соответствующие ряды.

Медиана нами предложена по двум причинам. Во-первых, медиана как показатель центральной тенденции является устойчивой, и, во-вторых, она не меняется при любых перестановках внутри рядов  $\{p_i'\}$  и  $\{p_i''\}$ .

Рассмотрим  $p'$  и  $p''$  как медианы рядов  $\{p_i'\}$  и  $\{p_i''\}$ .

$$\alpha'(x', x'') = p' x'' + (1-p') x',$$

$$\alpha''(x', x'') = p'' x'' + (1-p'') x'$$

Теперь необходимо рассмотреть связь между результатами, полученными в параграфах 3.1. и 3.2., и теорией ассоциативных средних.

Под ассоциативной средней мы понимаем среднюю, которая не меняется при подстановке в данную совокупность вместо любого числа ее членов их средней величины (см. например [49]). По мнению К. Джини изучение вопроса о выполнимости свойства ассоциативности для различных видов средних представляет значительный интерес [49].

Ассоциативные средние изучались в работах А.Н.Колмогорова [69], Б. Де Финетти [248] и других.

В работе А.Н. Колмогорова показано, что каждый тип среднего  $M^*$ , если он удовлетворяет четырем условиям:

- $M^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – непрерывна и монотонна по каждому переменному. (Для определенности будем считать, что  $M^*$ –возрастает по каждому переменному);

- $M^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – симметрическая функция;

- среднее от одинаковых чисел равно их общему значению:

$$M^*(x, x, \dots, x) = x;$$

• можно заменить некоторую группу значений их собственным средним, не меняя общего среднего:

$$M^*(x_1, x_2, \dots, x_m, y_1, y_2, \dots, y_n) = M^*_{n+m}(x, x, \dots, x, y_1, y_2, \dots, y_n),$$

где  $x = M^*(x_1, x_2, \dots, x_m)$

необходимо имеет вид:

$$M^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = F^{-1} (F(x_1) + F(x_2) + \dots + F(x_n)/n)$$

где  $F$  – непрерывная строго монотонная функция,  $(x_i \in [a, b] \subset \mathbb{R})$ .

Де Финетти показал, что любая ассоциативная средняя является монотонной [248], и тем самым устранил введенное Колмогоровым одно из ограничений для его формулы.

Представляет интерес получение аналогичной формулы для ассоциативных средних, но без условия симметричности.

**Утверждение 3.18.** Для любой строго монотонной и непрерывной действительнзначной функции  $F: \mathbb{R}^0 \rightarrow \mathbb{R}$  следующее выражение является формулой для непрерывной ассоциативной средней:

$$M^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = F^{-1} \{ \sum_1^n q_i F(x_i) \},$$

где  $x_i \in \mathbb{R}^0$  – произвольному ограниченному интервалу действительных чисел,  $\sum_1^n q_i = 1$ ,  $q_i \geq 0$ ,  $q_i \in \mathbb{R}$ .

Во-первых, докажем, что  $M^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является – средним по Коши, т.е.

$$\min x_i \leq M^*(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \max x_i$$

Действительно пусть  $F$  - строго монотонно возрастающая функция, тогда

$$\sum_1^n q_i F(\min x_i) \leq \sum_1^n q_i F(x_i) \leq \sum_1^n q_i F(\max x_i),$$

$$F(\min x_i) \leq \sum_1^n q_i F(x_i) \leq F(\max x_i),$$

Аналогично можно показать и для  $F$  – строго монотонно убывающей функции.

Теперь докажем, что средняя, выраженная в виде

$$M^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = F^{-1} \{ \sum_1^n q_i F(x_i) \},$$

является ассоциативной.

То есть  $M^*(x_1, x_2, \dots, x_m, x_{m+1}, \dots, x_n) =$

$$= M_n^*(x, x, \dots, x, x_{m+1}, \dots, x_n),$$

где  $x = M_m^*(x_1, x_2, \dots, x_m)$  для любого  $m < n$ .

Формула для среднего при  $m < n$ , образуется следующим образом

$$x = M_m^*(x_1, x_2, \dots, x_m) = F^{-1} \{ \sum_1^m (q_i / \sum_1^m q_j) F(x_i) \},$$

то есть, сохраняя прежние коэффициенты, мы заново нормируем их, с тем, чтобы сохранить условие

$$\sum_1^m q_i^* = \sum_1^m (q_i / \sum_1^m q_j) = 1.$$

$$\begin{aligned} M_n^*(x, x, x_{m+1}, \dots, x_n) &= F^{-1} \{ \sum_1^m q_i F(x) + \sum_{m+1}^n q_i F(x_i) \} = \\ &= F^{-1} \{ \sum_1^m q_i F [ F^{-1} (\sum_1^m (q_i / \sum_1^m q_j) F(x_i)) ] + \sum_{m+1}^n q_i F(x_i) \} = \\ &= F^{-1} \{ \sum_1^m q_i [ \sum_1^m (q_i / \sum_1^m q_j) F(x_i) ] + \sum_{m+1}^n q_i F(x_i) \} = \\ &= F^{-1} \{ \sum_1^m q_i F(x_i) + \sum_{m+1}^n q_i F(x_i) \} = M^*(x_1, x_2, \dots, x_n). \end{aligned}$$

Что и требовалось доказать.

Для функции двух переменных непосредственное применение определения ассоциативности не имеет смысла, так как в этом случае определение сводится к выполнению следующего условия  $M(x_1, x_2) = M(x, x)$ , где  $x = M(x_1, x_2)$ . Но согласно третьему условию из аксиоматики Колмогорова  $M^*(x, x, \dots, x) = x$  и, значит, условие  $M(x_1, x_2) = M(x, x)$  – является тождеством.

Доопределим понятие ассоциативной симметрической средней для случая двух переменных следующим образом. Будем полагать, что симметрическая непрерывная средняя является ассоциативной, если она может быть выражение следующим образом:

$$M(x_1, x_2) = F^{-1} \{ (F(x_1) + F(x_2)) / 2 \},$$

где  $F$  – строго монотонная и непрерывная действительнoзначная функция. То есть, представлена формулой, полученной А.Н. Колмогоровым.

В том случае, если средняя не является симметричной функцией, мы можем, используя Утверждение 3.18., доопределить непрерывную ассоциативную среднюю двух переменных следующим образом

$$M^*(x_1, x_2) = F^{-1} \{p(F(x_1)) + (1-p)F(x_2)\},$$

где  $F$  – строго монотонная и непрерывная функция, а  $p \in (0,1)$ .

Можно показать, например, что в случае более двух переменных средняя антигармоническая не является ассоциативной средней. В случае двух переменных, при таком доопределении ассоциативности, средняя антигармоническая и средняя взвешенная антигармоническая также не будут ассоциативными средними.

Доказательство для случая более чем двух переменных непосредственно следует из определения ассоциативности [49].

В случае двух переменных неассоциативность средней антигармонической в смысле вышерассмотренного определения следует из теоремы де Финетти [248]. Действительно среднее антигармоническое является симметрической функцией, имеющей производную, а отношение двух частных производных,

$$(\Delta M / \Delta x_1) / (\Delta M / \Delta x_2) = (x_1^2 - x_2^2 + 2x_1x_2) / (x_2^2 - x_1^2 + 2x_1x_2)$$

– не является отношением функции одного  $x_1$  и функции одного  $x_2$ .

Используя аналог теоремы де Финетти, то же можно доказать и для средней антигармонической взвешенной.

Таким образом, используя Утверждение 3.18, мы решаем обратную задачу сопоставительного анализа. По  $\alpha$ -функции строится показатель ошибки -  $E$ . Используем Утверждение 3.18 для доказательства следующего Утверждения.



**Утверждение 3.19.** Решение уравнения  $\Delta E(x',x'',y)=0$

относительно  $y$  для показателя ошибки, имеющего вид

$$E(x, y) = \begin{cases} K_1 \times [\Phi(x) - \Phi(y)], & \text{если } x > y \\ K_2 \times [\Phi(y) - \Phi(x)], & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

есть непрерывная ассоциативная средняя следующего вида:

$$\alpha(x', x'') = \Phi^{-1} \left[ \frac{K_1}{K_1 + K_2} \Phi(x'') + \frac{K_2}{K_1 + K_2} \Phi(x') \right],$$

где  $\Phi$  - строго возрастающая непрерывная действительнoзначная функция;  $K_1, K_2 > 0$ ;  $x, y, x', x''$  - принадлежат числовому отрезку.

Положим  $\Phi(x) = x$ . Так как  $\alpha'(x', x'') = p'x'' + (1-p')x'$ , то на основании вышерассмотренного утверждения получаем, что показатели ошибок могут быть описаны следующим образом:

$$E'(x, y) = \begin{cases} (1-p')(x-y), & \text{если } x > y \\ p'(y-x), & \text{если } y \geq x. \end{cases}$$

Аналогично, из того, что  $\alpha''(x', x'') = p''x'' + (1-p'')x'$ , получаем из того же Утверждения

$$E''(x, y) = \begin{cases} (1-p'')(x-y), & \text{если } x > y \\ p''(y-x), & \text{если } y \geq x. \end{cases}$$

Рассмотрим единый обобщенный показатель как совокупность показателей ошибки.

Для каждого  $\alpha \in [\alpha', \alpha'']$  можно построить показатель ошибки. Так, как, мы имеем две граничные реализации обобщенного показателя ошибки, то обобщенный показатель ошибки, подходящий для задачи, связанной с сопоставлением прогнозов, будет иметь следующий вид:

$$E(x, y) = \begin{cases} (1/2-r)(x-y), & \text{если } x > y, \\ \end{cases}$$

$$(1/2+r)(y-x), \text{ если } y \geq x,$$

где  $r \in [p'-1/2; p''-1/2]$ .

Вернемся теперь к вопросу, затронутому в начале параграфа. В какой степени вывод относительно точности прогноза зависит от вида показателя ошибки?

Прежде всего, выясним, всегда ли найдутся такие два показателя ошибки  $E'$  и  $E''$ , которые на произвольной тройке чисел  $\langle x', x'', y \rangle$  дадут несовпадающие в смысле тенденций результаты. (Т.е., например,  $E'(x', y) > E'(x'', y)$ , а  $E''(x', y) < E''(x'', y)$ ).

Оказывается, не всегда. Но, если значение истины  $y^* \in (x', x'')$ , то всегда найдутся два таких показателя  $E'$  и  $E''$ , что, используя первый из них, мы получим, например, что оценка  $x''$  - более точна, чем  $x'$ , а использовав второй показатель ошибки, получим прямо противоположный результат. Этот вывод вытекает из следующего утверждения.

Рассмотрим общий случай. Пусть  $Y$ -линейно упорядоченное отношением  $(\leq)$  множество, наделенное порядковой топологией, а  $X$  - связное подмножество  $Y$ . Тогда справедливо

**Утверждение 3.20.** Для любых двух показателей ошибки множество их  $y$  - эквивалентности на данной паре  $\langle x', x'' \rangle$  есть  $M = Y \setminus (x', x'')$ .

Действительно, так как  $Y$  линейно упорядочено антисимметричным отношением  $(\geq)$ , то  $(Y \setminus (x', x''))$  можно представить в виде объединения двух множеств:

$$Y \setminus (x', x'') = \{y | y \in Y, x' \geq y\} \cup \{y | y \in Y, y \geq x''\}.$$

Рассмотрим произвольный показатель ошибки  $E=E(x,y)$ . Из свойства (4) показателя ошибки следует, что для первого множества  $E(x',y) < E(x'',y)$ , а для второго множества  $E(x',y) > E(x'',y)$ ,

Таким образом, для любого  $y \in Y$ , такого, что  $y \notin (x',x'')$  знак величины  $\Delta E(x',x'',y)$  не зависит от показателя ошибки и постоянен на соответствующих множествах, что и означает, из определения 3.2, справедливость следующего включения:

$$M \supset \{Y \setminus (x',x'')\}.$$

Покажем теперь, что найдется последовательность показателей  $\{E_n\}$ , для которой соответствующая последовательность  $\{\alpha_{E_n}\}$ , обладает следующим свойством:  $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{E_n}(x',x'') = x'$ .

По аналогии, найдется последовательность показателей  $\{E'_n\}$ , для которой соответствующая последовательность  $\{\alpha_{E'_n}\}$ , обладает свойством:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{E'_n}(x',x'') = x''.$$

Возьмем произвольный показатель ошибки  $E$ . Используя Утверждения 3.14. и Следствие к Утверждению 3.15, построим из показателя ошибки  $E(x,y)$  последовательность показателей ошибок следующим образом:

$$E_n(x,y) = \begin{cases} n E(x,y), & \text{где } y \leq x, \\ E(x,y), & \text{где } x \leq y, \end{cases}$$

$$\text{Тогда } \lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{E_n}(x',x'') = x''.$$

$$\text{Аналогично } \lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{E'_n}(x',x'') = x',$$

$$n \rightarrow \infty$$

где

$$E'_n(x,y) = \begin{cases} E(x,y), & \text{где } y \leq x, \\ n E(x,y), & \text{где } x \leq y, \end{cases}$$

Так как доказательство обоих случаев аналогичны, рассмотрим лишь первый случай. Возьмем произвольный элемент  $z \in X$ . Можно считать, что  $z \in (x', x'')$ . Надо доказать, что найдется  $N$ , такое, что  $\alpha_{E_n}(x', x'') > z$  при  $n > N$ .

Рассмотрим  $E(x', z)$  и  $E(x'', z)$ . Так как  $E(x'', z) > 0$ , найдется  $N$ , такое, что  $nE(x'', z) > E(x', z)$ . Значит и  $nE(x'', z) > E(x', z)$  для  $n > N$ .

Преобразуем последнее неравенство следующим образом  $E(x', z) - nE(x'', z) < 0$ . Выражение  $\alpha_{E_n}$  – функции для  $E_n$  можно получить из уравнения  $E(x', y) - nE(x'', y) = 0$ .

Из свойств (1) и (3) показателя ошибки следует, что функция  $\Delta E(x', x'', y)$  – строго монотонно возрастает по  $y$  на  $[x', x'']$ . Таким образом получаем, что  $\alpha_{E_n}(x', x'') > z$ .

Из Утверждения 3.4 следует, что строго возрастающая последовательность  $\alpha_{E_n}$  – ограничена сверху  $x''$ . И, значит, предел существует.

Так как порядковая топология хаусдорфа (см. например [129]), то существующий предел единственен и равен  $x''$ .

То есть только в случае, если значение истины -  $y$  находится вне интервала экспертных оценок -  $(x', x'')$ , можно произвольно заменять показатели ошибки, без опасения, что вывод будет меняться (относительно того, какая из оценок  $x'$  или  $x''$  будет точнее).

На основе Утверждения 3.7 можно ввести понятие степени независимости вывода от вида показателя ошибки при сопоставительном анализе (под выводом в данном случае мы понимаем суждение относительно того, какая из двух характеристик,  $x'$  или  $x''$  точнее).

В случае, когда число троек  $\langle x', x'', y \rangle$  конечно, степень независимости вывода от вида показателя, можно ввести посредством следующего коэффициента сопоставления ( $K_c$ )

$$K_c = 100 K_p / N;$$

где  $K_p$  - число случаев, когда в рассмотренной тройке  $\langle x', x'', y \rangle$ ,  $y \in (x', x'')$ ;  $N$  - общее число рассмотренных троек  $\langle x', x'', y \rangle$ .

### **§ 3.3. Априорная оценка степени важности независимой переменной в прогностической процедуре полилинейного типа.**

**В данном параграфе рассмотрен случай, когда экспертные оценки еще не даны, но указана функция, которая отражает зависимость результирующего значения некоторой прогностической процедуры от значения исходных данных.**

**Решен вопрос, какие из исходных оценок следует уточнить в первую очередь для того, чтобы это уточнение наилучшим образом сказалось на уточнении результирующей оценки.**

Рассмотрим предварительную стадию разработки прогноза, на которой эксперты еще не дали свои оценки. Но, при этом, нам известна функция, которая отражает зависимость результирующего значения некоторой процедуры от значения исходных данных.

Естественно задаться вопросом, какие из исходных оценок (независимых переменных нашей функции) следует уточнить в первую очередь для того, чтобы это уточнение наилучшим образом сказалось на уточнении результирующей оценки (или на уточнении значения нашей функции).

Обычная процедура ответа на этот вопрос состоит в том, что сначала получают приближенные оценки для исходных данных, а затем, исследуя влияние колебаний исходных данных в окрестности полученных значений, оцениваем степень важности различных исходных данных по их влиянию на результирующее значение.

Мы попытаемся найти ответ на поставленный вопрос уже на той стадии, когда значения исходных данных еще не были оценены.

В работе [142] это было решено для полилинейной функции заданной на графе типа дерево с одним корнем, как сумма произведений значений заданных по ветвям. Подобная функция была задана в методе прогностического графа, предложенного В.М. Глушковым в его работе [41].

Функцию  $f(a_i^j)$  для дальнейшего рассмотрения удобно будет определить через произвольный граф типа "дерево" следующим образом.

Пусть задано конечное помеченное дерево. Каждой вершине дерева  $(i, j)$ , за исключением одной (рассмотрим ее в качестве корня данного дерева), соответствуют две действительные переменные  $a_i^j$  и  $\alpha_i^j$  (которые можно трактовать как истинные значения переменных и отклонения от них). Упорядочение дерева выполним слоями, принимая, что корень расположен в нулевом слое. Верхний индекс  $j$  - есть номер слоя, нижний индекс  $i$  - порядок вершины в слое (считая слева направо). Тем самым каждой вершине, за исключением корня, соответствует однозначно определенный вектор  $(i, j)$ .

Ветви также пронумеруем слева направо посредством индекса  $k$ . Определим функцию  $f(\underline{a}_i^j)$  (используя которую получаем значение в корне дерева) как сумму произведений, по каждой ветви, переменных  $a_i^j$  во всех вершинах дерева.

Далее покажем, что для этой функции имеет смысл выделить те или иные переменные, чтобы в дальнейшем обратить особое внимание экспертов на определение значения именно этих переменных.

Более того, каждой переменной этой функции соответствует некоторое натуральное число, частично характеризующее на этой подготовительной стадии устойчивость изменений функции по отношению к изменениям независимых переменных. Рассмотрим  $\Delta f = f(a_i^j + \alpha_i^j) - f(a_i^j)$ , для которой справедливо выражение:

$$\Delta f = \sum_{k=1}^b \sum_{i=1}^{M_k} \sum_{\mu \in \{A_{M_k}^i\}} Z \{ W_k [(\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{M_k}) \mu + (a^1, a^2, \dots, a^{M_k}) [(1, 1, \dots, 1) - \mu]] \},$$

где  $b$  - число ветвей дерева (концевых вершин);

$M_k$  - длина  $k$ -ой ветви;

$\{A_{M_k}^i\}$  - множество всех различных векторов, компоненты которых, либо ноль, либо единица, причем количество единиц равно  $i$ , а общее число компонент -  $M_k$

$W$  - матрицей данного дерева мы назовем матрицу размерности  $(\max M_k \times b)$ .  $k$ -ый столбец получается из нижних индексов вершин  $k$ -ой ветви таким образом, что в  $j$ - строчке находятся нижние индексы вершин  $j$ -слоя. В том случае, если длина ветви не является максимальной для данного дерева, столбец дополняется нулями.

Для  $W_k$ -отображения:

1. Область определения - множество упорядоченных наборов  $(x^1, x^2, \dots, x^{M_k})$ , где  $x^j =$  либо  $a^j$ , либо  $\alpha^j$  т.е. элементы из множества действительных переменных  $j$ -го слоя;

2. Область значения - множество тех же упорядоченных наборов, но уже с нижними индексами;

3. Закон соответствия определяется следующим образом:

- $j$ -ой компоненте вектора из области определения соответствует та же компонента, но уже с нижним индексом, определяемым из  $W$  - матрицы на пересечении  $k$ -го столбца и  $j$ -ой строчки;

- $Z$  - отображение определено на множество упорядоченных наборов  $(x^1_{i1}, x^2_{i2}, \dots, x^{M_k}_{ik})$  и ставит в соответствие таким наборам произведение компонент -  $(x^1_{i1} x^2_{i2} \dots x^{M_k}_{ik})$ , где  $x^j_i =$  либо  $a^j_i$ , либо  $\alpha^j_i$ .

В квадратных скобках выражения  $(\Delta f)$  рассматриваются упорядоченные наборы, сложение и умножение которых, если они одинаковой размерности, определяется покомпонентно. Сложение и умножение компоненты полностью определяется тремя правилами:

$$a) x^j \times 0 = 0; \quad b) x^j \times 1 = x^j; \quad в) x^j + 0 = x^j.$$

Ввиду того, что выражение для  $\Delta f$ , есть сумма слагаемых, в каждом из которых  $\alpha^j_i$  для любых  $(i, j)$  встречается не более одного раза, можно рассмотреть величину  $Q(\alpha^j_i)$  - количество слагаемых в  $\Delta f$ , содержащих  $\alpha^j_i$ .



Так как любая вершина графа, за исключением корня, однозначно определяется вектором  $(i,j)$ , мы можем поставить этой вершине в соответствие величину  $Q(\alpha^j_i)$ .

Целочисленные и положительные значения величины  $Q(\alpha^j_i)$  в условиях, когда начальные значения еще не определены посредством экспертного опроса, могут служить ориентиром организаторам экспертного опроса для выявления независимых переменных, характеризующих проблемы наиболее важные с точки зрения структуры графа.

Можно показать, что из соотношения для  $(\Delta f)$  следует:

**Утверждение 3.21.**

(А) Если вершина  $(i,j)$  является концевой вершиной ветви  $k$ , то для нее

$$Q(\alpha^j_i) = 2^{M_k - 1}$$

(Б) Если вершина  $(i,j)$  не является концевой, то

$$Q(\alpha^j_i) = \sum_{y \in \{Y\}} Q(\alpha_y^{j+1}),$$

где  $Q(\alpha^j_i)$  - количество слагаемых в  $\Delta f$ , содержащих  $\alpha^j_i$ ;  $M_k$ - длина  $k$ -ой ветви;  $\{Y\}$  определяется, исходя из того, что вершина  $(y,j+1)$  является смежной вершине  $(i,j)$ .

В свою очередь из условий (А) и (Б) Утверждения 3.21. следует, что для функции  $f(\underline{a}_i^j)$  имеет смысл подходить к выявлению значения переменных дифференцированно и уделять внимание определению той или иной переменной в зависимости от значения  $Q(\alpha^j_i)$ .

**Выводы по главе 3.**

Выводы по § 3.1, 3.2.

В общем случае, вывод относительно лучшей оценки (в дальнейшем просто вывод) зависит от того, какой из показателей

ошибки был использован при сопоставительном анализе для апостериорной оценки точности прогноза.

Вывод, при сопоставительном анализе, не зависит от показателя ошибки в следующих случаях:

- если в двух сопоставляемых исследованиях показатели ошибок принадлежат одному классу эквивалентности. (Необходимые и достаточные условия такой эквивалентности предлагаются в Утверждениях 3.2.,3.3.,3.6, 3.7, 3.9, 3.12.);

- если для всех полученных в данном исследовании троек  $\langle x',x'',y \rangle$ , значение истины  $y$  – находится вне открытого интервала  $(x',x'')$  (Утверждение 3.20).

При сопоставительном анализе учесть степень независимости вывода от вида показателя ошибки можно, используя введенный в параграфе 3.2. коэффициент сопоставления -  $K_c$ .

Если в двух сопоставляемых исследованиях использованы показатели ошибки, принадлежащие различным классам эквивалентности, тогда для получения полностью сопоставимых результатов необходимо убедиться в том, что оба показателя ошибки эквивалентны на всех тех тройках  $\langle x',x'',y \rangle$ , которые были рассмотрены в последнем исследовании (используя либо Утверждения 3.5, либо 3.10).

В каждом исследовании по сопоставлению необходимо подбирать показатель ошибки, наиболее отвечающий специфике задачи.

На основе совокупности утверждений, рассмотренных в первых двух параграфах гл. 3, удалось, на наш взгляд, показать, каким образом можно получать новые показатели ошибок с заранее заданными свойствами и проанализировать их в рамках общей системы показателей.

Подбор показателя ошибки отвечающий специфике задачи, необходимо осуществлять, используя допустимые преобразования и операции с показателями ошибки (Утверждения 3.13, 3.14), а также Утверждение 3.15 и Следствии к последнему.

В этой же главе рассмотрена процедура, позволяющая выявлять параметры, определяющие совокупность классов эквивалентности видов показателей ошибок, отвечающих специфике задачи.

В главе так же рассмотрены способы получения показателей ошибок, и, кроме того, Утверждения 3.16 и 3.17, позволяющие выяснять, является ли предлагаемая функция, показателем ошибки (не проверяя при этом определяющие свойства 3.1. или 3.4. – показателя ошибки).

Показано, что все числовые, положительно определенные показатели ошибок, используемые на практике, являются показателями ошибок как в смысле определения 3.1, так и в смысле определения 3.4. (Утверждение 3.11).

Результаты, изложенные в параграфах § 3.1 и § 3.2., могут быть использованы применительно к функциям, которые хотя и удовлетворяют определению 3.1, но не являются в содержательном смысле показателями экспертной ошибки. Так, например, они оказались полезными для исследования ассоциативных средних. Общая формула ассоциативной средней полученная нами в Утверждении 3.18., не требует условия симметричности средней, как это было в основополагающей работе А.Н. Колмогорова [71].

В параграфе § 3.3. была рассмотрена априорная оценка степени важности независимой переменной в прогностической процедуре полилинейного типа. Рассмотрен случай, когда экспертные оценки еще не даны, но указана функция, которая отражает зависимость

результатирующего значения некоторой прогностической процедуры от значения исходных данных.

Решен вопрос, какие из исходных оценок (независимых переменных нашей функции) следует уточнить в первую очередь для того, чтобы это уточнение наилучшим образом сказалось на уточнении результирующей оценки (или на уточнении значения нашей функции).

## **ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГИСТОГРАММНЫХ ОЦЕНОК**

**В главе показано, что имеет смысл ставить перед прогнозистом и экспертом вопрос о выборе вида экспертной оценки. Для этого проводятся экспериментальные исследования, подтверждающие полезность гистограммных экспертных оценок.**

### **§ 4.1. Изучение свойств индивидуальных гистограммных оценок**

Из аналитического обзора, проведенного в § 2.3 и § 2.4 гл. 2 настоящей работы, следует, что имеется достаточно большое множество видов экспертных оценок, из которых можно выбирать.

Теперь покажем, что существуют ситуации, в которых экспертам более целесообразно использовать при ответе не традиционные точечные оценки, а гистограммные.

На наш взгляд, эксперименты, проводимые для подбора наиболее подходящих видов экспертных оценок, хотя и являются весьма трудоемким способом исследования, часто дают интересные результаты.

Выбор гистограммных оценок обусловлен тем, что, как было показано во второй главе, экспертные оценки второго рода пока слабо изучены по сравнению с оценками первого рода. В то же время они используются все чаще и в ряде ситуаций доказали свою полезность.

В §2.4 мы описали экспериментальное исследование одной разновидности оценок вида  $(10,10)$ . В указанной работе для выражения степени уверенности в своем суждении эксперты дают многоточечную оценку таким образом, чтобы получить псевдостатистическую функцию

распределения [68]. Автор этой статьи полагает, что «не представляется целесообразным использование в общем случае таких оценок».

Используя данный негативный результат, рассмотрим другую разновидность экспертных оценок второго рода (10, 10), при которой эксперты дают свою оценку степени уверенности в форме эмпирической плотности распределения неизвестного им параметра. Такие оценки являются гистограммными.

В гистограммных оценках, которые мы будем исследовать, суммарная частота эмпирической плотности распределения равна 100, т.е. частоты выражаются в процентах или долях, а величины интервалов одинаковы.

#### Задачи данной главы:

- исследовать гистограммные оценки и показать целесообразность их использования;
- на основе найденных закономерностей повысить точность групповой экспертной оценки.

Экспериментальные исследования, проведенные на большом массиве оценок, служат прямым подтверждением полезности рассмотрения гистограммных оценок.

Нами проведено сравнение по точности:

- 1) моды (МО), медианы (МЕ) и математического ожидания (М) индивидуальных и групповых гистограммных оценок;
- 2) индивидуальных гистограммных и точечных оценок;
- 3) групповых гистограммных оценок основных групп и их ядерных (плотных) подгрупп.

Показано, что полученные выводы практически не зависят от вида принципа, который положен в основу выбора более точной оценки, вида тестовых вопросов и вида показателя ошибки, на основе которого проводилось сравнение.

Исходным эмпирическим материалом для последующего анализа служит массив оценок, полученных в качестве ответов на 15 различных, независимых по своему содержанию вопросов. Все вопросы разбиты на две категории. Первая адресуется специалистам в некоторой узкой области. Вторая не подразумевает наличия у отвечающих каких-либо специальных знаний.

Каждый из тестовых вопросов предполагает оценку некоторой численной величины, истинное значение которой известно только организаторам исследования. Для выполнения последнего условия, во-первых, сами вопросы подбирались так, чтобы знание точных ответов опрашиваемыми было маловероятным, а, во-вторых, в ходе опроса оговаривалось, что никаких оценок давать не следует, если опрашиваемому известен точный ответ.

По каждому из вопросов опрашиваемый давал две оценки. Первую - в виде распределения ста шансов между делениями шкалы, соответствующей данному вопросу (ниже мы будем называть такую оценку гистограммной). И вторую, точечную, - в виде одного числа, которое казалось опрашиваемому истинным значением оцениваемой величины.

Опрос проводился так, что общение между опрашиваемыми практически исключалось и, тем самым, обеспечивалась независимость ответов. Особое внимание обращено на обеспечение однородности условий эксперимента посредством стандартизации вопросов и их оформления в унифицированные анкеты, а также посредством

использования единой инструкции для заполнения анкет и проведения всего опроса в целом (см. Приложение №1).

Свойства гистограммных оценок были изучены на большом эмпирическом материале. В общей сложности опрошено 168 человек и получено 2826 оценок (1413 гистограммных и столько же точечных оценок). Опрос проводился в 10 различных организациях Москвы (в четырех научно-исследовательских институтах и в шести высших учебных заведениях). Это позволило сделать состав опрашиваемых весьма разнообразным. Он, в частности, включал экономистов, инженеров, математиков, физиков, историков, философов, психологов.

После получения оценок весь полученный массив информации оценивался на предмет его пригодности для дальнейшего исследования.

С этой целью были рассмотрены границы индивидуальных и групповых гистограммных оценок, а также выполнены эксперименты на части точечных оценок с использованием методики «Дельфи». В целом полученный массив оценок оказался пригодным для дальнейших исследований. (Результаты дополнительного исследования рассмотрены в Приложении №1.)

Первая задача исследования состояла в выделении лучшего из трех точечных представителей гистограммной оценки эксперта.

Вторая задача - в сравнении его с точечной оценкой того же эксперта и по тому же вопросу.

Так как исследуется гистограммная оценка, рассмотрим в качестве ее точечных представителей три наиболее используемые характеристики - медиану (ME), моду (MO) и математическое ожидание (M).



Выбор наиболее точной обобщенной характеристики гистограммной оценки, полученной при тестовых испытаниях, зависит, в частности, от следующих условий:

- а) принципа, который положен в основу выбора;
- в) вида тестовых вопросов;
- с) вида показателя ошибок.

Конечно, вывод о том, какая из обобщенных характеристик точнее (в дальнейшем используется термин - вывод), зависит и от вида формул для подсчета  $M$ ,  $MO$  и  $ME$ , и от рассмотренной совокупности оценок. Но формулы для подсчета и совокупность оценок у нас зафиксированы, поэтому при решении ниже указанных задач № 1 и № 2 в § 4.1 будем учитывать лишь условия (а), (в) и (с).

#### **Учет условия (а).**

Показать, что вывод слабо зависит от условия (а) можно, если при использовании нескольких различных принципов выбора будут получены сходные результаты. Сходный подход рассмотрен в работах Б.Г. Миркина [93], М.А. Айзермана и А.В. Малышевского [8].

В данной работе ограничимся правилом простого большинства и принципом выбора, использующего альтернативу Кондорсе. Оба принципа широко известны, достаточно просты и отличаются механизмами выбора. Обсуждение правила простого большинства дано в работе [95], а принципа Кондорсе - в работах [83,321].

#### **Учет условия (в).**

Необходимо, чтобы набор тестовых вопросов был достаточно широк и разнообразен, и при этом по каждому из вопросов было получено достаточно большое число оценок. Результаты, полученные по

отдельным вопросам, необходимо сопоставить с аналогичными результатами, полученными по всему массиву гистограммных оценок.

В случае получения сходных результатов можно утверждать о слабой зависимости вывода от вида тестовых вопросов.

Для того чтобы учесть условие (с), необходимо использовать результаты, полученные в § 3.1.

**Задача №1 - сравнение по точности моды (МО), медианы (МЕ) и математического ожидания (М) для индивидуальных гистограммных оценок с целью выбора из них наиболее точной обобщенной характеристики, если она существует.**

Для подсчета моды (МО), медианы (МЕ) и математического ожидания (М) гистограммной оценки будем использовать стандартные формулы.

Вычислений моды, медианы и математического ожидания гистограммных оценок сводится к вычислению этих обобщающих характеристик в интервальных рядах.

Обозначим через А гистограммную оценку, тогда

$$MO(A) = B_L + D_1 h / (D_1 + D_2);$$

$$ME(A) = B_L + (\sum_{j=1}^m f_j / 2 - S_{k-1}) h / f_k;$$

$$M(A) = \sum_{j=1}^m (x_j f_j / \sum_{j=1}^m f_j);$$

где  $x_j$  – значение середины  $j$ -го интервала;  $f_j$  – частота  $j$ -го интервала, а в данном контексте, степень уверенности, выраженная в процентах, того, что истина находится в  $j$ -ом интервале;

$h$  – величина интервала (в наших гистограммных оценках величины интервалов одинаковы);

$B_L$  - нижняя граница соответственно медианного или модального интервала;

$S_{k-1}$  - сумма накопленных частот в интервалах, предшествующих медианному;

$D_1 = f_k - f_{k-1}$ ;  $D_2 = f_k - f_{k+1}$ ;  $f_k$  - частота соответственно медианного или модального интервала;  $f_{k+1}$  - частота интервала, следующего за модальным;  $f_{k-1}$  - частота интервала, предшествующего модальному.

Существуют пределы применимости стандартных методик расчета. Так, значение моды чаще всего имеет смысл лишь в случае, когда гистограммная оценка унимодальная. Но и тогда необходимы коррективы. Например, если вычислять значение моды по стандартной формуле, в случае, когда в интервальном ряду с унимодальным распределением число модальных интервалов более одного, результаты оказываются несоответствующими представлению о моде, и мы ниже покажем это.

Методика расчета моды в интервальных рядах, предложенная статистиком Р.М. Орженцким в работе [115], использует свойство моды как "варианта, который делит модальный интервал пропорционально скорости нарастания или убывания частот в смежных интервалах" и представлена вышеуказанной формулой. В то же время в выделенном случае  $f_k = f_{k+1}$ ; и значит,  $MO(A) = B_L + h$ , т.е. значение моды не зависит от частот до или после первого модального интервала.

Полученное противоречие с определяющим свойством моды, приводит нас к необходимости модификации стандартной методики расчета моды в интервальных рядах, т.е. для гистограммной оценки, что и будет в дальнейшем выполнено.

Мы предлагаем нижеследующую методику расчета. Она позволяет проводить вычисления, как, в общем, так и в выделенном случае по

формуле одного и того же вида, изменяя лишь содержание входящих в нее параметров.

Пусть мы имеем унимодальную гистограмму, где  $n$  - число модальных интервалов ( $1 \leq n \leq m$ ), тогда  $MO(A) = B_L + D_1 h / (D_1 + D_2)$ ;

где  $B_L$  - нижняя граница модальных интервалов;

$h$  - суммарная длина всех ( $n$ ) модальных интервалов;

$D_1 = (f_k - f_{k-1})$  - разность между частотой модального интервала - ( $f_k$ ) и средним арифметическим частот - ( $f_{k-1}$ ) -  $n$ -интервалов, предшествующих модальным;

$D_2 = (f_k - f_{k-1})$  - разность между частотой модального интервала - ( $f_k$ ) и средним арифметическим частот - ( $f_{k-1}$ ) -  $n$ -интервалов, следующих за модальными.

Необходимо иметь в виду, что при подсчете  $D_1$  и  $D_2$  число непосредственно предшествующих и последующих интервалов равно числу модальных. А в случае, когда значения частот интервалов не указаны, они условно принимаются равными нулю.

Вычислив математическое ожидание ( $M$ ), моду ( $MO$ ) и медиану ( $ME$ ), и зная истинное значение ( $y$ ) по каждому тестовому вопросу, можно решить, какая из трех характеристик точнее. При этом мы будем использовать показатель ошибки  $E(x,y) = |x-y|$ , где  $x$  - соответственно  $M(A)$ ,  $MO(A)$  и  $ME(A)$ , и  $\Delta M(A) = |M(A) - y|$ ;  $\Delta MO(A) = |MO(A) - y|$ ;  $\Delta ME(A) = |ME(A) - y|$ .

По результатам эксперимента составлена табл. 4.1. в левом столбце которой представлены все возможные виды ранжировок.

Таблица 4.1.

## СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВСЕМ ВИДАМ РАНЖИРОВОК

Вид ранжировки №		Номера тестовых вопросов															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$	47	39	57	40	41	41	35	21	13	21	17	20	22	32	12	<b>458</b>
	$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$	43	31	30	43	35	23	31	8	11	11	23	17	16	15	23	<b>360</b>
	$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$			1	3			3									7
	$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$		1	2				2									5
	$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$	1		2	1				1							2	7
	$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$			1					2								3
	$\Delta M = \Delta ME < \Delta MO$	1		1													2
	$\Delta M < \Delta ME = \Delta MO$	1	1			1	1		1								5
	$\Delta MO = \Delta ME < \Delta M$			3			1	1									5
	$\Delta MO < \Delta ME = \Delta M$			1													1
	$\Delta ME < \Delta M = \Delta MO$																
	$\Delta MO = \Delta M < \Delta ME$						1										1
	$\Delta M = \Delta ME = \Delta MO$	51	50	41	55	70	72	73	11	18	26	18	22	18	8	20	<b>553</b>
	$\Delta M = \Delta ME$	1															1
	$\Delta M < \Delta ME$						3										3
	$\Delta ME < \Delta M$		2														2
	$\Sigma$	145	124	139	142	147	142	145	44	42	59	58	59	56	55	57	<b>1413</b>

После обработки данных табл. 4.1. была составлена табл. 4.2. В ней представлены наиболее точные из трех обобщенных характеристик индивидуальных гистограммных оценок, выбранные с учетом условий (а) и (в).

**Таблица 4.2.**

**ЛУЧШИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГИСТОГРАММНЫХ ОЦЕНОК**

Принцип выбора	N вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Вся совокупность оценок
Простое большинство	Лучшие представители	М	М	М	<b>МО</b>	М	М	М	М	М	М	<b>МО</b>	М	М	М	<b>МО</b>	<b>М</b>
Альтернатива Кондорсе	вители	М	М	М	<b>МЕ</b>	М	М	М	М	М	М	<b>МО</b>	м	М	М	<b>МО</b>	<b>М</b>

Крайняя правая колонка табл. 4.2 показывает, что при рассмотрении всей совокупности оценок математическое ожидание (М) оказалось лучшей из трех обобщенных характеристик. Характерно также то, что этот результат оказался довольно устойчивым и при разбивке данных по отдельным вопросам. Эта тенденция нарушается, лишь для трех из 15 вопросов (Вопросы NN 4, 11 и 15). Суммарное число оценок, полученных по вопросам 4, 11 и 15 равно 257, что составляет приблизительно 18% от общего числа рассмотренных оценок.

Для того чтобы рассмотреть степень зависимости полученного результата от вида показателя ошибки, обратимся к Утверждению 3.18. из § 3.2.

При этом вопрос, какая из оценок лучше, касается лишь моды и математического ожидания, так как медиана практически всегда в полученных гистограммных оценках находится между модой и математическим ожиданием гистограммной оценки.

Из утверждения 3.18 § 3.2. следует, что, если истинное значение гистограммной оценки - ( $y$ ) находится вне открытого интервала, образованного модой и математическим ожиданием, то вывод, какая из этих обобщенных характеристик точнее, не зависит от показателя точности.

Рассмотрим табл. 4.3.

**Таблица 4.3.**

Информация для подготовки заключения о степени зависимости вывода от вида показателя точности.

	Номера вопросов															Вся совокупность оценок
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Количество гистограммных оценок	145	124	139	142	147	142	145	44	42	59	58	59	55	55	57	<b>1413</b>
Число попаданий значения $y$ в интервал $(MO, M)$	1	1	0	6	0	0	5	1	0	0	0	1	0	0	2	<b>17</b>

Степень независимости вывода от вида показателей ошибки определяется посредством коэффициента сопоставления ( $k_c$ ), введенного в §3.2.. Применительно к данному случаю:

$$k_c = 100 k_n / N,$$

где  $k_n$  - количество случаев, когда значение истины находится между значениями моды и математического ожидания экспертной гистограммной оценки, а  $N$  - общее число гистограммных оценок.

То, что вывод, практически не зависит от вида показателя ошибки, следует из того, что значение коэффициента сопоставления  $k_c$  составляет лишь 1,2%. Это значение вычислено, исходя из значений крайнего правого столбца табл. 4.3.

Таким образом, доля троек  $\langle MO, M, y \rangle$  - на которых вывод не зависит от вида показателей, составляет 98,8%. Под выводом мы понимаем, вывод о том, какая из обобщенных характеристик - мода (МО) или математическое ожидание (М) - точнее.

Результат оказался устойчивым относительно разбиения по отдельным вопросам. Так, в 12-ти из 15-ти вопросов значения коэффициента сопоставления ( $k_c$ ) - было менее двух процентов. А для оставшихся трех вопросов ( $k_c$ ) –оказался около четырех процентов. (Это вопросы № 4, 7 и 15) Таким образом, мы получили следующий результат.

**Вывод N 1. Математическое ожидание является наиболее точной обобщенной характеристикой для индивидуальных гистограммных экспертных оценок в рассмотренной совокупности, состоящей из 1413 оценок.**

Причем этот вывод практически не зависит от условий (а), (в) и (с).

Используя полученный результат, будем решать следующую задачу.

**Задача N 2. Сравнить по точности индивидуальные гистограммные и точечные оценки.**

Как уже отмечалось, все опрашиваемые давали одновременно обе оценки по любому из предлагаемых вопросов.

Считая математическое ожидание (М) - наиболее точной из трех обобщающих характеристик гистограммной оценки, мы можем каждый раз сравнивать ее с точечной оценкой того же эксперта (W).



Вернемся к рассмотрению условий (а), (в) и (с), изложенных до формулировки Задачи N 1.

Так как мы выбираем наиболее точную оценку лишь из двух возможных (M) либо (W), то принципы большинства и Кондорсе дадут одинаковые результаты. Поэтому, в данной задаче условие (а) учитываться не будет.

Для того чтобы учесть условие (в), рассмотрим табл. 4.4. Данные даются с разбивкой по всем 15-ти вопросам.

Гистограммная оценка считалась более точной, если  $|M-y| < |W-y|$  и менее точной, если  $|M-y| > |W-y|$  (здесь  $y$  - истинное значение оцениваемой величины;  $M$  - математическое ожидание гистограммной оценки;  $W$  - точечная оценка).

Таблица 4.4.

Соотношение по точности между гистограммными и точечными оценками по всему массиву данных и по каждому из вопросов

№	Количество случаев, когда гистограммная оценка точнее	Количество случаев, когда точечная оценка точнее	Количество совпадений по точности	Сумма оценок
1	67	60	18	145
2	42	48	34	124
3	68	63	8	139
4	57	50	35	142
5	61	48	38	147
6	69	48	25	142
7	67	45	33	145
8	21	14	9	44
9	15	19	8	42
10	33	18	8	59
11	23	24	11	58
12	29	23	7	59
13	30	9	16	55
14	32	18	5	55
15	21	22	14	57
<b>Σ</b>	<b>635</b>	<b>509</b>	<b>269</b>	<b>1413</b>
<b>%</b>	<b>44,94%</b>	<b>36,02%</b>	<b>19,03%</b>	<b>100%</b>

Две нижние строки табл. 4.4 показывают, что точность индивидуальных гистограммных оценок в среднем оказалась более высокой, чем точность точечных. Характерно также, что этот результат оказывается устойчивым и при разбивке данных по отдельным вопросам. Тем самым можно утверждать, что этот результат верен для данной совокупности тестовых вопросов, как в целом, так и по отдельным тестовым вопросам, и учесть условие (в).

Действительно, гистограммные оценки оказались лучшими в 11 вопросах из 15. Кроме того, из четырех неблагоприятных случаев в двух случаях точность обоих видов оценок практически совпадает (21 против 22 и 23 против 24 в вопросах NN 11 и 15), а в двух остальных (вопросы NN 2 и 9) различается незначительно.

Для того чтобы учесть зависимость полученного результата от вида показателя ошибки, рассмотрим табл. 4.5.

Таблица 4.5

Подготовительная информация, необходимая для учета зависимости полученного результата от вида показателя ошибки

Номер вопроса	Количество троек $\langle M, W, y \rangle$	Число раз, когда значение истины $y \in (M, W)$
1	145	1
2	124	2
3	139	4
4	142	4
5	147	5
6	142	2
7	145	10
8	44	3
9	42	0
10	59	1
11	58	0
12	59	1
13	55	1
14	55	0
15	57	14
<b>Вся совокупность</b>	1413	48

где  $M$  - математическое ожидание гистограммной оценки,  
 $W$  - точечная оценка, по тому же вопросу и того же эксперта и  
 $y$  - истинное значение.

Исходя из значений крайнего правого столбца табл. 4.5. делаем вывод о том, что обе характеристики слабо зависят от вида показателей ошибки. Действительно, коэффициент сопоставления ( $k_c$ ) составляет в этом случае немногим более 3% .

Рассмотрение коэффициента сопоставления по отдельным вопросам дало следующие результаты: в 12-ти из 15-ти вопросов значение ( $k_c$ ) около 3% , для двух вопросов ( $k_c$ )  $\cong$  7% (вопросы NN 7 и 8). И лишь для вопроса N 15, ( $k_c$ )  $\cong$  24,6% . Таким образом, получен следующий результат:

**Вывод 2.1. Найдутся такие задачи, что гистограммные оценки, полученные от эксперта по тестовым вопросам, касающимся этих задач, окажутся в среднем более точными, чем его же точечные оценки.**

Причем, этот вывод, полученный на совокупности, состоящей из 1413 оценок каждого вида, практически не зависит от условий (в) и (с).

Отсюда следует еще один важный вывод.

**Вывод 2.2. Повысить точность решений, принимаемых на основе экспертных оценок, можно только за счет подбора более подходящего вида экспертной оценки.**

Исходя из предварительного анализа экспериментальных данных, предлагается следующая гипотеза:

**информация об уровне сложности задачи является основой для выбора вида оценки, в которой эксперт должен воплощать свое заключение.**

## § 4.2. Изучение свойств групповых гистограммных оценок.

В § 4.1 показано, что можно повысить точность решений, принимаемых на основе экспертных оценок, только за счет подбора более подходящего вида экспертной оценки. Гистограммные оценки оказались более подходящим для эксперта видом, нежели точечные для рассмотренной совокупности, состоящей из 1413 оценок каждого вида.

Использование групповой оценки - другой способ, повышающий точность решений, принимаемых на основе экспертных решений.

Принцип "один эксперт - не эксперт" получает все большее распространение. В ряде экспериментальных работ показано, что при соблюдении определенных требований групповые экспертные оценки более надежны и точны, чем индивидуальные [17,261].

В последние годы эффективность работы группы начали исследовать как функцию множества структурных переменных, таких, как количество членов в группе [101,117], групповая организация [43], взаимодействие [21,61,190], состав группы и групповое обучение [101,111,128].

Таким образом, исходя из потребности повышения точности решений, принимаемых на основе экспертных оценок, возникает необходимость изучения свойств групповых гистограммных оценок.

Прежде чем приступить к изучению этих оценок, остановимся на процедуре их получения.

Рассмотрим  $N$  - гистограммных оценок  $A_i$ , ( $1 \leq i \leq N$ )

**Определение 4.1.** Под групповой гистограммной оценкой  $\underline{A}$  будем понимать гистограммную оценку, полученную следующим образом:

•

крайняя левая (правая) граница групповой гистограммной оценки  $\underline{A}$ , является минимальной (максимальной) среди всех левых (правых) границ индивидуальных гистограммных оценок  $A_i$ ;

•

частота  $j$ -ого интервала - групповой гистограммной оценки  $\underline{f}_j$  равна:

$$\underline{f}_j = \sum_{i=1}^N f_j^i / N \quad \text{где } f_j^i \text{ - частота } j \text{ - ого интервала } i \text{-ой}$$

гистограммной оценки.

Из определения групповой гистограммной оценки непосредственно следует, что оценка, полученная таким образом, будет гистограммной.

Перейдем к постановке задачи № 3.

Учитывая, как показано выше, что наиболее точной обобщенной характеристикой индивидуальных гистограммных оценок является математическое ожидание ( $M$ ), перейдем к постановке следующей задачи.

### Задача N 3.

**Установить:**

- 1. Является ли математическое ожидание наиболее точной обобщенной характеристикой для произвольных групповых гистограммных оценок.**
- 2. Если нет, то выяснить, найдется ли другая обобщенная характеристика групповой гистограммной оценки наиболее точная из трех представленных обобщенных характеристик.**
- 3. Если и такой оценки нет, то выяснить, существует ли зависимость между числом оценок в группе и значением**

**наилучшей обобщенной характеристики групповой гистограммной оценки и найти вид этой зависимости.**

В качестве групповой оценки взята усредненная гистограмма из четырех, шести, восьми, десяти и двадцати случайным образом выбираемых индивидуальных гистограммных оценок.

Результаты эксперимента представлены в табл. 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 и 4.10. (Приложение N2).

Для учета условий (а) и (в) эти таблицы были трансформированы в сводные табл. 4.11 и 4.12.

Как всегда, в таблицах под М, МЕ и МО подразумеваем соответственно - математическое ожидание, медиану и моду гистограммной оценки.



Таблица 4.11

**Лучшие представители для гистограммных оценок,  
выбранные по правилу большинства**

№ вопроса	Индивидуальные гистограммы	Группы из 4	Группы из 6	Группы из 8	Группы из 10	Группы из 20
1	М	МО	МО	МО	МО	МО
2	М	МО	МО	МО	МО	МО
3	М	МЕ	МО	МО	МО	МО
4	МО	МО	МО	М	М	М
5	М	МО	МО	МО	МО	МО
6	М	М	М	М	М	МО
7	М	М	М	М	М	М
8	М	М	М	МЕ	МЕ	МО
9	М	М	М	М	М=МЕ	М
10	М	М	М	М	М	М
11	МО	МО	МО	МО	МО	МО
12	М	МО	МО	МО	МО	МО
13	М	М	М	М	М	М
14	М	М	М	М	М	М
15	МО	МО	МО	МО	МО	МО
Вся совокупность	<b>М</b>	<b>М</b>	<b>МО</b>	<b>М</b>	<b>МО</b>	<b>МО</b>

Таблица 4.12.

**Лучшие представители для гистограммных оценок,  
выбранные по правилу Кондорсе**

№ вопроса	Индивидуальные гистограммы	Группы из 4	Группы из 6	Группы из 8	Группы из 10	Группы из 20
1	М	МО	МО	МО	МО	МО
2	М	ME=МО	ME	МО	МО	МО
3	М	ME	МО	ME	МО	МО
4	ME	ME=МО	МО	ME	ME=M	М
5	М	МО	МО	ME	МО	МО
6	М	М	М	М	М=ME	МО
7	М	М	М	М	МО	М
8	М	М	М	ME	ME	МО
9	М	М	М	М	М=ME	М=ME
10	М	М	М	М	М	М
11	МО	МО	МО	МО	МО	МО
12	М	МО	МО	МО	МО	МО
13	М	М	М	М	М	М
14	М	М	М	М	М	М
15	МО	ME	МО	МО	МО	МО
Вся совокупность	<b>М</b>	<b>ME</b>	<b>ME</b>	<b>ME</b>	<b>ME</b>	<b>МО</b>

Из табл. 4.11 и 4.12 следует, что для рассмотренной совокупности гистограммных оценок решение задачи N 3 может быть выражено в следующем виде.

**Вывод N 3.1. Ни математическое ожидание, ни какая-либо другая из рассматриваемых обобщенных характеристик групповой гистограммной оценки не может быть предложена в качестве наиболее точной для произвольной группы.**

Но может быть рассмотрена следующая гипотеза.

**Утверждение N 3.2. Существует такое достаточно большое число - Z- экспертных оценок в группе, что для таких групп наиболее точной обобщенной характеристикой групповой гистограммной оценки является мода. С уменьшением числа оценок в группе мода постепенно заменяется сначала медианой, а в дальнейшем - математическим ожиданием.**

Экспериментальная проверка гипотезы показала, что это утверждение практически не зависит от условий (а) и (в).

Полученный результат используем при решении задачи N 4.

Перейдем к ее постановке.

Одним из перспективных способов повышения точности результирующей экспертной оценки является выделение специальным образом плотной или "ядерной" подгруппы из всей группы экспертных оценок. В работе Ю.Н. Тюрина и А.П. Васильевича, где впервые введено понятие "ядерной" подгруппы, показана целесообразность рассмотрения этого понятия для оценок вида (5.0), при этом, количество таких оценок в группе, достаточно велико [181].

**Задача N 4. Установить целесообразность выделения ядерных подгрупп из групп гистограммных оценок.**

Решение сформулированной задачи зависит от способа формирования ядерной подгруппы. Для образования ядерной подгруппы из оценок экспертов чаще всего используют всевозможные меры близости и разнообразные результирующие отношения. Из работы [82] следует, что целесообразность того или иного способа определения результирующего отношения во многом зависит от вида используемой меры близости. Этот факт необходимо учитывать.

Для того чтобы выбор результирующего отношения не был произвольным, учтем их определяющие свойства. Аксиоматические исследования принципов согласования впервые были проведены Эрроу [218], а в дальнейшем, получили развитие в ряде работ [8,89,298].

Под мерами близости часто понимают расстояние, иногда - меру связи, например, коэффициент корреляции или так называемую потенциальную функцию (см. [7]). Обзоры способов введения мер близости, и соответствующие ссылки приведены в работах [4,135]. Большое количество мер близости описано в [256,310].

При конкретных исследованиях необходимо выбрать ту меру, которая наиболее соответствует характеру экспертной информации. Если известны определяющие свойства меры близости и/или ее аксиоматика, проще решить, подходит ли она для нашего конкретного исследования.

Аксиоматический подход к выбору мер близости, предложенный впервые Кемени [266] и опубликованный в 1959 г., оказался плодотворным. Последующие работы имели ту же структуру: сначала формулировалась система аксиом, а затем доказывалась теорема о единственности некой меры близости (либо для семейства мер близости), удовлетворяющей системе аксиом. Далее предлагалась формула для расчета значений меры близости, удовлетворяющей сформулированной системе аксиом и, следовательно, являющейся единственно возможной при данной совокупности требований к мере близости (либо некоторого семейства мер близости).

Таким образом, были введены следующие меры близости на: бинарных отношениях линейного порядка (Кемени Дж., Снелл Дж.) [64]; эквивалентности и квазипорядка (Миркин Б.Г., Черных Л.Б.) [98,99]); частичного порядка (Богард К.) [226,227]; толерантности (Орлов А.И [112]); в совокупном пространстве ранговых и номинальных

признаков (Миркин Б.Г.) [96]; на метризованных отношениях (Литвак Б.Г., Вик Дж., Богарт К.) [81,83,318]; в пространстве множеств (Орлов А.И. и др.) [12,133,134].

В ходе наших экспериментов для решения задачи N 4 были использованы две меры близости  $\rho_1$  и  $\rho_2$ .

Мера близости  $\rho_1$  та же, что и в работе Ю.Н Тюриня и А.П. Василевича [181]. Мера близости  $\rho_2$  предложена нами для сопоставления, введена с учетом результатов, полученных в § 4.1.

Обозначим через  $A_i = (f_1^i, f_2^i, \dots, f_m^i)$   $i$ -ую гистограммную оценку, где  $f_j^i$  - степень уверенности эксперта, выраженная в процентах того, что истинное значение находится в  $j$  – интервале ( $1 \leq j \leq m$ ).

Обозначим через  $b_j^i$  - ранги упомянутых интервалов, приписываемые им в соответствии с величинами  $f_j^i$ , через  $M(A_i)$  -математическое ожидание  $i$  -ой гистограммной оценки, а через  $\rho(A_{i_1}, A_{i_2})$  - меру близости между гистограммными оценками  $A_{i_1}$  и  $A_{i_2}$ . Тогда две используемые нами меры близости  $\rho_1$  и  $\rho_2$  определяются так:

$$\rho_1(A_{i_1}, A_{i_2}) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (b_j^{i_1} - b_j^{i_2})^2};$$

$$\rho_2(A_{i_1}, A_{i_2}) = |M(A_{i_1}) - M(A_{i_2})|.$$

Меру близости  $\rho_1$  - используемую многими авторами можно ввести аксиоматически. Чтобы реализовать эту возможность рассмотрим меру  $\rho_1$  на векторах предпочтения.

Напомним, что вектора предпочтения вводятся следующим образом.  $i$ -му эксперту предъявляется множество альтернатив -  $V_1, \dots, V_m$  ( $1 \leq j \leq m$ ), и для каждой альтернативы  $V_j$ , он должен указать число альтернатив, превосходящих данную -  $\Pi_j^i$ , при этом не конкретизируя, какие именно альтернативы являются более предпочтительными

(аналогично эксперт может установить число альтернатив, менее предпочтительных, чем данная).

В результате получаем вектор предпочтений

$$\Pi^i = \{\Pi^i_1, \Pi^i_2, \dots, \Pi^i_m\}.$$

Если значения  $m$  компонент вектора предпочтений различны и среди них встречаются  $0, 1, 2, \dots, m-1$ , то экспертом указано строгое ранжирование альтернатив.

В работе [84] введено пять аксиом и доказано, что эти аксиомы на множестве векторов предпочтений однозначно определяют меру близости  $\rho_1 \sim$ .

$$\rho_1 \sim(\Pi^k, \Pi^L) = \sum_{j=1}^m |\Pi^k_j - \Pi^L_j|.$$

Если изменить четвертую аксиому и ввести понятие ортогональных сегментов на множестве векторов предпочтений, можно доказать аналогичное утверждение, но для меры близости -  $\rho_1$ , которая непосредственно связана с коэффициентом Спирмена. Распределение коэффициента Спирмена в случае нулевой гипотезы, т.е. независимости и чистой случайности обеих последовательностей номеров, хорошо известно.

Рассмотрим следующие определяющие свойства (Аксиомы 1÷5) меры близости типа Спирмена на векторах предпочтения. Но, для этого предварительно введем понятие ортогональных отрезков на векторах предпочтения.

Отрезки  $[\Pi^k, \Pi^m]$  и  $[\Pi^m, \Pi^L]$ , мы будем называть ортогональными если выполняются следующие условия:

$$\begin{cases} \text{либо } \Pi^k_j - \Pi^m_j = 0, \\ \text{либо } \Pi^m_j - \Pi^L_j = 0, \end{cases}$$

для любых  $j$  таких, что  $(1 \leq j \leq m)$ .

Аксиома 1.  $\rho(\Pi^k, \Pi^L) \geq 0$

Аксиома 2.  $\rho(\Pi^k, \Pi^L) = \rho(\Pi^L, \Pi^k)$

Аксиома 3.  $\rho(\Pi^k, \Pi^L) \leq \rho(\Pi^k, \Pi^m) + \rho(\Pi^m, \Pi^L)$

Аксиома 4. Если вектора предпочтения  $\Pi^k$ ,  $\Pi^m$  и  $\Pi^L$  таковы, что отрезки  $[\Pi^k, \Pi^m]$  и  $[\Pi^m, \Pi^L]$  ортогональны, то  $\rho^2(\Pi^k, \Pi^L) = \rho^2(\Pi^k, \Pi^m) + \rho^2(\Pi^m, \Pi^L)$ .

Аксиома 5. Если вектора предпочтений  $\Pi^k$  и  $\Pi^L$  различаются только  $j$ -ой компонентной, то  $\rho(\Pi^k, \Pi^L) = |\Pi^k_j - \Pi^L_j|$ ,

где компонента вектора предпочтения  $\Pi^k_j$  означает, что, по мнению  $k$ -ого эксперта, альтернатива  $B_j$  менее предпочтительна, чем  $\Pi^k_j$  альтернатив, принадлежащих множеству  $\{B_1, \dots, B_m\}$ .

Рассмотрим следующее утверждение.

**Утверждение 4.1.** Аксиомы 1÷5 на множестве векторов предпочтений однозначно определяет меру близости

$$\rho(\Pi^k, \Pi^L) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (\Pi^k_j - \Pi^L_j)^2}$$

Доказательство утверждения мы проведем методом индукции по числу несовпадающих компонент произвольных векторов предпочтений  $\Pi^k$  и  $\Pi^L$ .

Если  $m=1$ , то расстояние между  $\Pi^k$  и  $\Pi^L$  - однозначно определяется по Аксиоме 5.

Пусть утверждение теоремы справедливо при  $m \leq q$ .

Покажем, что оно окажется справедливым и при  $m=q+1$ .

Пусть  $\Pi^k$  и  $\Pi^L$  различаются на  $(q+1)$ -компонентах, в том числе на  $j$ -ой. Введем вектор предпочтений  $\Pi^p$ , отличающийся от  $\Pi^k$  на одной  $j$ -ой

компоненте, которая совпадает с  $j$ -ой компонентной вектора предпочтения  $\Pi^L$ .

Покажем, что построенные таким образом вектора предпочтения ортогональны, т. е. для любого  $j$  такого, что  $(1 \leq j \leq m)$ ,

$$\begin{cases} \text{либо } \Pi_j^k - \Pi_j^p = 0, \\ \text{либо } \Pi_j^p - \Pi_j^L = 0. \end{cases}$$

Действительно, вектора предпочтения  $\Pi^k$  и  $\Pi^p$  различаются только на  $j$ -ой компоненте, но она совпадает с  $j$ -ой компонентой вектора предпочтения  $\Pi^L$ .

Значит, действительно вектора предпочтения ортогональны.

Тогда по Аксиоме 4:

$$\rho^2(\Pi^k, \Pi^L) = \rho^2(\Pi^k, \Pi^p) + \rho^2(\Pi^p, \Pi^L).$$

Так как вектора предпочтения  $\Pi^k$  и  $\Pi^p$  отличаются лишь на одной компоненте, то вектора предпочтения  $\Pi^k$  и  $\Pi^L$  отличаются не более, чем на  $q$  компонентах. Следовательно, расстояния  $\rho(\Pi^k, \Pi^p)$  и  $\rho(\Pi^p, \Pi^L)$  определяются однозначно, а, значит, однозначно определяется и  $\rho(\Pi^k, \Pi^L)$ .

Докажем теперь, что мера:

$$\rho(\Pi^k, \Pi^L) = \sqrt{\sum_1^m (\Pi_j^k - \Pi_j^L)^2}$$

удовлетворяет Аксиомам 1 ÷ 5.

Аксиомы 1, 2, и 5 очевидно выполняются. Для того чтобы доказать, что выполняется Аксиома 3, необходимо рассмотреть неравенство

$$\sqrt{\sum_1^m (\Pi_j^k - \Pi_j^L)^2} \leq \sqrt{\sum_1^m (\Pi_j^k - \Pi_j^p)^2} + \sqrt{\sum_1^m (\Pi_j^p - \Pi_j^L)^2}$$

Его справедливость вытекает из неравенства Минковского.



Докажем теперь, что выполняется Аксиома 4. Пусть вектора предпочтения  $\Pi^k$ ,  $\Pi^L$  и  $\Pi^p$ , таковы, что отрезки  $[\Pi^k, \Pi^p]$  и  $[\Pi^p, \Pi^L]$  ортогональны. Покажем, что

$$\rho^2(\Pi^k, \Pi^L) = \rho^2(\Pi^k, \Pi^p) + \rho^2(\Pi^p, \Pi^L), \text{ то есть}$$

$$\sum_{j=1}^m (\Pi_j^k - \Pi_j^L)^2 = \sum_{j=1}^m (\Pi_j^k - \Pi_j^p)^2 + \sum_{j=1}^m (\Pi_j^p - \Pi_j^L)^2.$$

Так как отрезки ортогональны, то значит для любого  $j$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{либо } \Pi_j^k - \Pi_j^p = 0, \\ \text{либо } \Pi_j^p - \Pi_j^L = 0. \end{array} \right.$$

Докажем, что для любого  $j$  - такого, что  $(1 \leq j \leq m)$ , выполняется равенство

$$(\Pi_j^k - \Pi_j^L)^2 = (\Pi_j^k - \Pi_j^p)^2 + (\Pi_j^p - \Pi_j^L)^2.$$

Действительно, для  $j$ -того индекса либо  $\Pi_j^k = \Pi_j^p$ , либо  $\Pi_j^p = \Pi_j^L$ .

Вышеуказанное равенство выполняется в любом случае.

Следовательно, введенная мера близости и есть единственная, которая удовлетворяет Аксиомам 1÷5.

Рассмотрим частный случай векторов предпочтений, соответствующий ранжированиям (сформулируем следствие из утверждения 4.1).

**Следствие.** Аксиомы 1÷5 на множестве ранжирований однозначно определяют меру близости:

$$\rho_1(b^k, b^L) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (b_j^k - b_j^L)^2},$$

где  $b^k, b^L$  - векторы ранжирований, а  $b_j^k, b_j^L$  - ранги  $j$  состояния в  $k$ -ой и  $L$ -ой ранжировках.

Допустим теперь, что понятие меры близости между гистограммными оценками каким-то образом задано. Определим два алгоритма выбора ядерной подгруппы, полагая, что вся группа содержит некоторое число гистограмм, равное  $N$ .

### **Алгоритм 1.**

- а) Фиксируется  $R$  - число гистограмм в подгруппе ( $R < N$ ).
- б) Образуются все возможные сочетания из  $N$  гистограмм по  $R$ .
- в) Для каждого сочетания вычисляется сумма расстояний между парами всех гистограмм, принадлежащих данному сочетанию.
- г) Выбирается сочетание с наименьшей суммой расстояний. Если таких сочетаний несколько, случайным образом выбирается одно из них.

### **Алгоритм 2. \***

- а) Фиксируется  $R$  - число гистограмм в подгруппе, ( $R < N$ ).
- б) Для каждой гистограммы, входящей в группу, вычисляется сумма ее расстояний для всех остальных ( $N - 1$ ) гистограмм.
- в) Все гистограммы ранжируются по величине этой суммы, начиная с минимальной.
- г) В полученной ранжировке выбирается  $R$  первых гистограмм.

Комбинирование двух мер близости, определяющих расстояния, и двух алгоритмов дает следующие четыре типа подгрупп:

- первый тип – мера близости  $\rho_1$  и алгоритм 1;
- второй тип - мера близости  $\rho_2$  и алгоритм 1;
- третий тип - мера близости  $\rho_1$  и алгоритм 2;
- четвертый тип - мера близости  $\rho_2$  и алгоритм 2.

---

\* Для случая  $R=1$  этот алгоритм позволяет найти медиану Кемени.

Каждый тип подгрупп варьирует по числу R, входящих в подгруппу гистограмм.

В табл. 4.13 приведены результаты сравнения по точности групповых оценок и соответствующих им оценок для подгрупп. Рассматривается три варианта численности групп, включающие шесть, десять и двадцать гистограмм. Для группы из шести гистограмм рассматриваются подгруппы из 2, 3, 4 и 5 гистограмм; для группы из десяти гистограмм - подгруппы из 3-х, 5-ти и 7-и гистограмм; для группы из двадцати гистограмм - подгруппы из 5-и 10-и и 15-и гистограмм.

Таблица 4.13.

**Сравнение по точности групповых оценок и оценок, полученных в ядерных подгруппах.**

Тип под- группы	Число гистограммных оценок в группе и соответствующей подгруппе (N/R)									
	6/2	6/3	6/4	6/5	10/3	10/5	10/7	20/5	20/10	20/15
1	+15	-14	-22	+5	-21	0	+8	-12	-4	-8
2	-1	-22	-12	+23	-14	+6	+12	-28	+6	+9
3	+8	+22	-23	+9	+9	0	+14	+8	-20	-18
4	+18	+16	+13	+19	0	+4	+12	-12	+4	+8

Нижняя строка заголовка табл. 4.13. содержит информацию о числе гистограммных оценок в группе – (N) и числе гистограммных оценок в подгруппе -(R) по каждой категории. Остальные строки таблицы содержат данные о разности между количеством случаев, когда подгруппа давала более точную оценку чем группа, и количеством случаев, когда ситуация была обратной. Например, число "+15" в

верхнем левом углу таблицы означает, что количество улучшений точности оценок подгруппой на 15 превосходило количество ухудшений.

Точность групповой гистограммы и гистограммы, соответствующей подгруппе, каждый раз оценивалась посредством сравнения с истинным значением наиболее точных представителей этих гистограмм. Для групповых гистограмм такие представители уже назывались в первой части § 4.2. Что же касается представителей гистограмм, соответствующих плотным различным подгруппам, то для их выявления было проведено дополнительное исследование, аналогичное описанному в первой части §4.2. (полученные данные приведены в Приложении №1).

Из 40 разновидностей подгрупп, представленных в таблице N 4.13, в 22 случаях подгруппа увеличивала точность оценки, в 3-х случаях точность не менялась и в 15 случаях точность подгруппы оказалась ниже точности групповой оценки.

Более явно уточняющий эффект подгруппы обнаруживается, если рассмотреть различные типы подгрупп, а также стоящие за ними алгоритмы. В частности, подгруппы типа 3 и 4 дают повышение точности в 14 случаях, совпадение точности в 2-х случаях и уменьшение точности в 4-х случаях из 20. Напомним, что этим двум типам подгрупп соответствует один и тот же второй алгоритм, который оказывается, таким образом, более эффективным в плане повышения точности.

В наибольшей степени этот эффект сказывается при объединении указанного алгоритма с мерой  $\rho_2$ . Действительно, эта комбинация соответствует 4-му типу подгрупп, для которого получено лишь одно понижение точности из 10 случаев при одном совпадении и 8 случаев повышения точности.

**Вывод N 4. В большинстве рассмотренных случаев точность групповой гистограммной оценки повышается за счет выделения в группе ядерной подгруппы.**

Необходимо отметить, что сформулированный вывод не только подтверждает результаты Ю.Н. Тюрина и А.П. Васильевича [181], полученные для другого вида оценок, но и, что не менее важно, показывает это для сравнительно небольших групп, состоящих из 6-20 гистограммных оценок.

## **ГЛАВА 5. ВЫБОР ПРОСТЕЙШИХ ВИДОВ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК: КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОСНОВАНИЕ**

В § 5.1 и § 5.2 даем ответ на вопрос: почему при прогнозировании развития рассматриваемого объекта желательно использовать тот, а не иной вид экспертной оценки?

### **§ 5.1. Матричная классификация простейших видов экспертных оценок**

В параграфе предлагаются:

- прием, позволяющий повысить уровень качества экспертных оценок за счет расширения возможностей эксперта по выбору из большой совокупности простейших видов наиболее подходящую для него оценку;
- классификация простейших видов экспертных оценок с выделением принципа ее построения и ограничениями на множество экспертных суждений.

На наш взгляд, одним из приемов, позволяющих повысить уровень качества экспертной оценки, заключается в том, чтобы из достаточно большой совокупности видов оценок на основании научно обоснованных алгоритмов подбирать вид (форму) оценки, в которой эксперт даст свое заключение.

Такой подбор прогнозист осуществляет совместно с экспертом.

Обоснуем это заключение. Очевидно, выбирать тот или иной вид экспертных оценок, наилучший в конкретных условиях, необходимо всегда, если желательно повысить уровень качества прогноза. Результаты экспериментальных исследований, представленные в работе, позволяют утверждать, что это возможно.

В этой главе мы отвечаем на вопрос: чем должны руководствоваться при выборе того, а не иного вида экспертной оценки? Выбирая тот или иной вид экспертной оценки, необходимо ответить на трудный вопрос: почему

эксперту лучше всего использовать тот, а не иной вид (виды) экспертной оценки?

Проблема выбора осложняется тем, что задача экспертизы не определяет однозначно вид экспертных суждений. Так, в задаче упорядочения объектов можно использовать в качестве экспертного суждения как ранжировку, так и парное сравнение.

С другой стороны, вид экспертных суждений, как правило, не фиксирует тип задачи. Например, такой распространенный вид экспертных суждений, как парные сравнения может быть использован в задачах упорядочения объектов, выбора наилучшего объекта и даже оценки (измерения) объектов [214].

Решение о выборе вида экспертной оценки традиционно определяется не столько формой вопроса, сколько сопутствующими свойствами оценки, например, психологической приемлемостью для эксперта [137] или разработанностью математического аппарата для работы с оценками данного вида. В этом заключается сложность проблемы.

Ситуация в настоящее время такова, что существующие перечни видов экспертных суждений, описанных в российской научной литературе, обычно довольно коротки. Так, например, в ГОСТе [45] рассмотрено всего лишь четыре простейших вида экспертных суждений, а в книге [29] описано пять используемых видов экспертных суждений. В реальных исследованиях, в том числе прогнозных, ситуация такова, что в экспертных процедурах часто используют лишь один наперед заданный вид экспертных суждений.

Таким образом, вне зависимости от сложности исследуемой проблемы, содержания экспертной информации и ряда других факторов, форма ответа, т.е. вид экспертного суждения, часто заранее задана, например интервал.

Более того, эта форма чаще всего единственна и остается неизменной в дальнейшем. Правомерна ли такая постановка вопроса? Конечно, нет.

В настоящее время эксперт использует чрезвычайно ограниченный набор видов экспертных суждений. Все это приводит к потере информации, а потери надежной информации приводят к ухудшению качества решений, принимаемых на основе экспертных суждений. Чтобы избежать этого, предложим нашим экспертам пользоваться, хотя бы теми видами оценок, которыми уже успешно пользовались в других странах. И тем самым расширим совокупность простейших видов оценок как форм, которые могут быть использованы экспертами в качестве ответов.

Именно в этом и заключается прием, позволяющий повысить качество экспертных оценок.

Аналогично мы рассматриваем совокупность приемов, позволяющих повысить уровень качества экспертных оценок благодаря расширению возможностей субъектов прогностики выбирать наиболее подходящий из предложенных системно-образующих элементов ТЭП.

Продвигаясь в направлении, заданном вышеупомянутым подходом, мы при определенных ограничениях подойдем к классификации экспертных оценок. Классификация как научный метод исследования природы и специфики явлений и объектов, а также как определенный метод их систематизации имеет существенное значение и для решения проблем, возникающих при принятии решений на основе экспертных суждений.

Классификация простейших видов экспертных оценок необходима и для того, чтобы чисто теоретическим путем подойти к выбору наилучшего в данной ситуации вида экспертного суждения.



Экспериментальные исследования этого вопроса чрезвычайно трудоемки и часто сводятся к сопоставительному анализу рассматриваемой пары видов экспертных суждений.

Прежде чем приступить к описанию классификации простейших видов экспертных суждений, предложим ряд формальных ограничений на множество экспертных суждений.

Во-первых, выделим, как это сделано в работе [95], «три основных типа задач, решаемых экспертными комиссиями или экспертом:

1. Оценка объектов.
2. Построение объектов.
3. Построение объектов и их оценка».

Далее будем рассматривать только те из суждений экспертов, которые используются при решении задач первого типа. Их и назовем экспертными оценками.

Второе ограничение на множество экспертных суждений состоит в том, что будут рассмотрены простейшие (не составные) виды оценок экспертов, качественно отличающиеся друг от друга.

Теперь опишем совокупность простейших видов экспертных оценок, описанных в научной литературе и/или используемых на практике: вербальные оценки; группировки; парные сравнения; множественные сравнения; ранжировки; векторы предпочтений; баллы; интервальные оценки; точечные оценки; многоточечные оценки; функциональные оценки. Указанные виды оценок в первой части работы были названы экспертными оценками первого рода.

Наряду с оценками первого рода там же нами рассмотрены и оценки второго рода. Под экспертными оценками второго рода мы понимаем

упорядоченные пары экспертных оценок следующего вида: первая компонента пары - экспертная оценка первого рода, а вторая компонента - степень уверенности эксперта в этой оценке первого рода, выраженная в той или иной форме.

Например, суждение эксперта: «Я полагаю с уверенностью в 80%, что завтра будет дождь», - экспертная оценка второго рода.

Комбинации простейших видов экспертных оценок, как первого, так и второго рода также могут быть использованы для повышения точности оценок.

Используя разбиение экспертных оценок на оценки первого и второго рода как исходное основание, дадим развернутую матричную классификацию простейших видов. Результатом этой классификации можно считать данные табл. 5.1, которая:

- включает все простейшие виды экспертных оценок, уже описанные в научной литературе;
- предусматривает возможность включения новых видов оценок, еще не описанных, но потенциально возможных.

При введении нового вида экспертных оценок и их комбинаций желательно как теоретическим, так и экспериментальным путем обосновать их целесообразность.

**Матричная классификация простейших видов экспертных оценок**

Виды экспертных оценок	Первого рода	Второго рода						
		№ $i \setminus j$	0*)	1	7	8	9	10
Вербальные оценки	1	+	+	+		+		
Группировки	2	+				+	+	
Парные сравнения	3	+		+		+		
Оценки, полученные с применением процедуры множественных сравнений	4	+				+		
Ранжировки	5	+				+		
Векторы предпочтений	6	+						
Баллы	7	+						
Интервальные оценки	8	+						
Точечные оценки	9	+						
Многоточечные оценки	10	+					+	
Функциональные оценки	11	+						

\* ) Отсутствие оценки степени уверенности

Предлагаемая автором развернутая классификация простейших видов экспертных суждений ранее в литературе не встречалась. Она является удобной формой описания различных видов экспертных оценок.

В табл. 5.1 «+» значком отмечены те виды экспертных оценок, которые экспериментально и/или теоретически исследованы в литературе по экспертным оценкам.

Элементы матрицы-таблицы - всевозможные виды экспертных оценок. Любой вид экспертной оценки описывается парой  $(i, j)$ , где  $i$  - номер экспертной оценки первого рода ( $i = 1, \dots, 11$ ),  $j$  - принимает значения 0, 1, 7, 8, 9, 10, 11. Значений  $j = 0$  означает, что эксперт дает свою оценку без указания

степени уверенности в ней. Таким образом, произвольную экспертную оценку первого рода можно представить в виде  $(i,0)$ . Значений  $j = 1,7,8,9,10,11$  - допустимые (в рамках данного исследования) номера видов оценок первого рода, отражающие степень уверенности эксперта в своей оценке. Рассматривая лишь указанные виды экспертных оценок первого рода, мы вводим ограничение на представление степени уверенности эксперта в своей оценке. Подобное ограничение связано в первую очередь с учетом реально существующих простейших видов экспертных оценок второго рода.

## §5.2. Обоснование выбора простейшего вида экспертных оценок

**В параграфе на основе вводимых операторов информативности и надежности, а также принципа взаимосвязи информативности и надежности простейших видов экспертных оценок формально поставлена задача выбора наилучшего вида оценки из заданного множества экспертных оценок и частично обоснован выбор вида экспертных оценок.**

Если человек является экспертом по некоторому вопросу, он имеет определенное суждение о нем и может выразить свое мнение оценкой того или иного вида. Как было указано в предыдущем параграфе, решение о выборе вида экспертной оценки традиционно определяется не столько формой вопроса, сколько сопутствующими свойствами оценки.

Несмотря на важность подобных свойств, необходимо в целях повышения качества экспертного заключения рассмотреть такие определяющие характеристики вида экспертных оценок, как надежность и информативность.

Довольно часто, обосновывая полезность введения тех или иных видов неколичественных оценок, исследователи считают, что надежность этих оценок в среднем выше надежности количественных оценок. При этом мало кто из исследователей признает, что качественные оценки являются менее информативными, чем количественные.

В рамках данного исследования нас интересует не мера надежности/информативности конкретной экспертной оценки, а мера надежности/информативности формы (вида) экспертной оценки. В дальнейшем будем говорить о мере надежности оценки, подразумевая меру надежности вида данной оценки.

Поясим, что под мерой надежности оценки мы понимаем некоторую усредненную характеристику мер надежности всевозможных

экспертных оценок, выраженных в указанном виде. Например, в виде интервала или балла. Термин «надежность оценки» рассматривается нами в том же смысле, что и в работе [200]: оценки, полученные в шкалах более высокого уровня, считаются менее надежными. Необходимо добавить, что существует немало работ, где используется понятие «надежность прогнозов» [104,105,106,142]. Введение этого понятия полезно для развития экспертологии, описанной в работе [166].

Понятие информативности формы (вида) экспертной оценки и ее меры до настоящего времени строго не определено, хотя в близких областях знаний есть несколько подходов к определению информативности. Так, информативность как обобщенная аддитивная характеристика информационной единицы рассмотрена В.М. Жеребиным при исследовании принципов моделирования экономического языка [58]. Энтропийная мера качества решения, основанного на экспертных оценках, рассмотрена в работе [183]. Информационный подход к оценке прогнозов, выраженных в виде точечных экспертных оценок, рассмотрен Г. Тэйлом [175]. Однако отсутствие строгих определений понятий «надежность» и «информативность» вида экспертных оценок не мешает частому использованию этих терминов.

Для того чтобы измерять информативность и надежность простейших видов экспертной оценки, введем понятия операторов информативности (Inf) и надежности (Rel).

Прежде чем дать строгие определения операторов информативности и надежности простейших видов экспертной оценки, **сформулируем принцип взаимосвязи надежности и информативности простейших видов экспертных оценок: с возрастанием номера простейшего вида экспертной оценки, заданной в матричной классификации, оценка ее**

**надежности строго монотонно убывает, а информативности строго монотонно возрастает.**

В прогнозировании существует сходная связь, когда требуется оценить компромиссы между точностью и надежностью прогноза для соответствующей величины упреждения [44].

Вид операторов, задающих меры надежности и информативности простейших видов экспертных оценок, определяется принципом их взаимосвязи и вытекающими из этого принципа **следующими ограничениями:**

- **экспертная оценка вида  $a_{1,0}$  имеет минимальную меру информативности и максимальную меру надежности как форма (среди всех указанных в матричной классификации);**

- **экспертная оценка вида  $a_{11,11}$  обладает максимальной информативностью и минимальной надежностью как форма (среди всех указанных в матричной классификации).**

С учетом сказанного, определения операторов информативности (Inf) и надежности (Rel) задаются следующим образом.

Области определения –  $\{a_{i,j}\}$  множество простейших видов экспертной оценки;  $i = 1,2,\dots,11$ ;  $j=0,1,7,\dots,11$ .

Лексикографический порядок на множестве простейших видов экспертной оценки индуцирован линейным порядком на множестве L-шкал, введенных в работе В.С. Высоцкого [39].

Области значения –  $\{i,j\}$ -множество номеров простейших видов экспертных оценок в матричной классификации (табл. 5.1.);

Следовательно, отношение линейного порядка на множестве номеров простейших видов экспертных оценок задано лексикографически:

$$(i', j') < (i'', j'') \Leftrightarrow \text{если } i' < i'', \\ \text{либо, если } i' = i'', \text{ то } j' < j''.$$

Порядок на множестве номеров согласован с линейным порядком на  $\{a_{i,j}\}$ .

Закон соответствия оператора информативности (Inf) задан этой же таблицей и является инъективным, строго монотонно возрастающим отображением. При этом:

$$\text{Inf}(a_{i,j}) = (i,j), \quad i = 1,2,\dots,11; \quad j=0,1,7,\dots,11.$$

Закон соответствия оператора надежности (Rel) задан той же таблицей и является инъективным, строго монотонно убывающим отображением. При этом:

$$\text{Rel}(a_{i,j}) = (12-i,11-j), \quad i = 1,2,\dots,11; \quad j=0,1,10,11.$$

$$\text{Rel}(a_{i,j}) = (12-i,16-j), \quad i = 1,2,\dots,11; \quad j=7,8,9.$$

Проверим путем подстановки корректность введения вышеуказанных операторов на соответствие с априори заданными ограничениями.

$$\min_{i,j} \text{Inf}(a_{i,j}) = \text{Inf}(a_{1,0}) = (1,0),$$

$$\max_{i,j} \text{Inf}(a_{i,j}) = \text{Inf}(a_{11,11}) = (11,11),$$

$$\max_{i,j} \text{Rel}(a_{i,j}) = \text{Rel}(a_{1,0}) = (12-1,11-0) = (11,11)$$

$$\min_{i,j} \text{Rel}(a_{i,j}) = \text{Rel}(a_{11,11}) = (12-11,11-11) = (1,0)$$

Приведенные равенства подтверждают корректность введения вышеуказанным образом операторов надежности и информативности простейших видов экспертной оценки.



Необходимо подчеркнуть, что для принятия решений по результатам экспертиз такие характеристики, как надежность и информативность оценки чрезвычайно важны.

Так, используя эти понятия, **сформулируем постановку задачи выбора простейшего вида экспертных оценок наилучшего в определенных условиях: для обеспечения высокого качества экспертного заключения необходимо каждому эксперту предлагать для ответа такой вид (форму) экспертной оценки, чья мера была бы наиболее информативна среди тех, чья мера надежности приемлема в рамках рассматриваемой экспертизы.**

Таким образом, появляется возможность более обоснованно подбирать вид экспертных оценок в рамках рассмотренной классификации и тем самым повышать качество решений, принимаемых на их основе.

В последней экспериментальной работе автора <sup>16</sup> была высказана гипотеза, что в случае, если:

1. Вопрос для эксперта не сложный, то его точечные оценки в среднем ближе к истине, чем его же гистограммные;
2. Вопрос для эксперта сложный, то его гистограммные оценки в среднем ближе к истине, чем его же точечные.

Экспериментальные данные подтвердили эту гипотезу.

Еще одну гипотезу можно сформулировать следующим образом.

Можно уточнять экспертные оценки одного эксперта (в смысле тенденции) если:

---

<sup>16</sup> Сидельников Ю.В., Салтыков С.А. Об экспериментальном исследовании по проверке гипотезы о связи сложности объекта прогнозирования и выбора наиболее точного вида экспертной оценки. Материалы второй научной школы-семинара по проблемам управления большими системами. Воронеж, 9-12 июля 2007 года.

- удалось выяснить уровень сложности задачи;
- были получены гистограммная и точечная оценка эксперта, и они не совпадают.

### **Результаты и выводы гл. 5**

В гл. 5 мы показали, что имеет смысл ставить вопрос: почему используется тот, а не иной вид экспертной оценки?

В § 5.1 разработана совокупность приемов, позволяющих повысить уровень качества экспертных оценок благодаря расширению возможностей субъектов прогностики выбирать наиболее подходящий из предложенных системно-образующих элементов ТЭП.

Для реализации приема, позволяющего найти наиболее подходящий вид экспертной оценки, построена матричная классификация простейших видов экспертных оценок с выделением принципа ее построения и ограничениями на множество экспертных суждений.

В § 5.2 на основе вводимых нами операторов информативности и надежности, а также принципа взаимосвязи информативности и надежности простейших видов экспертных оценок формально ставится задача выбора наилучшего вида оценки из заданного множества экспертных оценок, и частично обосновывается выбор вида экспертных оценок.

В § 5.2. были предложены две гипотезы, первая из которых была подтверждена экспериментально.

## **ГЛАВА 6. ОСНОВЫ ДЛЯ ВЫБОРА МЕТОДА ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.**

В рамках данной главы подготовлены ответы на вопросы:

- какие недостатки и достоинства есть у каждого из описанных методов?
- как повысить эффективность метода?
- для чего используется метод прогнозирования?
- как лучше выбрать метод, используемый при разработке прогнозов?

В данной главе мы, во-первых, попытаемся ответить на вопросы:

- почему необходимо собирать группу экспертов и использовать для их опроса, какую либо процедуру организации деятельности экспертных групп, а не опрашивать отдельного эксперта?
- почему использовать именно ту, а не иную процедуру организации деятельности экспертных групп?

Во-вторых, предлагается прием, позволяющий повысить качество экспертных оценок за счет расширения возможности прогнозиста выбирать из расширенной совокупности процедур организации деятельности экспертных групп наиболее подходящую процедуру.

Кроме того, предложено разбиение всего массива процедур и методов организации деятельности экспертных групп, таким образом, что каждая из совокупностей методов описана либо моделью поиска новой информации, либо моделью итеративной процедуры, предложенной автором, либо характеристическим описанием методов, включенных в данную совокупность.

Подобное разбиение всего массива процедур и методов позволит анализировать эти процедуры, сравнивать их в целях поиска новых и улучшения имеющихся. Таким образом, создаются условия для выбора процедуры организации деятельности экспертных групп, адекватной объекту исследования и отвечающей дополнительным ограничениям по финансам и во времени.

### **§ 6.1. Проблемы, возникающие перед ЛПР на предварительной стадии принятия решений и возможные пути решения**

При принятии решений ЛПР, на основе экспертного прогноза, возможны следующие ситуации:

1. Информации очень много, и экспертам трудно найти ту, которая необходима для решения поставленной задачи.

2. Недостаточное количество экспертов, либо нехватка времени для их работы, либо при решении задачи, связанной с экспертизой им необходимо

одновременно присутствовать во многих местах или эксперты должны находиться в окружении, враждебном человеку в процессе получения и (или) формулирования нужной информации.

3. Нет нужного эксперта обладающего необходимой для нас информацией или ее нет в принципе и тем самым нужно создать новое знание.

Кратко поясним первые две ситуации.

В первом случае, необходимо использовать базы знаний, позволяющие распознавать смысл текста при анализе большого массива информации. (См. работы по базам знаний д.т.н. Кузнецова И.П.)

Во втором случае, обычно используют экспертные системы. Такие системы рассматриваются с точки зрения их применения в двух аспектах: они могут быть использованы для решения определенного вида задач и для некой области деятельности. Эти два аспекта накладывают свой отпечаток на архитектуру разрабатываемой экспертной системы.

В третьей ситуации, на которой мы остановимся подробнее, необходимо использовать технологию экспертного прогнозирования, в рамках которой наилучшим способом подбирать систему инструментов, в том числе и методы, процедуры и способы позволяющие получать новую информацию.

Методы, процедуры, способы и другие системно-образующие элементы технологии экспертного прогнозирования, описанные во второй главе, позволяют путем организации взаимодействия группы экспертов и (или) специально созданной процедуры самоопроса одного специалиста получить нужную, в частности новую информацию необходимую ЛПР для принятия обоснованного решения.

Не вызывает сомнения факт, что оценка одного эксперта имеет в значительной степени субъективный характер. Широко известны ошибки,

допущенные в оценке научных открытий и перспектив их практического применения выдающимися учеными всех веков, начиная с Аристотеля. Проблеме консерватизма, присущего даже новаторам в науке и искусстве, посвящено специальное исследование [107].

Если диапазон ответов экспертов включает истинный ответ, а это, как отмечают многие авторы, на практике обычно имеет место, то совокупность разрозненных мнений может быть корректно синтезирована в некоторое обобщенное мнение, близкое к реальности. Полное же единодушие экспертов с первых шагов экспертизы скорее свидетельствует о тривиальности проблемы. Для практически важных случаев характерно расхождение мнений экспертов.

Существуют и такие экзотические ситуации, при которых увеличение числа экспертов влияет на повышение точности прогноза в большей степени, чем повышение качества оценок экспертов [261].

Вопрос об эффективности групповой деятельности давно привлекает исследователей. Так, уже в конце XIX - начале XX вв. в работах В. Медэ, Н. Трипплета и Ф. Олпорта, В.М. Бехтерева и М.В. Ланге были сделаны попытки ответить на вопросы: какое воздействие оказывает на продуктивность человеческой деятельности присутствие других людей? Превосходит ли итог деятельности группы сумму индивидуальных достижений? Нас интересует не общий вопрос, а тот его контекст, когда деятельность этих людей направлена на получение новой информации.

Ответ на вопрос, почему необходимо использовать для опроса экспертов специальные процедуры организации деятельности экспертных групп, дают экспериментальные исследования и реальная практика. Использование процедур и методов организации деятельности группы определенно повышает точность прогнозов.

Предложим некий общий прием позволяющий повысить точность прогнозов. Он связан с тем фактом, что в настоящее время прогнозисты или организаторы разработки прогнозов используют чрезвычайно ограниченный набор методов или процедур организации деятельности экспертных групп. Чаще всего применяют метод сценариев и «мозговую атаку». Это приводит к тому, что информация, поступающая от экспертов, преобразуется не лучшим образом, что в свою очередь приводит к ухудшению качества решений, принимаемых на основе экспертных суждений. Мы предлагаем прогнозистам или организаторам разработки прогнозов использовать всю палитру инструментов или хотя бы те методы или процедуры организации деятельности экспертных групп, которые успешно применяются.

Именно в расширении возможности прогнозиста выбирать из спектра возможных методов организации деятельности экспертных групп наиболее подходящий, и заключается наша рекомендация (прием), позволяющая повысить качество экспертных оценок.

В отечественной и зарубежной литературе часто встречается утверждение о том, что в настоящее время известно более ста методов только лишь социального прогнозирования. Автор согласен с В.Э. Шляпентохом [198], который считает, что это обилие - результат достаточно произвольного зачисления отдельного, редко используемого и часто сомнительного приема в почетный ряд методов прогнозирования. Многие из упоминаемых методов, например, системный анализ (подход), не являются методами прогнозирования. Обоснование этого утверждения относительно системного подхода изложено у Э.Г. Юдина [212].

Но даже без процедур, методов и методик, не имеющих непосредственного отношения к прогнозированию, возникают трудности, когда встает вопрос о выборе процедуры (метода), адекватной объекту

исследования и отвечающей дополнительным ограничениям, связанным с прогнозным исследованием.

Другие проблемы, возникающие в этой связи:

1. Отсутствие корректного обоснования правомерности их использования;
2. Практическая неразвитость экспериментальных исследований экспертных процедур;
3. Отсутствие указаний на область применения большинства экспертных процедур;
4. Практическое отсутствие систематизации этих процедур.

Интересные попытки корректно обосновать использование методики прогнозирования были предприняты Э.С. Минаевым и Р.И. Песелевой [94], а также С.Н. Селивановым и И.В. Гуциным [139].

Обосновывать выбор метода, используемого при разработке прогнозов можно основывая на наличие нужных для ЛПР ключевых параметров метода, а также достоинствах и недостатках конкретных методов или процедур.

Одним из ключевых параметров является вид экспертной оценки. Если до выбора метода используемого для разработки прогноза мы на основе опроса ЛПР обосновано отберем виды экспертной оценки необходимых ему для принятия решения — это может помочь прогнозисту сузить рассматриваемое множество видов методов.

Трудности при поиске нужной методики или метода возникали не только в прогнозировании. Так, при решении изобретательских задач общая методика поиска подходящих методов, по мнению Г.Я. Буша,

находится еще в зачаточном состоянии<sup>17</sup>. В работе указаны следующие объективные трудности при выборе метода поиска решений:

- задачу, как правило, можно решить путем использования нескольких, в ряде случаев большого числа, принципов;

- каждый принцип решения задачи большей частью может быть найден несколькими эвристическими методами; с другой стороны, нередко к одному и тому же принципу решения приводят различные методы поиска;

- наряду с объективно существующими закономерностями творческого процесса необходимо учесть и индивидуальные особенности каждого человека;

- существуют стереотипные методы для поиска решения большинства задач, приводящие к решению в большинстве случаев. Решение, найденное посредством применения стереотипного метода, нередко менее оригинально, чем достигнутое путем применения метода, который ранее не использовался для решения аналогичных задач;

- всякий выбор методов поиска решения задачи связан с ограничением их числа. Выбор ряда стереотипных методов нередко означает элиминацию оптимального метода для достижения решения с наиболее яркой оригинальностью.

Обычно выбор наиболее подходящего метода для решения прогнозных задач осуществляют по-разному: одни применяют освоенные ими методы выбора средств, другие сознательно активизируют прошлый опыт решения аналогичных задач, третьи осуществляют выбор более или менее интуитивно.

---

<sup>17</sup> Буш Г.Я. Методы технического творчества. Издательство "Лиесма", г. Рига, 1972



В изобретательской практике ряд таких методов выбора давно применяется (см сноску 12). Рассмотрим наиболее распространенные методы выбора средств решения изобретательских задач.

Метод линейного расположения средств решения совокупности изобретательских задач, является наиболее простым методом этого рода.

Сущность его заключается в составлении списка простых эвристических средств решения изобретательских задач известных изобретателю. Он должен выбирать отдельные средства для решения конкретной задачи. Принципы, на основании которых составляются списки эвристических методов решения задач следующие:

- группировка по алфавиту;
- по частоте применения в определенной области техники;
- по степени универсальности применения;
- по условной оригинальности или тривиальности ожидаемого результата;

Возможно, одновременно использовать и несколько списков по выбранному критерию классификации методов (например, список наборов методов, список комплексных методов, список простых универсальных методов, список специальных методов).

Метод линейного расположения методов решения изобретательских задач широко используется в США. Один из примеров таких списков методов следующий:

- список контрольных вопросов в редакции А. Ф. Осборна;
- метод «Ведомостей характерных признаков» (метод "расчленения") (Р. П. Кроуфорд);
- метод «Анализа затрат и результатов» (Ю. К. Фанг);
- метод «Цепей ассоциаций»;

- метод выяснения мнения других (метод «Складного ума») (Г. В. Габриэль);
- метод «Мозговой атаки» (А. Ф. Осборн);
- метод «Синектики» (В. Дж. Гордон).

В нижеприведенной таблице дан сравнительный анализ методов

Методы	Основные принципы	Система обеспечения	Область приложения
Морфологический анализ	Расчленение объекта. Систематическое рассмотрение возможных решений. классификация и синтез элементов		Общие задачи проектирования
Фундаментальный метод проектирования Мэтчетта	Системное мышление, сочетание рациональных и иррациональных приемов, графическая интерпретация мышления	Графическая схема поисковой стратегии. контрольные вопросы	Преимущественно задачи проектирования
Методика конструирования Коллера	Процедуризация, функциональный анализ	Указатель физических эффектов таблица элементарных функций	Преимущественно задачи конструирования
АРИЗ	Алгоритмизация, выявление противоречий, устранение психологической инерции	Алгоритм поиска, альбом устранения противоречий. указатель физических эффектов	Преимущественно изобретательские задачи
Мозговая атака	Подбор групп, запрет критики	Программы подготовки и обсуждения	Задачи не являющиеся точными и специальными
Синектика	Профессионализм, поиск аналогий	—	Общие задачи проектирования
Функционально-стоимостной анализ	Процедуризация, функциональный анализ, анализ затрат	Стоимостные каталоги операций	Проектирование (совершенствование выпускаемой) техники

Создание методики выбора наиболее подходящего метода для решения прогнозных задач вполне возможно, хотя не гарантирует наилучший отбор метода, методики или процедуры при разработке каждого отдельного прогноза.

## **§ 6.2. Недостатки, достоинства, опыт использования и рекомендации по повышению эффективности методов**

Одна из основных задач, стоящих перед прогнозистами - подготовить исходя из опыта работы с той или иной методикой или методом рекомендации для их применения, с учетом их недостатков и достоинств.

Последовательно рассмотрим информацию о недостатках, достоинствах, опыте использования и приемах позволяющих повысить эффективность каждого из описываемых методов.

### **Метод фокальных объектов**

Этот метод дает хорошие результаты при поиске новых модификаций уже известных способов и устройств и, кроме того, может быть использован для тренировки воображения.

### **Мозговая атака и ее модификации**

#### **Недостатки методов.**

Существуют ряд принципиальных недостатков всех этих методов.

Среди них:

1. «Бестолковость» поисков, возведенная этими методами в принцип. Четкое управление мышлением исключается. (Алгоритм целенаправленного движения к оригинальному решению отсутствует). И, хотя эти методы действительно помогают преодолевать инерцию: мысль сдвигается с мертвой точки, разгоняется...и часто проскакивает то место, где следовало бы остановиться и развить перспективную мысль. (В ходе тестовых экспериментов десятки раз наблюдалась такая картина: один участник штурма высказывает идею, ведущую в перспективном

направлении, другой подхватывает эту мысль и развивает ее; кажется, до выхода на финишную прямую остается несколько шагов, но в этот момент кто-то выдвигает совершенно иную идею, «перспективная» цепь обрывается, и группа снова оказывается на исходных позициях).

2. Процессом решения надо искусно управлять, чтоб он шел по направлению к более сильному решению. Велика роль ведущего - от него зависит половина успеха.

3. Существенные временные затраты. Внешне все выглядит эффектно — задача решается за один день. Но выигрыш этот в значительной мере кажущийся, поскольку задачу решает многочисленный коллектив участников. Таким образом, оказывается, что мозговой шторм (учитывая время на предварительную подготовку) требует достаточно большого количества человеко-часов.

4. Не пригоден для решения сложных проблем и трудных задач. (Например, такой: "Свободен ли солдат от этических норм?". Это дискуссионный вопрос, ведь солдат принял присягу выполнять любые приказы. А если приказ безнравственный?).

5. Не имеет критериев оценки силы решений.

6. Бывают затруднения при определении авторства хороших идей. (Поэтому этот щекотливый вопрос следует оговорить до начала процедуры).

#### Достоинства методов.

К достоинствам метода "мозговой атаки" и ее модификаций можно отнести следующие факторы:

1. Обладает свойством саморазвития, за счет творчества большой массы практиков и теоретиков.

2. Внешняя простота. Не требуется предварительное обучение участников, кроме ведущего, который должен знать теорию метода, методику проведения сеансов и виды мышления.

3. Достаточная эффективность. (Практика показывает высокую эффективность метода мозговой атаки: при индивидуальной работе несколько человек за 30—45 мин в сумме предлагают 15—30 идей, тогда как такая же по численности группа, принимающая участие в “мозговой атаке”, за то же время способна генерировать от 50 до 150 идей).

4. Достаточная устойчивость к уровню подготовки его участников. (Даже в случае, если участники не очень компетентны он надежно работает).

5. Может быть использован для других целей, а не только для решения сложных проблем. Например, в случае если:

- вы хотите узнать мнение каждого сотрудника о том или ином предмете, а не только идеи наиболее активных сотрудников или так называемых лидеров мнений.
- вам нужны примеры из «настоящей жизни», а не просто абстрактные идеи.
- вы хотите, чтобы группа людей почувствовала свое участие в проекте, потому что их идеи были приняты во внимание.

6. Может быть использован в любых проектах на этапе генерирования идей. Это могут быть идеи разного уровня – от стратегических концепций до сценария корпоративного праздника. Так можно придумать название нового брэнда, сценарий ролика, варианты продвижения товара и т. д.

Его успех объясняется не столько достоинствами метода, сколько недостатками традиционного метода проб и ошибок. (Если начальная

температура —100°, то и переход к —50° — уже оттепель) и количественным фактором — задачу штурмуют «оравой».

#### Рекомендуемое назначение «мозговой атаки»:

- генерация ответов на вопросы, требующие немедленного решения (например, при анализе недостатков работы некоторой сложной системы);
- генерация новых идей в науке, технике и даже административной и торговой деятельности, которые могут подсказать подходы к решению намеченных проблем;
- нужно решить нестандартную задачу;
- предварительный анализ задач прогнозного характера.

#### Опыт использования

В 1960-е годы метод был настолько популярен, что его регулярно использовали такие крупные компании, как General Electric, IBM и многие другие. Его также взяли на вооружение государственные структуры и общественные организации.

За последние годы мозговой штурм использовался для решения проектных, конструкторских и различного рода практических проблем.

К концу XX столетия мозговая атака приобрела особую популярность не только как метод в управлении и обучении, но и как самостоятельное средство повышения продуктивности творческой деятельности. Сейчас к «мозговой атаке» обращаются для решения не только технических проблем, но и административных, экономических и социологических задач.

#### Рекомендации по повышению эффективности метода или процедуры:



1. Процедуры, используемые в процессе “мозговой атаки”, разумеется, не являются догмой. Количественный состав участников, предъявляемые к ним требования, временные границы проведения, наконец, последовательность и цикличность процедур и этапов можно менять при условии ясного видения ситуации и осознания механизмов управления ею. Из этого, однако, не следует, что любая новая ситуация должна автоматически приводить к изменению процедур “мозговой атаки”. Идти на это начинающему ведущему вообще не стоит. Устраивая чехарду в процедуре, он, скорее всего, упустит ситуацию из-под контроля, доведет ее до неконтролируемой ситуации, что превратит “мозговую атаку” в бесплодный обмен мнениями. Опытный же специалист – ведущий наибольшие резервы видит не в изменении порядка процедур, а в их глубоком осознании и грамотном исполнении.

2. Бывает полезно включение в анализ потенциально экстремальных событий, например, внезапно случившихся инцидентов, которые не были предусмотрены и которые могут существенным образом изменить тенденции развития исследуемой ситуации. Экстремальные события могут, как препятствовать рассматриваемым тенденциям (землетрясения или крупные аварии), так и содействовать их развитию (технологические прорывы).

3. Желательно, после “мозговой атаки” (например, на следующий день) проводить дополнительный сбор идей и предложений участников. Это связано с тем, что для сложных проблем возникает отсроченный эффект.

4. Процедуру желательно использовать там, где она принесла наилучшие результаты.

5. Желательно включать в состав первой группы участников (генераторы) людей разных специальностей и различного уровня образования и нежелательно включать в этот состав тех людей, чье

присутствие будет в какой то степени стеснять других, например, руководителей и подчиненных.

6. Для активизации процесса генерации идей в ходе “мозговой атаки” участникам рекомендуется использовать следующие приемы:

- «инверсия (сделай наоборот»);
- «аналогия»;
- «эмпатия» (считай себя частью исследуемого объекта или процесса и выясни при этом свои чувства, ощущения);
- «фантазия».

7. Руководителю целесообразно использовать различные списки контрольных вопросов. (пп. 5÷7 описаны в работе А.В. Чуса и В.Н. Данченко<sup>18</sup>).

### **Обратный штурм (метод мозговой атаки наоборот).**

Рекомендации по повышению эффективности метода:

1. Необходимо подобрать задачу не общего характера, а более конкретную.

2. Будет эффективен, если его используют для раскрытия противоречий, дефектов, недостатков или ограничений предложенной ранее идеи, которую надо усовершенствовать.

3. Он может дать неплохие результаты, если на следующем шаге будут использованы другие методы стимулирования творческой активности участников.

### **Метод контрольных вопросов**

---

<sup>18</sup> Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества. (Учебное пособие). Днепропетровск. 1980. 107 с.

Одно из важнейших достоинств метода контрольных вопросов является, возможность применяться его для уточнения постановки задачи руководителю, в той ситуации, когда еще нет эксперта. ЛПР может использовать специально подготовленный список контрольных вопросов в виде само монолога.

### **Метод «Лицом к лицу»**

Достоинство метода «лицом к лицу» - ее простота.

Но он имеет и серьезные недостатки:

1. Эксперты анализируют лишь часть имеющейся в их распоряжении информации.

2. Обсуждение часто уходит в сторону от основной цели экспертизы. Много времени тратится на не относящиеся к делу разговоры.

3. Наибольшее влияние на выработку оценок оказывают наиболее коммуникабельные члены экспертной группы.

Эти недостатки приводят к тому, что в целом метод «лицом к лицу» имеет преимущества перед другими способами группового опроса лишь в редких случаях.

## **8. Метод комиссий**

### **Недостатки метода и трудности его проведения:**

1. Группа экспертов обычно подбирается «волевым путем» — так называемым способом назначения, не рассматривая другие способы формирования группы экспертов.

2. Необходимость обучать:

a. организаторов метода: технике психологов — специалистов по общению;

b. экспертов: форме и стилю его проведения, межличностному общению. (Средствами обеспечения открытости общения могут служить, в частности, личные высказывания экспертов и, по возможности, отказ от обезличенных суждений типа «обычно считается, что...» или «говорят, что...». Конечно, открытость предполагает не только готовность заявить собственную позицию, но и желание и умение воспринять позицию других экспертов).

Обучать экспертов следовать принципу психологической безопасности: позиция эксперта и те суждения, которые он высказывает, не должны оскорблять достоинство других экспертов или превращать обсуждение проблемы в способ утверждения собственного превосходства; важно взаимное стремление и готовность экспертов к рассмотрению и решению обсуждаемой проблемы.

3. Общая трудность задачи соотнесения, координирования собственной точки зрения эксперта с другими мнениями.

Достоинство метода «комиссий», по сравнению с методом «лицом к лицу» состоит в том, что эксперты используют больший объем исходной информации.

Кроме того, очная форма общения экспертов значительно сокращает время на экспертизу, облегчает получение единого согласованного мнения.

Рекомендации по повышению эффективности процедур, в которых предусмотрен свободный и очный обмен мнениями между экспертами, то есть общение. В этом случае, желательно пользоваться рекомендациями психологов специалистов по общению (см. например, работы проф. МГУ Л.А. Петровской). Так, например, используя эти методы для получения

качественного прогноза, необходима открытая позиция при общении экспертов по рассматриваемому вопросу.

Одним из средств реализации открытости могут служить, в частности, персонифицирование высказываний и, по возможности, отказ от обезличенных суждений типа «обычно считается» или «говорят».

Конечно, открытость предполагает не только готовность заявить собственную позицию, но и готовность, умение воспринять позицию других экспертов.

В рамках обсуждения проблемы экспертам необходимо следовать принципу психологической безопасности. Ваша позиция как эксперта и те суждения, которые вы предлагаете для обсуждения, не должны угрожать чувству достоинства других экспертов. И хотя, конечно, речь идет не о совпадении взглядов и оценок, для нас важен сам факт взаимного стремления и готовности к рассмотрению и решению обсуждаемой проблемы.

К сказанному можно добавить и манеру подачи информации каждым экспертом: нельзя допустить обсуждение проблемы в способ утверждения собственного превосходства.

Эти, казалось бы, азбучные истины хотя и широко известны, но часто игнорируются как экспертами, так и другими субъектами, участвующими в разработке прогнозов.

Задача соотнесения, координирования собственной точки зрения с другими мнениями не всегда решается просто. Этому тоже нужно обучаться. Таким образом, экспертов необходимо обучать межличностному общению.

При этом необходимо учитывать критерии эффективности общения и понимать сложность их учета. Так, например, достижение цели конкретным экспертом не может быть признано удовлетворительным

критерием. И здесь автор согласен с проф. МГУ Ю. Жуковым в том, что целесообразно считать эффективными те обсуждения, в которых выявляется нереалистичность наших целей или в которых наши цели уточняются или видоизменяются.

Степень взаимопонимания между экспертами и уровень координации их усилий, пожалуй, - это наиболее продуктивные критерии эффективности их общения.

### **Процедура «суда»**

Процедура «суда» обладает теми же преимуществами, что и метод комиссий.

Преимущество метода «суда» состоит в росте информативности экспертов, поскольку при обсуждении эксперты приводят обоснования своих оценок, под воздействием которых некоторые участники могут изменить первоначальную точку зрения. Так же при использовании метода суда имеет место взаимное влияние мнений экспертов, которое при соблюдении ряда условий, может способствовать созданию творческой атмосферы и непрерывному генерированию идей.

### **Итеративная процедура "Дельфи".**

Процедура "Дельфи" как попытка предвосхитить будущее путем коллективной процедуры имеет ряд недостатков.

Это сомнения в достоверности результатов, полученных путем прямолинейного агрегирования индивидуальных мнений группы экспертов, представляющей научное сообщество, а также размытость целей и результатов, высокая вероятность выработки детерминистского и пассивного взгляда на будущее.

Другие недостатки процедуры:

1. Субъективность мнений специалистов, участвующих в опросе;
2. Отсутствие возможности сталкивать в споре мнения экспертов;
3. Непропорционально большие затраты времени на организацию и проведение;
4. Нехватка времени, которое отведено эксперту на обдумывание проблемы. (В этом случае эксперт может согласиться с мнением большинства, чтобы уйти от необходимости объяснения);
5. Недостаточно устранен конформизм экспертов.

Третий недостаток устраняется совершенствованием организации экспертиз путем создания автоматизированных систем обработки результатов опроса. Техническая реализация такой системы основана на использовании ЭВМ с внешними терминалами (дисплеями). ЭВМ обеспечивает представление вопросов экспертам (общающимся с ней через их персональные дисплеи), сбор и обработку результатов ответов, запрос и выдачу аргументации и другой необходимой информации для подготовки ответов.

Пояснение по пятому пункту. Некоторые специалисты считают, что «предположение о том, чтобы те, кто резко расходится с мнением большинства, обосновали свою точку зрения, может привести к усилению эффекта приспособления, а не уменьшить его, как это было задумано».

#### Достоинства.

Процедура Дельфи имеет несомненные преимущества по сравнению с методами, основанными на обычной статистической обработке результатов индивидуальных опросов. Он позволяет уменьшить колебания по всей совокупности индивидуальных ответов, ограничивает колебания внутри групп. При этом, как показывают проводимые эксперименты, наличие малоквалифицированных экспертов оказывает менее сильное влияние на групповую оценку, чем простое усреднение результатов

ответов, поскольку ситуация помогает им исправить ответы за счет получения новой информации от своей группы.

Прогнозирование по методу Дельфи оказывается эффективным и в достижении ряда других, принципиально важных для выявления приоритетов, результатов. Это познавательный эффект, обучение и расширение кругозора экспертов — участников опроса, картирование компетенций в отдельных дисциплинах, технических областях и странах, выработка консенсуса представителей различных секторов научно-технической сферы и, что не менее важно, стимулирование широкого обсуждения научной общественностью тенденций научно-технологического развития своей страны и мира<sup>19</sup>.

#### Опыт использования этой процедуры.

Т. Гордон и О. Гелмер в своем исследовании Дельфийской процедуры в 1964 г. отметили, что сходимость оценок встречается более часто, чем их расхожимость. Кроме того, неопределенность прогноза возрастает с увеличением периода упреждения, и трех итераций обычно достаточно для любого прогноза [257].

На первом этапе использования процедуры Дельфи его объектами исследования явились: научные прорывы, рост населения, автоматизация, исследование космоса, возникновение и предотвращение войн, будущие системы оружия.

В настоящее время этот метод часто используется в технологическом прогнозировании, данные которого затем используются в планировании производства и сбыта продукции.

---

<sup>19</sup> Нанотехнологии: форсайт. Под ред. Гапоненко Н.В. Из-во. «Современная экономика и право. М.: 2006



В дальнейшем, рассматривая опыт использования метода Дельфи, в ключевых зарубежных странах, мы будем цитировать монографию «Нанотехнологии: форсайт»<sup>20</sup>.

Для целей национального и отраслевого технологического прогнозирования этот метод впервые был использован в Японии (с 1970 года выполнено уже шесть исследований). Впоследствии, преимущественно в течение последнего десятилетия (можно говорить о буме этого метода в 90-е годы), в Германии, Франции, Великобритании, Испании, Австрии и Южной Корее (в значительной степени по японскому образцу).

Опрос по методу Дельфи в Японии проводится каждые пять лет с временным диапазоном до 30 лет, постепенно охватывая все области науки и техники. Если первый опрос, прогнозировавший на период 1970-2000 гг., смог охватить 5 направлений и 644 темы, то последний, охватывающий период 1996-2025 гг., уже включал 14 направлений и 1072 темы: материалы и их обработка; информатика; электроника; науки о жизни; здравоохранение и социальное обеспечение; изучение и использование космического пространства; науки о Земле и океанология; энергетика и природные ресурсы; экология; сельское хозяйство, лесная промышленность и рыбоводство; промышленное производство; урбанизация и строительство; связь; транспорт.

Респондентам последнего опроса предлагалось оценить технологические темы с точки зрения их вклада в социально-экономическое развитие, улучшение качества жизни и решение экологических проблем, а также их значение в целом. Участники опроса должны были определить временной диапазон, в течение которого перечисленные технологии будут реализованы как в Японии, так и других

---

<sup>20</sup> Нанотехнологии: форсайт. Под ред. Гапоненко Н.В. Из-во. «Современная экономика и право. М.: 2006

ведущих странах, а также очертить круг мер, которые необходимо для этого предпринять государственным властным структурам.

Во Франции в начале 1994 г. при использовании метода Дельфи было проведено широкое обследование перспектив развития 15 основных научно-технических направлений (электроника, физика элементарных частиц, проблемы окружающей среды, урбанизации и т.д.). Для экспертных оценок было привлечено свыше 1 000 специалистов из различных секторов экономики — 45% представители промышленной науки, 30% государственных НИИ и 25% сотрудники университетов, что в целом отражало структуру научного сектора экономики Франции. Этому же принципу следовали при формировании групп экспертов и большинство стран, начинающих работу над прогнозами и приоритетами.

В 1991 г. Министерство исследований и технологии Германии провело сравнительный анализ оценок японских и немецких экспертов, используя японский вопросник. Результаты в целом показали сходство позиций экспертов для двух стран относительно развития перспективных технологий, хотя и выявились определенные различия, отражающие национальную культурную и промышленную специфику этих стран.

В Великобритании с 1994 г. также началось использование метода Дельфи для выбора национальных научно-технических приоритетов. Однако, в отличие от Германии и Франции, страна не пошла по пути копирования японского опыта (например, во Франции при опросе ученых-экспертов в качестве приоритетного ставился вопрос о перспективах исследований по проблемам рисоводства, напрямую заимствованный из японской методики).

На более низком уровне агрегирования – региональном, отраслевом или проблемном — в ряде стран, например в Германии проводится изучение перспективных приоритетов по методу Мини-Дельфи.

За истекший период круг прогнозируемых процессов с помощью метода Дельфи значительно расширился, но несомненно, что наибольшее применение этот метод нашел в областях, связанных с научно-техническим прогрессом. В частности, в нашей стране данный метод применялся для определения основных направлений научных исследований в области средств вычислительной техники и прогнозирования их характеристик, для оценки перспектив развития отраслей. В последнем случае с помощью данного метода могут быть решены следующие задачи:

- определение сроков выполнения работ от выдачи технического задания на работу до начала эксплуатации объекта;

- определение приоритетных направлений развития предприятий отрасли (по технологии производства, важнейшим экономическим характеристикам — объему производства, числу занятых, объемам фондов и т.п.);

- определение критериев оценок значимости научных разработок и др.

### **Рекомендуемое назначение.**

**Многие ученые утверждают, что метод Дельфи превосходит «обычные» методы прогнозирования, по крайней мере, при разработке краткосрочных прогнозов.**

**Процедуру Дельфи можно использовать лишь в том случае, когда априори ясно, что доля экспертов в группе, чьи оценки существенно отличаются от истинной, невелика. В противном случае процедура становится неэффективной**

**Процедура Дельфи плохо работает, когда ее используют для прогнозирования развития объектов, сложных для понимания**

экспертов (На основе экспериментальных данных). На наш взгляд, это, скорее всего, связано не с самой процедурой Дельфи, а со стандартной процедурой усреднения экспертных оценок, которая необходима, в том числе и в Дельфийской процедуре.

Стандартная процедура усреднения экспертных оценок, как этап преобразования информации, получаемой от группы экспертов, основывается на следующих двух правилах:

- при усреднении используются оценки всех участвовавших экспертов;

- усредненная оценка, будь то средняя порядковая, например, медиана, или аналитическая, например, средняя арифметическая, всегда находится между оценками экспертов (тернарное отношение “между” можно рассматривать не только на множестве чисел).

Таким образом, если установлено, что объект, прогноз которого необходимо разработать, чрезвычайно сложен для привлеченных экспертов, то необходимо использовать такой метод прогнозирования, в котором процедура усреднения экспертных оценок не является стандартной. Таким усреднением являются, например, ядерные подгруппы, описанные в параграфе 4.2.

#### Рекомендации по повышению эффективности метода:

1. Группы экспертов должны быть стабильными и численность их должна удерживаться в благоразумных рамках.

2. Время между турами опросов должно быть не более месяца.

3. Вопросы в анкетах должны быть тщательно продуманы и четко сформулированы.

4. Число туров должно быть достаточным, чтобы обеспечить всех участников возможностью ознакомиться с причиной той или иной оценки, а также и для критики этих причин.

**5. Должен проводиться систематический отбор экспертов.**

**6. Необходимо иметь самооценку компетенции экспертов по рассматриваемым проблемам.**

**7. Нужна формула согласованности оценок, основанная на данных самооценок.**

### **"Дельфи- конференция"**

**К достоинствам процедуры “Дельфи–конференция” относится существенно большая скорость обмена и обработки информации от итерации к итерации, что в свою очередь может привести к повышению качества прогноза.**

**Однако у процедуры есть важный недостаток: эксперты не видят друг друга, и тем самым отсутствует такой важный аспект средств самовыражения, как невербальные проявления общения между участниками. К невербальным элементам общения психологи относят мимику, движения тела, диалог взглядов и многое другое, включая пространственную близость экспертов. “диалог взглядов” и многое другое, включая пространственную близость между экспертами. Отсутствие распознаваемых и четко идентифицируемых невербальных элементов общения в процедуре Дельфи—конференция уменьшает объем информации, доступной экспертам, что несколько снижает эффективность процедуры. Тем более, что общее количество невербальных элементов общения сопоставимо со словарным запасом родного языка.**

### **Метод анализа на проблемных сетях.**

**Достоинства метода. При использовании анализа на проблемных сетях появляется возможность:**

- синтеза формальных и неформальных способов исследования;
- начинать и вести работы одновременно для всех проблем сети, что сокращает сроки проведения исследования;
- резко снизить организационные нагрузки по обеспечению соответствующих контактов (из-за независимости работ);
- убрать опасность искажения поступающей информации (например, вследствие её ошибочной интерпретации получателем);
- заранее обеспечивать все условия «стыковки» проблемных оценок на этапе составления проблемной сети, а саму «стыковку» выполнять формальными средствами в рамках соответствующей системы уравнений;
- при комплексных исследованиях свободно инкорпорировать необходимые фрагменты в виде тех или иных формальных моделей, без каких - либо изменений ее формальной стороны;
- при включении в анализ формальной модели - синтезировать множество условных прогнозов эндогенной переменной модели в интегрированный, безусловный прогноз, что представляется существенным для ЛПР;
- при включении в проблемную сеть детерминированной формальной модели - получить прогноз ее эндогенных (а равно и экзогенных) переменных не в виде точечной оценки, а в виде распределения, т.е. в форме более удобной для интерпретации и практического использования;
- позволяет придать экспертной коррекции характер более систематический, эксплицированный и системный, чем простая внешняя поправка модельных результатов;
- для объединения иерархически соподчиненных структур с ожидаемыми, привнося в них многовариантность и снимая ограничения, с которыми сталкивается любой эксперт, когда в рамках метода решающих

деревьев, решающих матриц или аналогичных процедур даёт числовые оценки, ориентируясь на единственный, хотя и наиболее вероятный, вариант условий;

- выполнения формальных операций ЭВМ и практической реализации метода в виде функционирования некоторой человеко-машинной системы, обеспечивающей многократные взаимодействия экспертов и ЭВМ.

### Недостатки метода

При использовании анализа на проблемных сетях имеются следующие недостатки:

- экспертам трудно давать численные оценки вероятности событий;
- для экспертов вопрос об адекватности численных вероятностных оценок является сложным;
- при однократной оценке на проблемных сетях может быть невысокое качество, т.к. при наличии второстепенной информации с точки зрения состояний рассматриваемой проблемы эксперт берет за основу свою грубую оценку безусловной вероятности состояния и затем корректирует её с учетом добавочной информации;
- для повышения качества оценок есть необходимость в проведении нескольких туров;
- включение формальной модели в анализ на проблемной сети порождает ряд полезных эффектов, которые могут отсутствовать при использовании этой модели самой по себе.

### Общее замечание.

При выборе метода необходимо также рассматривать такое его свойство, как его способность к саморазвитию.

Почему одни методы, например метод комиссий, не очень обогатились за свою многолетнюю практику. А другие, например, мозговая атака, существенно, за счет творчества большой массы практиков и теоретиков, усовершенствовались. (Здесь можно провести аналогию с анекдотом, фабулу которого мог придумать один человек, а усовершенствуют многие).

Необходимые условия саморазвития метода:

1. Нежесткая схема формирования метода;
2. Внешняя простота,
3. Наличие положительной обратной связи.



### **§ 6.3. Систематизация методов экспертного прогнозирования.**

**Перейдем к следующей задаче главы и попытаемся систематизировать некоторую часть экспертных методов прогнозирования.**

По нашему мнению, корректная систематизация процедур (методов) прогнозирования позволит подойти к вопросу о классификации экспертных процедур и рассмотрению их моделей. Кроме того, систематизация методов прогнозирования позволит разработать общий взгляд на экспертные процедуры как на часть экспертных методов прогнозирования.

На стадии становления прогностики проблема систематизации и тем более классификации процедур (методов) прогнозирования приобретает особую значимость. Систематизировать процедуры (методы) прогнозирования необходимо так, чтобы основание классификации определялось спецификой и характерными особенностями самих методов прогнозирования, их внутренней природой.

Нельзя сказать, что классификаций методов нет. В зарубежной и отечественной литературе их встречается немало. Отличаются они, в первую очередь, основаниями (иногда их называют критериями). Критический анализ существующих классификаций выполнен в некоторых работах [47,184].

Решающим моментом построения всякой классификации является, по мнению В.А. Федорова [184], выбор ее основания, который предопределяет ее структуру и характер. Основание дает возможность «видеть вещь как бы удвоенно: во-первых, в ее непосредственности и, во-вторых, в ее основании» [211], причем через основание путем опосредования раскрывается часть ее содержания. В то же время произвольный, необдуманый выбор основания классификации иногда выделяет

незначительно различающиеся модификации фактически одного и того же метода как самостоятельные методы прогнозирования.

Кроме того, необходимо четко провести границу между классификацией прогнозов и классификацией методов прогнозирования. Конечно, обе классификации необходимы для системного подхода к прогнозированию. В литературе по прогнозированию предложен ряд оснований для построения классификационных схем.

Типовые основания для классификации: степень гипотетичности [110]; объектная область; степень охвата (общие и частные); виды исполнителей и органов, использующих прогнозы (государственные); сложность объекта (простые и комплексные); применяемых методов.

Во всех этих случаях классифицируют, конечно, не методы прогнозирования, а чаще всего сами прогнозы. Обзор оснований для классификации выполнен в работе [313]. Наиболее распространенное основание классификации - время упреждения. По этому основанию прогнозы делят на: краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные.

Таким образом, оснований или, как их еще называют некоторые авторы, критериев для классификации прогнозов немало. Но именно прогнозов, а не процедур (методов) прогнозирования. Так, например, В.А. Лисичкин [80] приводит 33 критерия для классификации прогнозов.

Что же касается классификации методов прогнозирования, то оснований для нее существенно меньше.

Независимо от того, были ли предложены какие-либо критерии и были ли попытки построить ту или иную классификацию, большинство авторов указывает, как правило, три или четыре основные группы методов прогнозирования. Чаще всего называют методы экстраполяции, методы экспертных оценок, методы моделирования, несколько реже в число

основных попадают патентные методы, метод огибающих кривых, аналитические методы, метод построения «дерева целей» и т.д. Некоторые авторы полагают, что необходимо рассматривать полииерархическую классификацию методов прогнозирования. При этом, какие бы критерии ни использовались, обязательно сохраняется одно из основных требований к любой классификации - недопустимость пересекающихся подмножеств. Но это нередко происходит при попытках дать классификацию.

На наш взгляд, для того чтобы создать классификацию методов прогнозирования, необходимо рассмотреть формальное определение метода прогнозирования и тем самым очертить совокупность (множество) методов, а также задать отношение эквивалентности на этом множестве, чтобы можно было указать, какие из методов эквивалентны, а какие нет.

Для решения этой предварительной задачи введем важное ограничение на множестве прогнозных методик. Рассмотрим только групповые процедуры, а в следующем параграфе главы зададим отношение эквивалентности на множестве итеративных процедур.

Ключевая проблема экспертного прогнозирования - получение новой высококачественной экспертной информации. Инструментом для получения такой информации являются экспертные процедуры (методики).

По мнению Э. Квейда [63], методика решения той или иной проблемы должна представлять собой такой набор правил и приемов, применение которого удовлетворяет следующим требованиям.

«1. Результат, достигнутый при анализе, может быть воспроизведен другим исследователем.

2. Все исходные данные, допущения и оценки представляются в наглядной форме и доступны для проверки.

3. Выбранные правила должны быть достаточно надежны и с большой вероятностью обеспечивать получение искомого результата.

4. Правила должны быть экономными, способными давать результат с наименьшими затратами средств и времени».

На наш взгляд, это определение методики решения проблем в полной мере относится к прогнозным методикам, в том числе и экспертным.

Есть и другие определения, например, в работе [31] предложена общая схема экспертной процедуры и ряд определений.

По М.В. Шнейдерману [202], к настоящему времени сложилось четыре основных типа процедур, предназначенных для получения экспертной информации:

1) одноразовые (однотуровые) процедуры с непосредственным взаимодействием экспертов (например, «мозговая атака»);

2) одноразовые процедуры без взаимодействия экспертов (например, массовые опросы);

3) итеративные процедуры с непосредственным взаимодействием (например, «дискуссии за круглым столом»);

4) итеративные процедуры без непосредственного взаимодействия (процедуры типа «Дельфи»).

Подробное описание последнего типа процедур содержится в следующем параграфе.

Мы предлагаем типологию, близкую к работе Шнейдермана. Все методы, используемые в экспертном прогнозировании, условно разбиваем на пять совокупностей.

При рассмотрении первой совокупности методов исходим из модели поиска новой информации как серии более или менее случайных, осознанных или неосознанных последовательных проб. В этом случае для повышения эффективности поиска новой информации используется увеличение хаотичности поиска.

Таким образом, к первой совокупности методов относятся специальные психологические методы, позволяющие избежать инерционной направленности поиска. Они вводят элементы случайности, непредусмотренности, активизируют ассоциативные способности человека, увеличивают число проб. Это так называемые «методы психологической активизации творчества». К ним относятся, например, метод фокальных объектов, метод «мозговой атаки» и процедура «Синектика». В эту же совокупность включается ряд модификаций метода «мозговой атаки»: «обратный штурм», «мозговая осада», групповое решение задач, конференция идей, массовая «мозговая атака» и т.д.

Таким образом, к первой совокупности относятся процедуры и методы с номерами 1÷4 в рамках нумерации, заданной в § 2.1.

Ко второй совокупности относим методы систематизации перебора. Это методы, в которых для повышения эффективности поиска новой информации систематизируется перебор вариантов, увеличивается их число, исключаются свойственные ненаправленному поиску повторы и постоянный возврат к одним и тем же идеям. К методам систематизации перебора относятся, в первую очередь, морфологический анализ и его различные модификации, а также многочисленные «списки контрольных вопросов». Таким образом, ко второй совокупности относятся процедуры и методы с номерами 5-6 в рамках нумерации, заданной в § 2.1.

Все остальные простейшие и не итеративные процедуры отнесем к третьей совокупности. Их характеристиками являются:

- неформализованность и неструктурированность процедур;
- активное взаимодействие всех экспертов;
- личный контакт между всеми экспертами;
- отсутствие обратной связи;
- полный обмен информацией между участниками.

К этой совокупности относятся процедуры «лицом к лицу», метод комиссий, процедура «суда», а также метод «ситуационного анализа». Таким образом, к третьей совокупности относятся процедуры и методы с номерами 7÷10 в рамках нумерации, заданной в § 2.1.

Все вышеперечисленные методы и процедуры не структурированы, что затрудняет их формализованное использование. В дальнейшем мы перейдем к обзору структурированных процедур. Наиболее известная из них - Дельфийская.

Методы, в которых для повышения эффективности поиска новой информации используется итерация и обратная связь, относятся к четвертой совокупности. Любая методика из этой совокупности может быть представлена как реализация обобщенной модели итеративной процедуры. Модель состоит из четырех кортежей, каждый из которых описывает параметры как принимающих информацию экспертов, так и дающих ее, а также параметры взаимодействия между экспертами и процедуру в целом. В основу этой модели положено информационное взаимодействие группы экспертов при следующих ограничениях:

- число итераций (туров) в процедуре не меньше двух;
- не все эксперты группы взаимодействуют непосредственно;
- существует обратная связь.

Обобщенная модель итеративной процедуры разработана и подробно описана в монографии автора [152], а развитие модели дается в следующем параграфе. Итак, к четвертой совокупности методик относятся итеративные процедуры типа «Дельфи» [242,272]. Среди других многотуровых процедур можно указать «Дельфи-конференцию», предложенную М. Турофом и описанную в 1972 г. [314], а также процедуру «Дельфи II», предложенную Б. Брауном, Н. Делки, др. [228] и процедуру «Шанг», предложенную Д. Фордом в 1975 г. [252]. Ряд интересных итеративных процедур предложен сотрудниками ИПУ РАН. Это процедура «парных взаимодействий», предложенная в 1972 г. С.Б. Котляром [72], и «последовательная процедура», предложенная Л.А. Панковой и М.В. Шнейдерманом в работе [114] в 1975 г. Все вышеуказанные методики могут быть представлены как реализация обобщенной модели. Таким образом, к четвертой совокупности относятся процедуры и методы с номерами 11÷18 в рамках нумерации, заданной в §2.1.

В пятой совокупности методов хотя и используются экспертные оценки как необходимый элемент, но сама процедура их получения остается «в тени». Чаще всего это комплексные методы, предназначенные для анализа систем организационного управления и сложных систем. К этой же совокупности относятся методы организации или технологии, как, например, метод сценариев.

К пятой совокупности методов относятся также метод прогнозного графа, предложенный В.М. Глушковым и его сотрудниками [41], метод перекрестного воздействия, предложенный Т. Гордоном и О. Хелмером [257], «Анализ на проблемных сетях», разработанный С.А. Петровским [9,10], метод решающих матриц, предложенный в 1966 г. Г.С. Поспеловым [127], метод ПАТТЕРН (Плановое руководство, использующее техническую оценку Чисел) [85]. Кроме того, методы ПРОФИЛ (Программированные

функциональные индексы для лабораторных работ) [193], QUEST (Количественные оценки полезности для науки и техники) [230], PERT [171], номинальной группы, разработанный Андре Л. Дельбеком и Эндрю Г. Ван де Веном в 1968 г. [169], и ряд других. Таким образом, к пятой совокупности относятся процедуры и методы с номерами 19÷27 в рамках нумерации, заданной в § 2.1.

Достаточно полный обзор методов и методик, используемых в экспертизе, рассмотрен в монографии [152].



## § 6.4. Модель итеративной групповой экспертной процедуры

В параграфе построена модель итеративной групповой экспертной процедуры. Модель охватывает все используемые на практике и описанные в аналитическом обзоре итеративные групповые экспертные процедуры. Введено определение эквивалентности пары итеративных процедур, позволяющее анализировать эти процедуры, сравнивать их для поиска новых и улучшения имеющихся, а также подходить к выбору процедуры адекватной объекту исследования и отвечающей дополнительным ограничениям (финансовым, временным).

Как было показано в предыдущих параграфах второй главы, существует и активно используется немало итеративных экспертных процедур. Для их систематического анализа, сравнения, поиска новых, и улучшения имеющихся желательно иметь обобщенную модель итеративной групповой экспертной процедуры. **Такая модель будет полезна для решения одного из важнейших вопросов групповой экспертизы - подбора наиболее подходящей процедуры.** Кроме того, использование развернутой модели итеративной процедуры снимет многие неясности в описании существующих процедур и позволит достаточно полно описывать новые процедуры.

Можно привести немало показателей, характеризующих итеративные процедуры с различных точек зрения. Целесообразно рассмотреть показатели, характеризующие отдельные экспертные итеративные процедуры с точки зрения удобства их использования, экономичности, временных и материальных затрат и т.д. В данном параграфе подбираются показатели, характеризующие процедуру с точки зрения главной нашей задачи - повышения качества экспертного заключения.

Часто эти показатели взаимосвязаны. Так, например, число итераций в процедуре зависит от «правила остановки». Интересную попытку

построить логическую основу для систематического анализа итеративных процедур предпринял М.В. Шнейдерман [202, 204].

По аналогии с работой [202], будем именовать «приемником» эксперта, принимающего в данный момент информацию от другого или других экспертов. Эксперта, передающего свою информацию одному (нескольким экспертам) или методологу, будем называть «датчиком».

Отталкиваясь от работ М.В. Шнейдермана [202, 204], при построении модели процедуры мы также будем брать за основу информационные аспекты процесса получения информации группой экспертов.

Отметим предварительно ряд ограничений на экспертную процедуру.

1. Группа состоит не менее, чем из двух экспертов.
2. Число итераций конечно и не меньше двух.
3. Не все эксперты группы взаимодействуют непосредственно друг с другом.

Условно разделим показатели, характеризующие экспертную итеративную групповую процедуру, на четыре совокупности:

- показатели, характеризующие взаимодействие экспертов и связанное с ним преобразование информации;
- показатели, характеризующие экспертов, дающих информацию (датчиков);
- показатели, характеризующие экспертов, принимающих информацию (приемников);
- показатели, характеризующие процедуру в целом.

Сообразно этому разделению показателей проведем построение модели в четыре этапа.

## Этап 1.

Рассмотрим показатели (характеристики) взаимодействия экспертов и правило преобразования информации (вид обратной связи) на  $i$ -й итерации. Вопросы, выявляющие формы взаимодействия экспертов и правило преобразования информации, на наш взгляд, таковы:

- каковы формы информационного взаимодействия экспертов?
- каков вид результирующего отношения, полученного после преобразования индивидуальных суждений в групповое?
- каков вид дополнительной интегрированной информации, если она используется?

Используя ответы на эти вопросы, введем следующие показатели взаимодействия экспертов и преобразования информации в итеративной процедуре и укажем варианты их изменения.

1. Формы информационного взаимодействия экспертов на  $i$ -ой итерации (ФВ).

1.1. Полное отсутствие взаимодействия (ФВ1).

1.2. Полная анонимность. Эксперт, хотя и получает информацию от датчиков, но не знает, чья эта информация (ФВ2).

1.3. Частичная анонимность. Эксперт не знает, от кого информация, но получает сведения, характеризующие датчика как специалиста (ФВ3).

1.4. Непосредственное взаимодействие части группы экспертов. Эксперт знает, кто дает информацию (ФВ4).

2. Вид результирующего отношения на  $i$ -ой итерации (РИ).

2.1. Индивидуальные суждения не преобразуются в групповое (РИ1).

2.2. Позиционные средние для чисел (типа медианы) (РИ2).

2.3. Аналитические средние для чисел (типа средней арифметической) (РИ3).

2.4. Медиана Кемени (для ранжировок) (РИ4).

2.5. Среднее по Кемени (для ранжировок) (РИ5).

2.6.  $\text{sign} [\text{sign}(x_j - y)]$ , где  $x_j$  - оценка  $j$ -ого эксперта,  $y$  - середина интервала (РИ6).

3. Вид дополнительной интегрированной информации (ДИ).

3.1. Дополнительная информация отсутствует (ДИ1).

3.2. Показатель разброса оценок (например, интервал между крайними квантилями) (ДИ2).

3.3 Обоснование своих оценок (ДИ3).

4. Вид дополнительной информации, скрытой от экспертов (СДИ) (введен А.А. Вартамян [32]).

4.1. Скрытая дополнительная информация отсутствует (СДИ1).

4.2. Средний групповой интервал (СДИ2).

4.3. Часть исходного интервала, определяемая групповым суждением (СДИ3).

## **Этап 2.**

Рассмотрим существенные показатели, характеризующие датчики или датчика на  $i$ -ой итерации. Сформулируем основные вопросы, касающиеся датчиков.

1. Сколько датчиков и/или, какова их доля в группе экспертов?

2. Кто определяет датчиков?

3. Каково основание для определения датчиков?

4. В каком виде датчики дают информацию?

5. Как происходит опрос датчика?

Используя ответы на эти вопросы, введем показатели, характеризующие датчиков.

1. Доля датчиков в группе экспертов или их число на  $i$ -ой итерации (ДД).

1.1. Один эксперт из группы является датчиком на  $i$ -ой итерации (ДД1).

1.2. Более одного, но не все эксперты группы являются датчиками на  $i$ -й итерации (например, одна треть группы или ее половина) (ДД2).

1.3. Все эксперты группы являются датчиками информации на  $i$ -й итерации (ДД3).

2. Условие назначения лиц, определяющих датчиков, в случае, если не все члены группы ими являются (КД).

2.1. Датчиков определяют лица, не являющиеся членами группы экспертов (например, ЛПР или методолог) (КД1).

2.2. Датчиков определяет выделенный на этой итерации эксперт (КД2).

2.3. Эксперт сам определяет, является ли он датчиком на  $i$ -ой итерации (КД3).

3. Правило (основание) для выбора датчиков в случае, если не все члены группы ими являются (ПД).

3.1. Датчиков определяют на  $i$ -ой итерации случайным образом (ПД1).

3.2. Датчиков определяют на основе значения некоторого показателя (ПД2).

3.3. Датчиков определяют в некоторой последовательности, на основе комбинации вышеуказанных правил (ПД3).

4. Вид выходной информации от экспертов-датчиков на *i*-й итерации (ИД). (Полный список простейших видов экспертных оценок и пояснение к ним даны в § 2.3. и § 2.4.)

4.1. Вербальная оценка, включая оценки «если.., то..» (ИД1,0).

4.2. Группировка (ИД2,0).

.....

4.11. Функциональная оценка (ИД 11,0).

4.12. Вербальная оценка и степень уверенности эксперта в ней, выраженная в вербальном виде (ИД1,1).

.....

4.77. Функциональная оценка и степень уверенности в ней, выраженная в функциональном виде (ИД11,11).

4.78. Комбинация простейших видов оценок (ИД 78).

4.79. Развернутые сообщения (ИД 79).

4.80. Обоснования - индивидуальные аргументы в защиту своих оценок или развернутые сообщения (ИД 80).

5. Способ опроса датчика на *i*-й итерации (ОД).

5.1. Анкетирование (ОД1).

5.2. Интервью (ОД2).

5.3. Смешанное анкетирование (ОД3).

### Этап 3.

Рассмотрим показатели, характеризующие приемника (эксперта) или приемников информации на  $i$ -ой итерации.

Таков, на наш взгляд, перечень основных вопросов, касающихся приемников информации в итеративной процедуре.

1. Сколько приемников информации и/или какова их доля в группе экспертов?

2. Кто определяет приемников информации?

3. Каково основание для выбора приемников информации?

4. В каком виде эксперты (приемники информации) получают ее?

На основании ответов на эти вопросы введем следующие показатели приемников-экспертов и дисконтируем их как варианты.

1. Число приемников или доля их в группе экспертов, принимающих информацию на  $i$ -ой итерации (ДП).

1.1. Один эксперт из группы принимает информацию на  $i$ -ой итерации (ДП1).

1.2. Более одного, но не все эксперты группы принимают информацию на  $i$ -ой итерации (например, двое или четверть группы) (ДП2).

1.3. Все эксперты группы принимают информацию на  $i$ -ой итерации (ДП3).

2. Условие назначения лиц, определяющих приемников, если не все из них принимают информацию на  $i$ -ой итерации (КП).

2.1. Приемников-экспертов определяют лица, не являющиеся членами группы (КП1).

2.2. Приемников-экспертов определяет выделенный на этой итерации эксперт (КП2).

3. Правило (основание) для выбора приемников в случае, если не все члены группы ими являются (ПП).

3.1. Приемников определяют на *i*-ой итерации случайным образом (ПП1).

3.2. Приемников определяют на основе значения некоторого показателя (ПП2).

3.3. Приемников определяют в некоторой последовательности на основе комбинации вышеуказанных правил (ПП3).

4. Вид входной информации для эксперта (приемника) на *i*-й итерации (ИП) (полный список простейших видов экспертных оценок и пояснения к ним даны в § 2.3 и § 2.4).

4.1. Вербальная оценка (ИП 1,0).

4.2. Группировка (ИП 2,0).

.....

4.11. Функциональная оценка (ИП 11,0).

4.12. Вербальная оценка и степень уверенности эксперта в ней, выраженная в вербальном виде (ИП 1,1).

.....

4.77. Функциональная оценка и степень уверенности в ней, выраженная в функциональном виде (ИП 11,11).

4.78. Комбинация простейших видов оценок (ИП 78).

4.79. Развернутые сообщения (ИП 79).



4.80. Обоснования - индивидуальные аргументы в защиту своих оценок (суждений) или развернутых сообщений (ИП 80).

#### **Этап 4.**

Заключительный. Рассмотрим показатели групповой итеративной процедуры, характеризующие ее как некое целое.

Обычно для получения достаточно полной картины групповой процедуры задают следующие вопросы тому, кто ее представляет.

1. Меняется ли и на какой итерации форма взаимодействия экспертов?

2. Меняется ли и на какой итерации правило преобразования информации?

3. Меняются ли правовая и информационная структуры группы экспертов?

4. Каковы правовая и информационная структуры группы экспертов?

5. Каково правило перехода от итерации к итерации?

6. Каково правило остановки итеративной процедуры?

7. Меняется ли и на какой итерации количество экспертов в группе?  
(Вопрос сформулирован в работе А.А. Вартамян [34].)

Ответы на эти вопросы позволяют ввести показатели итеративной процедуры и варианты их изменения.

1. Форма информационного взаимодействия экспертов (Вз). (В общем случае зависит от номера итерации.)

1.1. Форма взаимодействия экспертов не меняется от итерации к итерации (Вз1).

1.2. Форма взаимодействия экспертов изменилась лишь на последней итерации (Вз2).

1.3. Форма взаимодействия экспертов может меняться на каждой итерации (Вз3).

2. Правило преобразования информации (Пр.).

2.1. Правило преобразования информации не меняется (Пр1).

2.2. Правило преобразования информации изменилось лишь на второй итерации (Пр2). (Введено в работе А.А. Вартамян [34].)

2.3. Правило преобразования информации изменилось лишь на последней итерации (Пр3).

2.4. Правило преобразования информации может меняться на каждой итерации (Пр4).

3. Условие на правило изменения правовой и информационной структур группы (Из).

3.1. Структуры группы не меняются (Из1).

3.2. Структуры группы могут меняться на каждой итерации (Из2).

4. Правовая и информационная структуры группы (Ст). (В конце параграфа эти понятия будут раскрыты подробно.)

4.1. Структура группы однородна, все эксперты группы оперируют с одной информацией, а также обладают равными правами и обязанностями (Ст1).

4.2. В группе выделен один эксперт, отличающийся своими правами и/или обязанностями (Ст2).

4.3. В группе имеются одна или несколько подгрупп (локальное взаимодействие) (Ст3).

## 5. Правило перехода от итерации к итерации (Пе).

5.1. Необходимо получить информацию от всех участвующих в итерации экспертов, преобразовать ее и на этой основе запросить и получить дополнительную информацию от части экспертов (например, обоснование их суждений или степень уверенности в своих суждениях) (Пе1).

5.2. Необходимо получить от всех участвующих в итерации экспертов свои новые суждения или подтверждение своих прежних суждений (Пе2).

## 6. Правило остановки процедуры (Ос).

6.1. Остановка при достижении достаточной согласованности (близости) или совпадении на двух итерациях подряд, а также совпадении индивидуальных суждений экспертов (Ос1).

6.2. Остановка при достижении достаточно высокой или полной стабилизации (неизменяемости) суждений каждого из участвующих экспертов (Ос2).

6.3. Число итераций заранее задано (Ос3).

6.4. Остановка на основе других критериев (по желанию ЛПР, выделенного эксперта и т.д.) (Ос4).

6.5. Остановка при достижении достаточно высокой или полной стабилизации (неизменяемости) суждений заранее выделенной части экспертной группы (Ос5). (Правило введено в работе А.А. Вартамян [34].)

Конечно, мы рассмотрели не максимально полную по охвату модель итеративной процедуры. Ее необходимо дополнять, а возможно, и модифицировать. Но сам подход к построению модели итеративной процедуры, на наш взгляд, перспективен и должен использоваться.

Еще раз обращаем внимание на то, что при разработке модели мы не рассматривали удобство ее использования, экономичность и т.д., а сконцентрировали усилия лишь на тех показателях, которые влияют на качество экспертного заключения. Именно это было целью построения модели.

Разработанная нами модель дает инструмент описания широкого класса итеративных процедур.

В дальнейшем при описании любой итеративной процедуры следует руководствоваться определенными правилами, зафиксированными при описании модели. Так, например, если при введении новой итеративной процедуры не указано «правило остановки», то мы полагаем, что описание не полно.

Во всех случаях, когда описания процедуры в тех или иных частях не совпадают, модель дает возможность расположить кортежи, описывающие различные части процедуры, в определенном порядке. Это позволит избежать введения промежуточных описаний и обеспечит удобство для последующей компьютерной обработки.

Полученная нами модель детерминирована и достаточно детализирована.

Это позволяет нам рассмотреть другой пример практического применения разработанной модели - возможность сформулировать определение эквивалентности двух итеративных процедур.

**Определение 6.1.** Две итеративные экспертные процедуры без непосредственного взаимодействия всех экспертов эквивалентны, если четыре кортежа, характеризующие датчиков, взаимодействие приемников и процедуру в целом, покомпонентно совпадают.

Рассмотрим в качестве примера Дельфийскую процедуру.

Учитывая специфику Дельфийской процедуры, начнем рассмотрение с заключительной итерации. Все эксперты выступали как датчики - (ДДЗ), дали числовые оценки - (ИД9,0) посредством анкетирования - (ОД1).

При этом при взаимодействии экспертов соблюдалась полная анонимность - (ФВ2).

После преобразования информации исследователь подсчитывает медиану оценок - (РИ2), которая и является окончательной оценкой.

Таким образом, заключительную итерацию Дельфийской процедуры можно описать следующим образом:

$$\langle \text{ДДЗ}; \text{ИД9,0}; \text{ОД1}; \text{ФВ2}; \text{РИ2} \rangle = \text{N}.$$

На итерациях, не являющихся заключительными, кортеж выглядит так:  $\langle \text{КД1}; \text{ПД2}; \text{ДД2}; \text{ИД9,0}; \text{ОД1} \rangle = \text{Д}$ .

Это означает, вкратце, что часть группы экспертов - (ДД2), которых определяет исследователь (КД1), на основе значения показателя разброса данных экспертных оценок (ПД2) - дает обоснование своих суждений в числовом виде - (ИД9,0), посредством анкетирования - (ОД1).

На итерациях, не являющихся заключительными, необходимо описывать прием экспертами информации.

Все эксперты - (ДПЗ) - получают числовую оценку (медиану) - (ИП9,0) и интервал между крайними квартилями - (ИП8, 0), а также обоснования экспертов, давших значения вне интервала между крайними квартилями - (ИП80):

$$\langle \text{ДПЗ}; \text{ИП9,0}; \cup \text{ИП8,0}; \cup \text{ИП80}; \rangle = \text{П}.$$

Охарактеризуем процедуру в целом.

Форма взаимодействия в ней не меняется от итерации к итерации (Вз1), но правило преобразования информации на заключительной итерации отличается от остальных (обратная связь не нужна) - (Пр3). Структура группы не меняется - (Из1). Каждый раз, за исключением последней итерации в группе, наличествуют две подгруппы, по-разному дающие информацию - (Ст3).

Для того чтобы перейти к следующей итерации, необходимо получить информацию от экспертов, преобразовать ее и на этой основе запросить и получить дополнительную информацию - (Пе1). Процедура остановится лишь при достижении достаточной согласованности оценок - (Ос1).

«Вз1; Пр3; Из1; Ст3; Пе1; Ос1».

Так выглядит кортеж, характеризующий Дельфийскую процедуру в целом.

Итерацию процедуры, не являющуюся заключительной, можно представить следующим образом: «N; D; П», где N - обозначение заключительной итерации.

Рассмотрим теперь, опуская детали, модельную реализацию Дельфийской процедуры.

Процедуру в целом можно описать следующим образом:

- «Вз1; Пр3; Из1; Ст3; Пе1; Ос1»;
- взаимодействие - «ФВ2; РИ2; ДИ2»;
- датчики - «ДД3; ИД9,0; ОД1; ДД2; КД1; ПД2; ИД80; ОД1»;
- приемники - «ДП3; ИП9,0; ИП8,0; ИП80».

Рассмотрим, опуская детали, модельную реализацию процедуры парных взаимодействий.

Процедуру в целом можно описать следующим образом:

- «Вз1; Пр1; Из1; Ст3;Пе2;Ос1»;
- взаимодействие - «ФВ4; РИ1; ДИ1»;
- датчиков - «ДД2;КД1;ПД3;ИД5,0;ОД3»;
- приемников - «КП2; ПП1; ПП3; ИП5,0».

В заключение остановимся подробнее на структурных показателях модели итеративной экспертной процедуры. Как указывалось выше, существует несколько типов структуры экспертной группы:

- 1) однородная;
- 2) с параллельно функционирующими подгруппами (локальное взаимодействие);
- 3) с выделением эксперта, отличающегося своими правами и/или обязанностями;
- 4) с изменением ролей экспертов в ходе экспертизы.

Дадим краткое описание этих типов структур. Наиболее простая - однородная структура экспертной группы, при которой все эксперты выполняют одинаковые функции. Однородную структуру применяют в тех случаях, когда анализ объекта выполняют с одной профессиональной позиции (например, с позиции технической осуществимости) и когда подготовка ориентирующей информации для экспертов может быть выполнена организатором еще при постановке задачи.

Если же необходимо выполнить анализ объекта с профессионально различных точек зрения (например, с экономической и технической), то в ходе экспертизы применяют параллельную структуру. В таком случае экспертную группу разделяют на две или более относительно независимо

функционирующие подгруппы. Эти подгруппы могут функционировать одновременно и параллельно, обеспечивая анализ объекта с разных позиций, или же последовательно, так что результаты анализа, выполненного 1-й подгруппой экспертов, служат ориентирующей информацией для 2-й подгруппы и т.д.

Если организатор не может выполнить предварительный анализ задачи и подготовить ориентирующую информацию для экспертов, применяют структуру с выделением одного из экспертов (назовем его условно «лидером») для выполнения этих функций. Например, при проведении экспертной оценки качества продукции лидер (специалист по эксплуатации данной продукции) определяет набор показателей, которые следует учесть при оценке качества, и составляет шкалы измерения этих показателей. Остальные члены экспертной группы проверяют правильность рекомендаций лидера и проводят экспертные оценки по отдельным показателям.

Структуру с выделением лидера используют при небольшом числе членов экспертной группы, когда необходимо в максимальной степени обеспечить анализ проблемы каждым экспертом. В этом случае лидер не только определяет набор показателей, существенных при экспертизе, но и формирует приблизительный вариант решения проблемы и намечает показатели, подлежащие оцениванию остальными экспертами. Следующий эксперт назначает оценки по тем показателям, которые он способен оценить, уточняет вариант решения (или предлагает свой) и т.д. После «обхода» всех экспертов материал возвращается к лидеру, который формирует для экспертов новые задачи и т.д.

Общие свойства всех перечисленных видов структур - каждый эксперт входит в состав определенной экспертной группы и выполняет одни и те же обязанности в ходе экспертизы.



Применяют и такие виды структур, в которых эксперты последовательно в одной и той же группе выполняют различные роли или переходят в различные группы. Эти виды структур наиболее часто используют в деловых играх, причем специалисты последовательно анализируют объект с различных точек зрения.

### **Выводы к гл. 6**

Удалось подойти к выбору метода организации деятельности экспертных групп на основе:

- такого разбиения всего массива процедур и методов организации деятельности экспертных групп, что каждая из совокупностей методов задается набором или описана моделью поиска новой информации, либо моделью итеративной процедуры, предложенной автором, либо характеристик методов, включенных в данную совокупность;

- разработанной модели итеративной групповой экспертной процедуры. Модель такова, что все используемые на практике и представленные в аналитическом обзоре итеративные групповые экспертные процедуры описываются ею. На основе модели введено определение эквивалентности пары итеративных процедур.

Таким образом, появляется возможность анализировать экспертные процедуры, сравнивать их для поиска новых и улучшения имеющихся, найден подход к выбору процедуры, адекватной объекту исследования и отвечающей дополнительным ограничениям (финансовым, временным).

## **ЧАСТЬ III.**

# **РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ**

В связи с непредвиденными обстоятельствами  
издание монографии «Разработка надежного прогноза»  
откладывается на неопределенный срок.

**Объявление**

## **ГЛАВА 7. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ МОНОГРАФИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГНОЗОВ**

В данной главе описана разработка прогноза уровня безработицы в РФ на 1994 г. В 1993-1994 гг. Научный центр «Прикладная прогностика» (НЦПП) по заказу Федеральной Службы занятости РФ, согласно договору № М-30/93 между ФСЗ РФ и НЦПП (Исполнитель) от 01.03.93, разработал прогноз уровня безработицы в РФ на 1994 г. Полученные результаты были представлены в отчете по договору. В данный материал включены два блока материалов из отчета, выполненного под руководством д.э.н. Б.Д. Бреева и автора книги (трудовые ресурсы в РФ, как объект прогноза и метод многомерного сценария) и дополнены автором книги апостериорным анализом результатов прогнозирования.

Согласно нашему прогнозу, численность безработных в РФ к концу 1994 г. должна была составить приблизительно 5,7 млн. человек.

По данным Госкомстата на конец 1994 г. безработица в РФ составила 5,5 млн. человек (официальный статистический сборник «Россия в цифрах», 1997 г., Москва, стр. 8).

Официальный прогноз ФСЗ РФ дает прогнозную численность безработных в РФ на конец 1994 г.: в минимальном варианте - 4 млн. 578 тыс., в среднем варианте - 6 млн. 133 тыс., в максимальном варианте - 7 млн. 823 тыс. человек. (Прогноз был опубликован в Федеральной Программе содействия занятости населения РФ на 1994 г. и утвержден Правительством РФ 21 апреля 1994 г. в Приложении №4).

### **§ 7.1. Безработица в РФ как объект прогноза.**

В данном параграфе рассмотрены трудовые ресурсы в РФ, как объект прогноза.

Разработка прогноза безработицы в РФ относится к обширному классу задач, в которых анализируются ситуации, характеризующиеся большим количеством действующих факторов и частичной неопределенностью исходных данных. Прогноз таких ситуаций затруднен. В настоящий период развития России важность качественных прогнозов безработицы несомненна.

Одна из причин этого заключается в том, что занятость населения относится к экономическим категориям, тесно связанным с любыми

колебаниями экономической среды. При переходе к рыночным реформам численность занятых в России постоянно снижается, хотя и не в той же мере, что и валовой внутренний продукт [23].

Всякий раз, когда в какой-либо стране наступает экономический спад, “ртутный столбик” безработицы немедленно подскакивает. Как правило, это сопровождается падением занятости. Сокращение занятости и рост безработицы является той ценой, которую общество платит за будущее оздоровление.

В настоящее время в России изменяется и характер, и содержание занятости. Она стала добровольной, обрела такие новые черты как “выгодность-невыгодность”, и, главное, стала нестабильной. Все это побуждает к рассмотрению динамики занятости и факторов, ее определяющих, с тем, чтобы изучить механизм ее формирования и научиться его предсказывать.

Задание на прогноз было задано руководителями ФСЗ и по форме было определено основным документом, используемым экспертами, то есть - формой ФСЗ.

Всю совокупность параметров, заданных формой ФСЗ, условно можно разбить на два подмножества.

Во-первых, те, по которым есть достаточно надежная статистика по прошлому периоду и можно использовать разнообразные статистические методы для получения прогнозных значений.

И, во-вторых, такие параметры, по которым нет надежной статистики и можно использовать лишь экспертов и элементы технологии экспертного прогнозирования. В данный материал мы включили лишь описание экспертного подхода. Тем более, что форма ФСЗ содержит и ориентирующую информацию для экспертов, и в ней же эксперты представляют свои оценки. В этой же форме представляются окончательные результаты прогнозирования.

Заказчик потребовал, чтобы информация была представлена в числовом виде. Для разработки прогноза автор использовал урезанный вариант экспертной технологии в виде двухуровневого сценария.

Мы полагали, что сценарии по занятости и безработице, которые мы получим от экспертов, естественно зависят от социально-экономического фона.

Поэтому надо рассмотреть основные социально-экономические сценарии, и уже в их рамках строить сценарии по занятости и безработице. Для конструирования этих сценариев мы должны опираться на выявленные факторы, оказывающие воздействие на занятость и безработицу в РФ, и структуру основных детерминантов, определяющих уровень занятости и безработицы в РФ.

Мы полагали в 1993 году, что для разработки экспертного прогноза параметров, заданных формой ФСЗ, на следующий год необходимо:

1. Во-первых, выявить как можно больше различных факторов, оказывающих воздействие на занятость и безработицу в РФ;
2. Во-вторых, использовать при анализе те из них, которые существенным образом будут формировать занятость в 1994 году.

На первом этапе эксперт - д.э.н. И.В. Бушмарин на основе своего подхода [26] предложил ниже-следующие социально-экономические факторы, влияющие на рынок труда:

- 1) Факторы, влияющие на спрос;
- 2) Факторы, регулирующие (балансирующие) спрос на новую рабочую силу;
- 3) Факторы, влияющие на предложение;
- 4) Факторы, смягчающие остроту чрезмерного предложения рабочей силы на рынке труда РФ.

Каждый из факторов, входящих в эти группы, следует оценить с точки зрения:

- его влияния на занятость;
- сроков проявления его возможного влияния.

Кроме того, при разработке прогноза на 1994 год мы рассмотрели нижеследующие социально-экономические факторы, определяющие движение рабочей силы на рынке труда.

### **1. Факторы, сдерживающие спрос на рабочую силу со стороны экономики.**

Мы полагали, что, спрос на рабочую силу в российской экономике в ближайшее полугодие будет притормаживаться действием следующих факторов:

1.1. Преобладающей в госмонопольной экономике тенденцией к абсолютному сокращению производства;

1.2. Низким уровнем эффективности использования уже занятой в экономике рабочей силы, численность которой заметно перекрывает реально существующий на нее спрос;

1.3. Отсутствием сколько-нибудь существенного расширения занятости в негосударственных секторах экономики;

1.4. Практическим отсутствием государственной политики поощрения мелкого, среднего и семейного бизнеса в сфере производства товаров и услуг (и, тем самым, создания новых рабочих мест);

1.5. Высоким уровнем цен на энергоносители и сырье, которые купируют производство на многих предприятиях;

1.6. Практическим отсутствием вложений в новые технологии и расширение производства из-за высоких темпов инфляции и непомерных кредитных ставок;

1.7. Проведением политики удержания излишней рабочей силы на предприятиях ценой "проедания" на зарплату всех эволюционных ресурсов;

1.8. Слабо выраженной политикой механизации и автоматизации производства, удерживающей на производстве неквалифицированную рабочую силу и замедляющей качественное совершенствование состава рабочих кадров.

Примечание: В условиях технологического упадка производства в наименее благоприятном положении на рынке труда оказываются выпускники высших учебных заведений и научные кадры, которые часто трудоустраиваются не по специальности и на менее квалифицированные рабочие места.

## **2. Факторы, снижающие спрос населения на занятость.**

Мы полагали, что, спрос на трудовую деятельность со стороны населения на региональных рынках к концу 1993 - началу 1994 гг. будет, на наш взгляд, сдержанным и определится действием следующих факторов:

2.1. Уже существующей чрезмерно высокой (экстенсивной) занятостью в народном хозяйстве мужского и особенно женского трудоспособного населения;

2.2. Существенно заниженным (относительно потенциальных трудовых возможностей профессиональных и квалификационных групп работников) общим уровнем заработной платы, особенно кадров с высоким образованием и научной подготовкой.

2.3. Низкой внутри региональной и межрегиональной мобильностью нетрудоустроенной рабочей силы, что обусловлено отсутствием необходимых семейных накоплений, свободных рынков жилья, значительной привязанностью ради дополнительных доходов и средств пропитания к личным подсобным хозяйствам;

2.4. Расширением участия населения в теневой (из-за высокого налогообложения, в частности) трудовой деятельности и занижением со стороны населения сведений о ней, так же как и о безработном состоянии;

2.5. Значительной вовлеченностью в трудонедостаточных районах вторых (и даже первых) членов семей в трудовую деятельность в личном подсобном хозяйстве;

Примечание: Исключение составит повышенный очаговый спрос на рабочие места в ряде регионов из-за наплыва трудоспособных мигрантов.

### **3. Факторы, стимулирующие лучшее использование трудовых ресурсов:**

3.1. Сведение до минимума фискальных (поборных) задач системы налогообложения и обеспечение действия ее основных функций по поощрению расширения и развития производства наиболее дефицитного ассортимента товаров и услуг;

3.2. Направленность налоговой политики на реконструкцию технологически отсталого отечественного производства и связанное с этим повышение спроса на квалифицированные кадры, при соответствующей уровню образования оплате труда;

3.3. Поощрение (временно) безналогового жилищного строительства и, при необходимости, беспроцентного кредитования приобретения доступных по ценам населению квартир и индивидуальных домов;

3.4. Привлечение в строительные организации, в частности, в мелкое семейное предпринимательство военнослужащих с опытом строительства при льготном поощрении высококачественного жилищного строительства;

3.5. Развитие общественных работ при местных муниципалитетах, коммунальных, лесопарковых хозяйствах, учреждениях здравоохранения;

3.6. Расширение оплачиваемой частичной занятости среди учащихся старших классов, техникумов и вузов в свободное от занятий время,



прежде всего по обслуживанию собственных учебных заведений (опыт Запада);

3.7. Расширение сезонной и межсезонной занятости в АПК (сбор урожая, его обработка, производство металлоизделий и тому подобное), которая охватывала бы местные трудовые ресурсы, в том числе в малых и средних городах;

3.8. Разработка социальных программ по регионам страны с целью вовлечения в мелкое высокотехнологичное и среднее предпринимательство высвобождаемых высококвалифицированных кадров ВПК и ВС;

3.9. Создание льготных условий для комплектования и подготовки кадров для государственных и частных предприятий, использующих рабочую силу, высвобождаемую из мест заключения.

Факторы, влияющие на рынок труда, были дополнены нижеследующими детерминантами, приведенными В. Годет в своей монографии [255].

**Структура основных детерминантов, определяющих уровень занятости и безработицы.** (Всего детерминантов 41 и они разбиты на шесть блоков).

**Параметры рынка труда** (с 1 по 7). Уровень безработицы в целом, среди женщин и среди молодежи. Численность длительно безработных (свыше восьми месяцев). Занятость в сфере услуг, в промышленности и в сельском хозяйстве.

**Внутригосударственные факторы социально-экономического развития** (с 8 по 18). Семейный доход. Темпы экономического роста. Домашнее потребление. Инфляция. Сбережения (норма). Финансовое положение предприятий. Уровень % (на сбережения). Показатели

валютного рынка. Денежная эмиссия. Дефицит бюджета. Показатели внешнего платежного баланса.

**Международные факторы** (с 19 по 22). Международная обстановка. Степень открытости экономики. Европейская интеграция. Цены на энергию и сырье.

**Техно-технологические и индустриальные факторы** (с 23 по 27). Вложения в рационализацию. Вложения в расширение. Часовая производительность труда. Конкурентоспособность фирм. Технологическая и промышленная эволюция.

**Социально-демографические факторы** (с 28 по 35). Занятое население. Уровень женской занятости. Географическая концентрация безработицы. Рабочие-иммигранты. Параллельная (теневая) экономика. Социальные отношения. Неопределенность будущего. Эволюция образа жизни.

**Факторы государственного регулирования отношений между субъектами РТ** (с 36 по 41). Трудовое законодательство и регулирование. Распределение занятости и дохода по секторам экономики. Налоговая политика. Здравоохранение. Обучение. Цена труда (минимальная заработная плата).

Вся эта информация использовалась экспертами при назначении ими оценок показателей рынка труда и при обработке оценок в режиме экспертной коррекции.

Из всех параметров и факторов необходимо было выявить и использовать при анализе те факторы, которые в наибольшей степени будут формировать занятость в 1994 г.

Проведенный анализ позволил выявить несколько основных факторов, оказывающих существенное воздействие на динамику занятости населения в России.

В первую очередь, занятость населения в условиях кризиса связана с таким показателем, как валовой внутренний продукт. Несомненно, что во времена экономического спада падает занятость, но первичным звеном цепочки экономической активности все же являются инвестиции в создание новых рабочих мест. В рассматриваемый период объемы инвестиций в экономику страны сокращались, и это кроме очевидной логической связи между объемами финансирования и занятостью позволило использовать некоторые количественные оценки при прогнозе.

Другим важным фактором, определяющим занятость, нужно считать налоговую среду. К сожалению, тогда отсутствовала сколько-нибудь представительная статистика, и пришлось руководствоваться экспертными оценками. Уровень налогов определяет не столько сам факт «занятости - не занятости» человека, сколько факт его легальной, «нетеневой» занятости.

Представляется, что сокращение и упорядочение налогового бремени, которое ожидается в случае введения нового налогового кодекса, позволит перевести часть категории «нелегально занятых» в официальный статус, а также будет способствовать открытию новых рабочих мест.

На момент разработки прогноза, существовал еще один серьезный фактор, определяющий занятость в ближайшие годы - организационно-правовой. Он включал развитие разных форм занятости: индивидуальной, занятости в малых предприятиях и т.д. (Развитие и правовое обеспечение этих форм занятости также может сыграть важную роль).

Таким образом, мы полагали, что наиболее вероятными факторами, которые будут формировать занятость в ближайшие годы, скорее всего, станут объемы инвестиций, изменение налоговой среды и развитие новых организационных форм занятости [23].

## § 7. 2. Метод двухуровневого сценария

Анализ и прогноз рынка труда представляет собой сложную задачу, ввиду того, что социальные процессы вообще сложны и недостаточно изучены.

Гармоничное сочетание опыта, интуиции и искусства в принятии решений, а также использование математических методов и вычислительной техники существенно повышают качество расчетов баланса трудовых ресурсов.

Набор методов, обычно используемых для прогнозирования рынка труда, весьма ограничен — это экстраполяционные модели и опрос экспертов).

Экстраполяционные прогнозы являются промежуточными, вспомогательными по отношению к основному расчету, в котором используются данные экспертизы. Экстраполяционный прогноз приобретает самостоятельное значение при отсутствии данных экспертизы.

Достоинством экстраполяционного прогноза — простота расчетов и доступность информации. Однако результаты, полученные с его помощью, особенно прогнозы на длительную перспективу, не могут быть признаны достоверными, так как все элементы баланса трудовых ресурсов весьма изменчивы, и тенденции их развития в будущем могут под влиянием тех или иных факторов существенно меняться. В силу этого данные экстраполяционного прогноза целесообразно использовать только в случае краткосрочных прогнозов.

В других случаях, на наш взгляд, необходимо разумное сочетание экстраполяционных моделей и опроса экспертов по специальным методикам и технологиям.

Прогнозирование с помощью экспертов позволяет находить не только экстраполируемые тенденции, но и возможные скачкообразные изменения значений прогнозируемых показателей.

Экспертизу при выполнении сценарного прогноза рынка труда выполняют в тех случаях, когда этот прогноз невозможно или нецелесообразно выполнять статистическими методами или с использованием специальных экономико-математических моделей.

Доводом в поддержку использования так называемого «метода сценария», а по сути - упрощенной технологии экспертного прогнозирования является то, что региональная служба занятости, как орган исполнительной власти, заинтересована в получении не только общих представлений о будущей ситуации на рынке труда, но и в установлении возможностей изменения этой ситуации в желаемом направлении. При решении этой двуединой задачи желательно использовать метод (технологию) сценариев, так как эта технология - не только средство оперативного и детального анализа будущего, но и средство выявления возможностей управления этим будущим. И, хотя прогноз рынка труда обычно выполняют посредством статистических методов или с использованием специальных экономико-статистических моделей, во многих случаях высококачественный прогноз можно получить, используя метод (технологию) сценариев.

Разработанная нами технология двухуровневого сценария, как модификация сценарного метода не отвергает экстраполяцию тенденций имеющихся динамических рядов показателей, характеризующих рынок труда, если таковые имеются.

В данном параграфе мы опишем так называемую технологию двухуровневого сценария и предложим его для решения задачи, изложенной в предыдущем параграфе.

Являясь одной из самых "старых" из всех используемых в наше время методик прогнозирования с использованием экспертных суждений, методика сценариев пережила свое второе рождение в 60-х годах XX века. В работах Г. Кана, О. Гелмера, Х. Озбекхана, И. Лаури, Р. Акоффа, Б. де Жувенеля, Р. Эйреса, К. Фримена, С. Коула, группы немецких ученых под руководством профессора А. фон Мюллера и многих других исследователей был заново создан этот метод и ряд его модификаций. В Российских работах мы рассмотрели материалы В.Н. Цыгичко [194], Баварова А.С. [12,13] и автора этой книги [24].

Введем основное понятие.

Термин "**сценарий**" в прогностике имеет ряд толкований.

Во-первых, это метод, позволяющий использовать суждение как одного, так и группы экспертов.

Во-вторых, сценарий - это итоговый документ, полученный в результате использования этого метода. (Иногда, наоборот, сценарный метод определяется как метод, с помощью которого создается сценарий как документ [127]).

В работе В.Н. Цыгичко сценарный метод охарактеризован как "метод организации междисциплинарных прогностических исследований, в которых участвуют специалисты различного профиля, с разной подготовкой и часто, с весьма различными взглядами на рассматриваемую проблему" [194].

По определению Германа Кана, под сценарием понимают "динамическую последовательность возможных событий, фокусирующую внимание на причинно - следственной связи между этими событиями и точками принятия решений, способных изменить их ход и траекторию движения во времени всей рассматриваемой системы в целом или отдельных ее подсистем" [62].

В Рабочей книге по прогнозированию сценарий определяется как "метод, с помощью которого устанавливается логическая последовательность событий, с целью показать, как, исходя из существующей ситуации, может шаг за шагом разворачиваться будущее состояние объекта исследования" [130].

Мы полагаем, что сценарий - это не метод, а упрощенная технология получения экспертного прогноза, в рамках которой используются различные методы получения экспертного заключения. Но, так как это пока не принято в научном обиходе, используем термин "сценарий", как синоним метода.

Метод сценариев, опираясь на системный подход, позволяет организовать и направлять процесс активного сбора, оценки и переработки имеющейся первичной информации и воспроизводства новой (вторичной) - как аналитического, так и прогнозного характера.

В упрощенном описании этот метод состоит в том, что группа экспертов многократно собирается для обсуждения одной и той же проблемы, при этом между всеми экспертами в процессе личного контакта происходит непосредственное взаимодействие и полный обмен информацией.

При разработке сценария расчленяют исследуемую проблему на ряд подпроблем, которые, в свою очередь, разбиваются на еще более частные подпроблемы и т.д. Каждая подпроблема, за исключением подпроблем самого нижнего уровня, должна члениться на непересекающееся множество подпроблем следующего уровня. В целом, сценарий схематично представляет собой дерево с одним корнем (нулевой уровень).

Подпроблемы самого нижнего уровня формируются как вопросы к экспертам. Структурированная совокупность вопросов, зафиксированная и утвержденная редакционной группой, представляется как анкета на втором этапе.

В идеальном случае, если в ходе коллективной экспертизы не появится необходимость переструктурирования - сценарий одновременно является итоговым документом.

Форма сценария может быть самой разнообразной. Различна и степень его формализации: он может быть и чисто описательным, и математизированным. Часто сценарии содержат описание фонов, например экономического, социального, военно-политического и т.д.

Сценарий как итоговый документ должен содержать описание ситуации (политической, экономической, социальной и т.д.), которая включает перечень факторов, показателей, признаков, их функции и взаимосвязи, а также прогноз развития ситуации или описание цепи событий, которые приводят к этой ситуации [12,13].

В работах [12,13] полагают, что основными задачами, для решения которых используется метод сценариев, являются определение генеральной цели развития объекта прогнозирования, выявление основных факторов фона (окружающей среды) и формулирование критериев для оценки верхних уровней дерева целей.

Необходимо отдельно отметить важность используемого прогнозного инструмента и организационного обеспечения разработки данного прогноза, которые органически взаимосвязаны в единое целое спецификой используемого инструмента.

Важнейшей отличительной чертой сценарной технологии является то, что она не только средство оперативного и детального прогнозирования будущего, но и средство выявления возможностей управления этим будущим в желаемом для Заказчика направлении.

Что касается сценария как технологии, то она имеет следующие основные назначения:

- предвидение и предварительный анализ качественных изменений, скачков, которые могут возникать в результате тех или иных



экономических, технических или организационных мероприятий, в условиях неопределенности их проведения;

- определение условий достижения желаемой цели развития объекта экспертизы и установление набора проблем, которые могут возникнуть на пути достижения этой цели;

- управление переменами, более того руководители должны возглавить эти перемены, используя сценарную технологию.

Сценарий может дать ответ на следующие вопросы:

1) Каким образом, шаг за шагом, может возникнуть та или иная гипотетическая ситуация?

2) Какие возможности существуют для каждого действующего лица на каждом этапе для того, чтобы остановить процесс, изменить или ускорить его ход?

В рамках исследования реальных систем в сценарии должны быть четко отражены основные типы связей:

- генетические или исторические связи, выявляющие происхождение событий, определяющие, какое из событий выступает в качестве предшествующего непосредственно другому событию;

- причинно-следственные связи между частями, элементами исследуемой системы;

- структурно - функциональные связи, обеспечивающие нормальную работу системы. Среди структурно - функциональных связей особый интерес вызывают связи управления (функциональные связи и связи развития). [12,13];

- связи типа «производитель – продукт» в трактовке Сингера<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Edgar A. Singer, Jr. *Experience and Reflection*, ed. by C. West Churchman, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Penn, 1959.

Обычно рассматривают два основных вида сценариев: поисковый и нормативный.

**Поисковый сценарий**, являясь наиболее популярным, описывает, исходя из существующей ситуации, состояния системы и доминирующие тенденции их изменения, последовательность событий, логически приводящих к возможному будущему состоянию системы.

Изменяя рабочие гипотезы, относящиеся к постоянству и изменчивости основных элементов (или их параметров) исследуемой ситуации или системы, можно при помощи сценариев получить модели возможного будущего, основанные на различных оценках тенденций развития системы. И, в этой связи, сценарий не предполагает предсказание того, что должно произойти в действительности.

Поисковый сценарий может быть применен в тех случаях, когда исследователь располагает сравнительно малым объемом информации относительно возможных путей развития той или иной конкретной ситуации.

**Нормативный вид сценария** ориентирован на определение наиболее вероятных путей достижения будущих возможных состояний объекта исследования (в этом случае они принимаются в качестве целей).

В рамках прогнозных задач, поставленных ФСЗ РФ, мы рассмотрели три направления, а именно:

- наиболее вероятных изменений состояния рынка труда (РТ);
- критических ситуаций на РТ и путей их преодоления;
- действий, направленных на достижение желаемой ситуации на РТ.

Прогноз наиболее вероятных изменений состояния РТ выполняют в тех случаях, когда руководство хочет знать развитие ситуации на РТ без проведения каких-либо новых мероприятий, или же в предположении, что руководство планирует некоторое новое мероприятие и желает знать его последствия.

Прогнозная задача является основной, ее выполняют периодически (ежегодно, ежеквартально) в зависимости от наличия годичной или квартальной отчетности по требуемым показателям. Именно это было и нашей основной задачей.

**Прогноз критических ситуаций** на РТ и путей их преодоления выполняют в тех случаях, когда руководство может предполагать возникновение критической ситуации, или же когда выполненный прогноз наиболее вероятных изменений указывает на возможность возникновения такой ситуации.

Прогноз действий, необходимых для достижения желаемой ситуации на рынке труда (так называемый "нормативный прогноз") выполняют в тех случаях, когда руководство службы занятости или администрация региона стремится достичь своими действиями определенной ситуации на РТ.

При использовании метода сценария предварительно разрабатывается программа обсуждения. Организация прогнозирования этим методом предполагает на начальном этапе "принудительный" опрос экспертов.

**На первом этапе** руководитель назначает эксперта-руководителя, который отвечает на всех этапах за методологические, организационные и редакционные вопросы.

Работу по методу сценария ведут два сопредседателя: специалист по проблеме экспертизы и специалист по процедуре. Основное управление ведет процедурный председатель: он следит за тем, чтобы все эксперты выступали достаточно активно, не критиковали друг друга и не углублялись в анализ частных отдельных предложений.

Председатель - специалист, который подготавливает ориентирующую информацию (совместно с процедурным председателем) и следит за тем, чтобы каждое высказанное предложение аргументировалось в понятных для специалистов терминах. Председатель - специалист - не имеет права выступать, и в этом смысле он не включен в группу. Он может только

предлагать тому или иному эксперту развить мысль, которая ему показалась неясной, и таким путем способствовать доведению этой мысли до сознания других участников экспертизы.

Руководство опросом со стороны организатора почти исключено. Он должен лишь следить за тем, чтобы каждый эксперт предлагал свои оценки.

Цель первого этапа - создание сценарно-редакционной группы экспертов. Эта группа, вместе с ее руководителем, уточняет формулировку темы (задания), разрабатывает и представляет на утверждение установочную записку и сценарий, анкеты для формализованного опроса экспертов, а также подбирает экспертов для второго этапа.

**На втором - основном этапе** эксперты поочередно выступают с кратким "домашним заданием". Выступления основываются на материалах, разосланных за несколько дней до второго этапа (включая анкету). В ходе выступления эксперты задают дополнительные вопросы и обсуждают полученные ответы.

Общая организационная черта - проведение управляемой дискуссии в небольшой, по возможности разнородной группе экспертов, склонных генерировать идеи (максимально 10-15 человек). Число выступлений одного эксперта формально не ограничивается.

Второй этап начинается с вступительной речи руководителя-эксперта, затем проходит обсуждение по блокам в порядке их очередности в сценарии; оглашение (если в этом будет необходимость) результатов анкетирования и заключительная речь руководителя. Цель второго этапа - получение большого объема разноплановых экспертных оценок индивидуального или коллективного характера.

Время проведения заседания формально не ограничено, но практически составляет 20- 40 мин. Перед началом каждого заседания проводится краткая (2-3 мин.) ориентировка, в которой сообщаются

основные исходные данные проведения экспертизы, и выделяется ее единственная задача. Полученный материал передают другой группе экспертов для оценки и отбора перспективных предложений.

**На третьем, заключительном, этапе** редакционно-сценарная группа, включающая по желанию руководителя и новых экспертов из числа основной группы, готовит заключительный аналитический документ. Производится оценка значимости высказанных предложений и формируется список заключений.

Результат процедуры считается мнением всей группы.

Руководитель утверждает окончательную редакцию итогового документа (и, если надо, список рассылки).

Ярким примером использования специфики сценарной технологии является подготовка и реализация Доклада Национального разведывательного совета США «Контурсы мирового будущего: Доклад по проекту — 2020», опубликованного в книге [ ]. При его разработке была использована важнейшая отличительная черта этой технологии: то, что она не только средство оперативного и детального прогнозирования будущего, но и средство выявления возможностей управления этим будущим в желаемом для Заказчика направлении.

При реализации данного сценарного прогноза были предприняты серьезные организационные усилия:

- пятилетняя периодичность подготовки подобных документов;
- подбор высококлассных экспертов, прогнозистов и специализированных прогнозных организаций;
- совещания с экспертами всего мира, с целью выявления глобальных перспектив (конференции на пяти континентах);
- создание интерактивного веб-сайта;
- широкая публикация, различных выдержек из доклада, и информации о нем в СМИ.

Сама сценарная технология и организационное обеспечение разработки данного прогноза, органически взаимосвязаны в единое целое спецификой используемого инструмента.

Предполагаемой целью подобной организационной деятельности разработчиков является попытка использовать эффект самореализации сценарного прогноза, для управления переменами и темпом этих перемен в направлении нужном для заказчиков прогноза. Более того, по-видимому, они полагают, что переменами нужно не только управлять, их следует «возглавить».

Для эффективного управления переменами необходимо знать максимально возможный спектр реакций основных международных субъектов.

Одна из задач Заказчиков данного прогноза состоит в том, чтобы все изменения, которые собирается он предпринять, должны стать как бы естественным выражением процесса развития, а не происходить внезапно.

По сути, данный сценарный прогноз, является специальным проектом, позволяющий США эффективней адаптироваться к изменениям в мировой экономике и международных отношениях.

### **§ 7.3. Разработка прогноза безработицы РТ РФ на основе методики двухуровневого сценария и его верификация**

Как было рассмотрено в предыдущем параграфе, модификация двухуровневого сценария, являясь упрощенным вариантом технологии прогнозирования, была предложена в работах [24,152].

Как было сказано выше, первое из основных назначений сценария как метода является предвидение и предварительный анализ качественных изменений, скачков, которые могут возникать в результате тех или иных экономических, технических или организационных мероприятий, в условиях неопределенности их проведения.

Именно с этим была связана наша задача. Таким образом, мы должны были разработать прогноз наиболее вероятных изменений состояния РТ. Это связано с тем, что руководство ФСЗ РФ хотело знать развитие ситуации на РТ без проведения каких-либо новых мероприятий. Такая прогнозная задача была для них основной, ее выполняют периодически ежегодно, ежеквартально в зависимости от наличия годичной или квартальной отчетности по требуемым показателям.

Разработанная нами модификация двухуровневого сценария не отвергает экстраполяцию тенденций имеющихся динамических рядов показателей, характеризующих РТ, если таковые ряды имеются в распоряжении рабочей группы. В настоящей работе для разработки экстраполяционного прогноза применялся ППП "Анализ и прогноз", разработанный под руководством Е.В. Хабарина.

Поскольку необходимые для такой обработки методы регрессии широко освещены в литературе и реализованы во многих прикладных программах для ЭВМ, то рассматривать эти вопросы не представляется необходимым.

Ориентирующей информацией при составлении основного сценария у нас являлись готовые сценарные прогнозы по социально-экономической ситуации в России. (Именно поэтому мы ввели и использовали метод многоуровневого сценария при разработке прогноза занятости и безработицы в РФ на 1994 год).

В нашем случае группа экспертов подбиралась "волевым путем", и назначалась руководством.

При разработке прогноза были учтены следующие достоинства метода.

1. Сценарный метод, как упрощенная технология положительно отличается от метода комиссий и тем более от метода "лицом к лицу" тем, что эксперты используют больший объем исходной информации.

2. Часто от эксперта требуется не числовая оценка, что затруднительно, а лишь вербальное описание.

3. Эксперта никогда не просят отвечать на один и тот же вопрос дважды.

4. Положительная особенность методики сценариев с позиций органа управления - ее простота.

5. Очная форма общения экспертов значительно сокращает время на экспертизу, облегчает получение единого согласованного мнения.

6. Слабая структуризация метода позволяет использовать гораздо больший объем информации, чем у других методов.

При разработке прогноза безработицы были учтены следующие недостатки метода.

1. Эксперты анализируют лишь часть имеющейся в их распоряжении информации.



2. Обсуждение часто уходит в сторону от основной цели экспертизы. Много времени тратится на не относящиеся к делу разговоры.

3. Наибольшее влияние на выработку оценок оказывают наиболее разговорчивые индивидуумы.

4. Сценарный метод - неструктурирован, в отличие от такой структурированной процедуры, как Дельфийская, что затрудняет его использование.

Согласно нашему прогнозу, численность безработных в РФ к концу 1994 г. должна была составить приблизительно 5,7 млн. человек. По данным Госкомстата на конец 1994 г. безработица в РФ составляла 5,5 млн. человек (официальный статистический сборник "Россия в цифрах", 1997 г., Москва, стр.8).

Официальный прогноз ФСЗ РФ дает прогнозную численность безработных в РФ на конец 1994 г.: в минимальном варианте - 4 млн. 578 тыс., в среднем варианте - 6 млн. 133 тыс., в максимальном варианте - 7 млн. 823 тыс. человек. Прогноз был опубликован в Федеральной Программе содействия занятости населения РФ на 1994 г. и утвержден Правительством РФ 21 апреля 1994 г. в Приложение №4.

Таким образом, полученные нами и переданные в ФСЗ РФ в марте 1994 года прогнозные оценки с высокой степенью точности совпадают с реальными данными (5746 тыс. человек и 5500 тыс. человек, соответственно). И уж конечно, они гораздо точнее официального прогноза ФСЗ РФ. В заключение параграфа приведем полный вариант нашего прогноза рынка труда на конец 1994 года.

Табл. 7.1.

## ПРОГНОЗ РЫНКА ТРУДА РФ НА КОНЕЦ 1994 г.

<b>1</b>	<b>Предложение рабочей силы в т.г. в том числе:</b>	<b>28038,4</b>
	Высвобожденные работники	2629,7
	Молодежь	2169,4
	Уволенные по причинам текучести	18797,4
	Сокращенные из Вооруженных сил	487,5
	Освобожденные из мест лишения свободы	90,4
	Незанятое трудоспособное население в трудоспособном возрасте	1805,3
	Женщины, выходящие в отпуска по уходу за ребенком до достижения 3-х летнего возраста	1679,1
	"Механический" прирост населения	379,6
<b>2</b>	<b>Спрос на рабочую силу всего по РФ, в т.г. в том числе:</b>	<b>22292,1</b>
	Потребность в работниках, для вновь создаваемых рабочих мест	710,0
	В государственном секторе	320
	В альтернативных секторах экономики	390
	Потребность в работниках, на замену выбывающих по причинам, предусмотренным законодательством	3453,4
	Потребность в работниках, на замену выбывающих по причинам текучести	18128,7
<b>Сальдо</b>		<b>5746,3</b>

#### **§ 7.4. Использование сопоставительного анализа для определения качества краткосрочных прогнозов мировых цен на сырьевые товары**

**В рамках Автоматизированной системы прогнозирования конъюнктуры мировых товарных рынков – АСП «Конъюнктура» созданной во ВНИКИ МВЭС СССР автором книги была создана подсистема контроля за качеством прогнозирования АСП. Подсистема была описана в работе – «Использование сопоставительного анализа для определения качества краткосрочных прогнозов сырьевых товаров». В параграфе 7.4. использован сопоставительный анализ по точности, разработанный в третьей главе работы для определения качества краткосрочных прогнозов.**

На наш взгляд, для внешней торговли любой страны исключительно важна разработка прогноза цен мирового рынка. Уровень цен, по которым в перспективе будут реализовываться товары, предопределяет эффективность экспорта, импорта и отечественного производства различных видов продукции.

Одним из перспективных путей повышения качества прогнозирования является использование постоянно действующих систем прогнозирования, реализующих системный подход к анализу и прогнозированию состояния мировых товарных рынков.

Наша задача заключалась в том, чтобы разработать подсистему верификации прогнозов для постоянно действующей автоматизированной системы прогнозирования конъюнктуры мировых товарных рынков – АСП «Конъюнктура», разработанной в отделе методологии прогнозирования мировых товарных рынков ВНИКИ МВТ СССР.

В целях дальнейшего улучшения подсистемы контроля качества прогнозирования АСП «Конъюнктуры», необходимо сопоставлять прогнозные значения ВНИКИ МВТ не только с фактическими, но и с аналогичными прогнозными значениями, независимо полученными

другими организациями. При этом целесообразно выбирать для сравнения прогнозы таких организаций, чья репутация высока и широко известна. В качестве такой организации для сопоставления взята Рабочая группа по ценам на сырьевые товары Объединения Европейских институтов исследования конъюнктуры, в дальнейшем для краткости Именуемая Рабочей группой.

Задача поставлена следующим образом: выяснить, используя результаты третьей главе работе, чьи прогнозы в среднем точнее.

В качестве примера были рассмотрены следующие пять товаров: какао, кофе, медь, свинец, пшеница.

В условиях современной научно-технической революции коренным образом меняются представления о значимости, возможностях и необходимых масштабах прогнозирования, и, что особенно важно, возрастают требования к точности и надежности прогнозов. Для внешней торговли любой страны исключительно важна разработка прогноза цен мирового рынка. Уровень цен, по которым в перспективе будут реализовываться товары, предопределяет эффективность экспорта, импорта и отечественного производства различных видов продукции. Одним из перспективных путей повышения качества прогнозирования является использование постоянно действующих систем прогнозирования, реализующих системный подход к анализу и прогнозированию, в частности мировых капиталистических товарных рынков. В отделе методологии прогнозирования мировых товарных рынков ВНИКИ МВТ СССР была создана автоматизированная система прогнозирования конъюнктуры мировых товарных рынков – АСП «Конъюнктура» [170]. В целях дальнейшего улучшения подсистемы контроля за качеством прогнозирования АСП «Конъюнктуры» необходимо сопоставлять прогнозные значения ВНИКИ МВТ не только с фактическими, но и с аналогичными прогнозными значениями, независимо полученными

другими организациями. При этом целесообразно выбирать для сравнения прогнозы таких организаций, чья репутация широко известна и пользуется заслуженным уважением. В качестве такой организации для сопоставления взята Рабочая группа по ценам на сырьевые товары Объединения Европейских институтов исследования конъюнктуры, в дальнейшем для краткости именуемой Рабочей группой.

Задача поставлена следующим образом:

выяснить, чьи прогнозы в среднем точнее, используя результаты полученные в третьей главе работе.

Специфика задачи определялась тем, что ряды были очень короткие.

В качестве примера были рассмотрены на следующие пять товаров: какао, кофе, медь, свинец, пшеница. Исходные данные, состоящие из фактической реализации и квартальных прогнозов, разработанных во ВНИКИ МВТ СССР и Рабочей группы, взятых из [224], помещены в таблицу 8.1. По каждому из пяти рассмотренных товаров даны прогнозы двух сопоставляемых организаций и фактические значения цен на девять кварталов.

**Таблица 7.2.**

Сопоставление прогнозов мировых цен на сырьевые товары независимо подготовленных ВНИКИ МВТ СССР и Рабочей группы по ценам на сырьевые товары Объединения Европейских Институтов исследования конъюнктуры (в долл. за тонну).

	1983 г.			1984 г.				1985 г.	
	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.
<b>Цены на какао (3-ий срок поставки)<sup>x)</sup></b>									
Прогноз ВНИКИ МВТ <sup>1)</sup>	1733	2265	2278	2440	2472	2142	2007	2108	2377
Прогноз рабочей группы <sup>2)</sup>	1986	2085	2448	2570	2698	2698	2564	2435	2435
Фактические значения	2175	2331	2365	2608	2602	2269	2269	2338	2258
<b>Цены на кофе (2-ий срок поставки)<sup>x)</sup></b>									
Прогноз ВНИКИ МВТ	2565	2491	2543	2942	2765	2570	2524	2510	2855
Прогноз рабочей группы	2497	2447	2573	2471	2372	2372	2324	2278	2255
Фактические значения	2546	2548	2797	2849	3060	3030	2791	2646	2661
<b>Цены на медь<sup>x)</sup></b>									
Прогноз ВНИКИ МВТ	1648	1691	1411	1435	1438	1311	1265	1361	1516
Прогноз рабочей группы	1686	1771	1570	1601	1665	1732	1784	1819	1856
Фактические значения	1716	1635	1414	1435	1441	1323	1315	1380	1492
<b>Цены на свинец<sup>x)</sup></b>									
Прогноз ВНИКИ МВТ	443	400	412	395	461	480	426	396	384
Прогноз рабочей группы	481	524	406	414	422	431	439	448	457
Фактические значения	434	402	409	420	473	454	423	380	386
<b>Цены на пшеницу американскую "Хард-Винтер" №2 (Сиф. Антверпен/Роттердам)</b>									
Прогноз ВНИКИ МВТ	187,5	180	185	165	157,5	152,5	160	167,6	166
Прогноз рабочей группы	183,8	189,3	185,6	185,6	196,7	196,7	196,7	196,7	196,7
Фактические значения	178	175,1	168	165,5	166,2	167,7	167,6	164,3	160

<sup>1)</sup> Здесь и далее по материалам ВНИКИ МВТ СССР, за соответствующие годы.

<sup>2)</sup> Здесь и далее источник [III].

<sup>x)</sup> Цены даны по котировке на Лондонской бирже, причем прогноз ВНИКИ МВТ и фактические цены пересчитаны по текущему курсу из английских фунтов в доллары США.

Для того чтобы путем сопоставления определить чей прогноз цен на тот или иной вид сырья был в среднем точнее, необходимо:

а) выяснить вид показателя ошибки соответствующий данному товару или группе товаров,

б) определить посредством коэффициента сопоставления, степень независимости вывода о том, какой из прогнозов точнее, от вида показателя ошибки.

Для того чтобы определить вид показателя ошибки, отвечающей специфике задачи, экспертным путем выяснился вид  $\alpha$ - функции и на ее основе выводится показатель ошибки.

Мы использовали заключение экспертов о том, что:

- в интервале  $[x', \alpha'(x', x'')]$  более точной является оценка  $x'$ ;
- в интервале  $[\alpha''(x', x''), x'']$  оценка  $x''$ ;
- если же значение истины находится на отрезке  $[\alpha'(x', x''), \alpha''(x', x'')]$  то сделать какое-либо заключение относительно точности оценок не представляется возможным.

Границы отрезка  $[\alpha'(x', x''), \alpha''(x', x'')]$  были заданы экспертами через «золотое сечение» отрезка  $[X', X'']$  и его середину. При этом  $x' < x''$ .

Таким образом, значения  $\alpha'(x', x'')$  и  $\alpha''(x', x'')$  можно получать соответственно из уравнений

$$(\alpha'(x', x'') - x') / (x'' - \alpha'(x', x'')) = (x'' - \alpha'(x', x'')) / (x'' - x'),$$

$$(\alpha''(x', x'') - x') / (x'' - x') = 0,5.$$

Перейдем к построению показателя ошибки. Решая уравнение для  $\alpha'(x', x'')$  получаем

$$\alpha'(x', x'') = (\sqrt{5} - 1) \times x' / 2 + (3 - \sqrt{5}) \times x'' / 2$$

Используя Утверждение 3.19. получаем, что вид показателя ошибки будет

$$E(x, y) = \begin{cases} (3 - \sqrt{5}) \times (x - y) / 2, & \text{если } x \geq y, \\ (\sqrt{5} - 1) \times (y - x) / 2, & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

Аналогично из того, что  $\alpha''(x', x'') = (x' + x'') / 2$  получаем следующий вид показателя ошибки

$$E(x, y) = \begin{cases} (x - y) / 2, & \text{если } x \geq y, \\ (y - x) / 2, & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

Таким образом, совокупность показателей ошибки, подходящих для задачи, связанной с сопоставлением прогнозов на вышеуказанные виды сырья описывается следующим образом

$$E_{\Theta}(x, y) = \begin{cases} (0.5 - \Theta) \times (x - y) / 2, & \text{если } x \geq y, \\ (0.5 + \Theta) \times (y - x) / 2, & \text{если } y \geq x, \end{cases}$$

где  $\Theta \in [0, \sqrt{5}/2 - 1]$ .

Найденный вид совокупности показателей ошибки можно рассматривать как единый показатель ошибки, но с некоторым неопределенным коэффициентом –  $\Theta$ .

С помощью найденного вида совокупности показателей ошибки мы смогли выяснить: прогноз какой из организаций по вышеуказанным товарам был в среднем точнее.

Прежде чем перейти к использованию найденного вида показателя ошибки, определим степень независимости вывода относительно лучшего в среднем прогноза по каждому виду сырья.



Используя утверждение 3.19, получаем, что коэффициент сопоставления  $K_c$ , то есть, степень независимости вывода от вида показателя ошибки, составляет для соответствующих товаров:

Какао –  $K_c = 44\%$

Кофе –  $K_c = 67\%$

Медь –  $K_c = 44\%$

Свинец –  $K_c = 56\%$

Пшеница –  $K_c = 56\%$

Напомним, что  $K_c = 100 K_p / N$ ,

где  $K_p$  - число случаев, когда в рассмотренной тройке  $\langle x', x'', y \rangle$ ,  $y \in (x', x'')$ ;  $N$  - общее число рассмотренных троек  $\langle x', x'', y \rangle$ .

$y$ - истинное значение,  $x'$ - прогноз ВНИКИ МВТ,  $x''$ - прогноз Рабочей группы.

Определим, по каждому из видов сырья, какой из прогнозов был в среднем точнее. Для этого используем найденный вид показателя ошибки  $E_\Theta(x, y)$  и данные из Табл. 7.2.

#### **ВЫВОДЫ К ПАРАГРАФУ 7.4.**

После обработки данных Табл. 7.2. получаем, что прогнозные значения цен на кофе, медь, свинец и пшеницу, подготовленные ВНИКИ МВТ, оказались существенно лучше, нежели Рабочей группы.

Вместе с тем прогноз, подготовленный по рынку какао, оказался хуже аналогичного прогноза Рабочей группы.

При сопоставлении по каждому виду сырья использовались два подхода.

Во-первых, определялось, какой из прогнозов чаще бывал точнее, и, во-вторых, суммарная ошибка какого из прогнозов была меньше.

Перейдем к подробному положению выводов, по отдельным товарным рынкам.

#### Рынок кофе.

Во-первых, в восьми квартальных прогнозах из девяти более точным был прогноз ВНИКИ МВТ СССР и лишь в одном – Рабочей группы.

Во-вторых, сумма ошибок прогнозов ВНИКИ МВТ СССР меньше суммы ошибок прогнозов Рабочей группы.

Таким образом, получаем, что в рамках обоих подходов прогнозный ряд цен на кофе, полученный ВНИКИ МВТ СССР за девять кварталов рассматриваемого периода, был существенно лучше, нежели Рабочей группы.

#### Рынок меди.

Во-первых, в восьми квартальных прогнозах из девяти более точным был прогноз ВНИКИ МВТ СССР, и лишь в одном – Рабочей группы.

Во-вторых, сумма ошибок прогнозов ВНИКИ МВТ СССР меньше суммы ошибок прогнозов Рабочей группы.

Таким образом, получаем, что в рамках подходов прогнозный ряд цен на медь, полученный ВНИКИ МВТ СССР за девять кварталов рассматриваемого периода, был существенно лучше, чем Рабочей группы.

#### Рынок свинца.

Во-первых, в шести квартальных прогнозах более точным был прогноз ВНИКИ МВТ СССР, в одном – Рабочей группы, и в двух не удалось выяснить, какая из прогнозных оценок точнее.

Во-вторых, сумма ошибок прогнозов ВНИКИ МВТ СССР меньше суммы ошибок прогнозов Рабочей группы.

Таким образом, получаем, что в рамках двух подходов прогнозный ряд цен на свинец, полученный ВНИКИ МВТ СССР за девять кварталов рассматриваемого периода, был лучше, нежели Рабочей группы.

#### Рынок пшеницы.

Во-первых, в восьми квартальных прогнозах более точным был прогноз ВНИКИ МВТ СССР и лишь в одном – Рабочей группы.

Во-вторых, сумма ошибок прогнозов ВНИКИ МВТ СССР меньше суммы ошибок прогнозов Рабочей группы.

Таким образом, получаем, что в рамках двух подходов прогнозный ряд цен на пшеницу, полученный ВНИКИ МВТ СССР за девять кварталов рассматриваемого периода, был существенно лучше, нежели Рабочей группы.

#### Рынок какао-бобов.

Во-первых, из девяти рассматриваемых квартальных прогнозов более точным был прогноз Рабочей группы, в трех – ВНИКИ МВТ и в одном не удалось выяснить, какая из прогнозных оценок точнее.

Во-вторых, математическое ожидание суммы ошибок прогнозов ВНИКИ МВТ оказалось больше аналогичной характеристики прогнозов Рабочей группы при условии, что случайная величина  $\Theta$  – равномерно распределена на отрезке  $[0, \sqrt{5/2-1}]$ .

Таким образом, мы получаем, что в рамках обеих подходов прогнозный ряд цен на какао, полученный ВНИКИ МВТ СССР на девять кварталов рассмотренного периода, был хуже, нежели Рабочей группы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Итогом выполненного данного исследования является создание основанной на принципах системного анализа технологии экспертного прогнозирования (ТЭП), которая может быть использована при управлении социальными и экономическими системами. При решении данной проблемы автором впервые:

1. Рассмотрен подход к ТЭП как к системе. Выделены восемь системно-образующих элементов ТЭП и предложены механизмы их преобразования в системно-составляющие, что позволило при разработке прогнозов учесть специфику рассматриваемого объекта или процесса, уровень понимания конечного пользователя и эксперта, а также цели основных участников разработки прогноза и ограничения (финансовые, временные, кадровые);

2. Предложена модель вопроса, начинающегося со слов типа «Как», и адресованного к таким ключевым понятиям, как эксперт, заключение эксперта и группа экспертов, что позволило структурировать материалы исследования, и подтвердило корректность использования предложенных системно-образующих элементов ТЭП;

3. Определены основные понятия в области прогностики и экспертологии, что позволило взаимно увязать их и четко разграничить, а также выявить содержание исследуемых понятий, и тем самым смысл используемых терминов;

4. Разработана система взаимосвязанных утверждений - сопоставительный анализ по точности, позволяющая, на основе аксиоматически введенных понятий, для широкого класса простейших видов экспертных оценок, корректно осуществлять верификацию экспертных прогнозов выраженных в этих видах. Сопоставительный анализ позволяет выяснять, при каких условиях и в какой степени

вывод об относительном уровне точности экспертных оценок зависит от вида показателя ошибки;

5. Для того, чтобы решить вопрос о подборе показателя ошибки прогноза, в соответствии с целью исследования и с учетом характера исследуемого явления или объекта рассмотрены допустимые преобразования и операции с показателями ошибки и способы их получения. Предложена процедура, позволяющая подобрать вид показателя точности (ошибки) для апостериорной оценки качества экспертного прогноза;

6. Решена задача определения априорной оценки степени важности независимой переменной в прогностической процедуре полилинейного типа и тем самым выявлены те переменные, которые следует уточнять в первую очередь для того, чтобы это уточнение наилучшим образом сказалось на уточнении результирующей оценки;

7. Экспериментально исследованы свойства индивидуальных и коллективных гистограммных оценок; показана целесообразность их использования экспертами; на основе найденных закономерностей повышена точность групповой экспертной оценки; показана целесообразность выделения ядерных (плотных) подгрупп из сравнительно небольших групп, состоящих из 6-20 гистограммных оценок. *(Для этих исследований аксиоматически введена мера близости типа Спирмена на векторах предпочтения и множестве ранжирований и доказана её единственность);*

8. Для выбора процедуры организации деятельности экспертных групп, адекватной объекту исследования и отвечающей дополнительным ограничениям, предложено разбиение всего массива групповых экспертных процедур на пять совокупностей. Каждая из совокупностей описана либо моделью поиска новой информации, либо характеристическим описанием методов, включенных в данную

совокупность, либо моделью итеративной процедуры. Последняя модель, разработанная автором, позволяет анализировать эти итеративные процедуры, сравнивать их, искать новые и улучшать имеющиеся;

9. Разработана совокупность приемов, позволяющих повысить уровень качества экспертных оценок благодаря расширению возможностей субъектов прогностики выбирать наиболее подходящий из предложенных автором системно-образующих элементов ТЭП. (Для реализации приема, позволяющего найти наиболее подходящий вид экспертной оценки, построена матричная классификация простейших видов экспертных оценок);

10. С целью обоснования выбора вида экспертных оценок формально вводятся операторы информативности и надежности простейших видов экспертных оценок, и аксиоматически задается принцип их взаимосвязи. На этой основе ставится задача выбора наилучшего вида экспертных оценок из заданного множества видов.

11. Полученные теоретические и экспериментальные результаты могут быть использованы при разработке и внедрении:

- экспертных прогнозов;
- нормативно – методических документов;
- автоматизированных рабочих мест: «Прогноз»; аналитика по экспертизе (АРМ-АЭ); базы данных на ЭВМ для прогнозирования конъюнктуры рынка; автоматизированной подсистемы контроля качества прогнозов;
- а также при организации учебного процесса.

На основе ТЭП и выявленных общих для прогностики и экспертологии закономерностей, позволяющих объяснять ранее существующие методические противоречия, можно решать проблему

повышения уровня качества социально-экономических экспертных прогнозов.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. - М.: Экономика, 1982.
2. Алимов Ю.И. Альтернатива методу математической статистики. - М.: Знание, 1980.
3. Альтшуллер Г.С. Найти идею. - Новосибирск: Наука (Сибирское отд.), 1986.
4. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. - М.: Статистика, 1974.
5. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. - М.: Наука, 1970.
6. Алескеров Ф.Т. Критериально-турнирное представление функций выбора // Теория, методология и практика системных исследований: Тезисы докладов Вс. конф. 29-31 января 1985 г. - М.: РИО ВНИИСИ. - С.5-6.
7. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. - М.: Наука, 1990.
8. Айзерман М.А., Малишевский А.В. Проблемы логического обоснования в общей теории выбора вариантов. - М.: Инс-т пробл. упр., 1982.
9. Анализ на проблемных сетях. Вып. 1 / Под ред. С.А. Петровского. - М.: ИМЭМО, 1980.
10. Анализ на проблемных сетях. Вып. 2 / Под ред. С.А. Петровского. - М.: ИМЭМО, 1982.
11. Бабаева Ю.Д., Тюрин Ю.Н. О решении экспертами классификационных задач // 1-е Вс. сов. СДАНИ ЭО ДО.- М.; Алма-Ата, 1981. - С. 406-407.
12. Баваров А.С. Метод сценариев, как разновидность интуитивно-логических методов прогнозирования // Тез. докл. Всесоюз. сов. <Пути повышения качества прогнозов>. - М.; Л., 1990. - с. 34-35.
13. Баваров А.С. Международно-политическая ситуация как объект исследования методом сценариев // Проблемы международных отношений и внешней политики капиталистических государств. - М. ИМЭМО АН СССР, 1984.
14. Баваров А.С., Сидельников Ю.В. Сценарий как метод организации прогнозных исследований // Труды юбилейной международной научно-практической конференции <Теория активных систем> 15-17 ноября 1999 г. - М.: ИПУ РАН, 1999. - С. 289-290.
15. Белкин. А.Р. Нечеткая классификация на основе лингвистических переменных и задачи дифференциальной диагностики



// Вопросы кибернетики. - 1989. - Вып. 151. - С. 91-108.

16. Белкин А.Р. Проблемы нечеткой дифференциальной диагностики и классификации // Труды 1-го международного симпозиума по компьютерной поддержке медицинской диагностики. - Варшава: Международный центр медико-биологических исследований, 1989.

17. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. - М.: Экономика, 1976.

18. Бешелев С. Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Статистика, 1980.

19. Биркгоф Г. Теория решеток. - М.: Наука, 1984.

20. Бирюков Б.В. Творческая активность сознания в процессе интеллектуальной коммуникации (логические аспекты) // Творческая природа научного познания. - М.: Наука, 1984.

21. Бичаев Б.П. Анализ взаимодействия операторов для решения задачи их обучения // Вопросы психологии. - 1969. - №6. - С. 110-114.

22. Борисовский П., Миркин Б., Черный Л. К анализу экспертных оценок в терминах пространства разбиений // Распознавание образов и регрессионный анализ в экономических исследованиях. - Новосибирск: Наука, 1972.

23. Бреев Б.Д. Человек и производство. - М., 1989.

24. Бреев Б.Д., Сидельников Ю.В. Использование метода двухуровневого сценария при разработке прогноза безработицы в РФ на 1994 год // Вестник Академии Прогнозирования (ИБ). Вып. 4. - 2001. - №7.- Типография <АП>.- С. 14-21.

25. Бурков В.Н. Методы теории активных систем в экспертных оценках // Экспертные оценки в задачах управления.- М.: Инс-т пробл. упр., 1982. - С. 5-10.

26. Бурков В.Н. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. - М.: Наука, 1989.

27. Бурков В.Н., Панкова Л.А., Шнейдерман М.В. Получение и анализ экспертной информации: Препринт. - М.: Инс-т пробл. упр., 1980.

28. Буш Г.Я. Методы технического творчества. Издательство "Лиесма", г. Рига, 1972

29. Буш Г. О. Рождение изобретательских идей. Рига, Изд-во «Лиесма», 1976, 128 с.

30. Буш Г.О. Основы эвристики для изобретателей. Рига, изд-во общества «Знание» Латв. ССР, 1977, ч. I, 96 с. и ч. II, 68 с.

31. Бушмарин И.В. Рынок труда на Западе и в России. - М., 1993.
32. Бэкон Ф. Новый Органон. М.: Соцэкгиз, 1938.
33. Вартазаров И.С., Горлов И.Г., Жиромский В.С. и др. Анализ методов коллективной экспертизы, применяемых при разработке ОАСУ <Энергия>: Обзор. - М.: Информэнерго, 1975.
34. Вартазаров И.С. Горлов И.Г., Мартишкин В.В. и др. Комплексные показатели и экспертные кривые в задачах управления энергетикой: Обзорная информация. - М.: Информэнерго, 1979.
35. Вартазаров И.С., Ерошкина Л.И., Липник Л.Г. и др. Некоторые вопросы преобразования экспертных кривых, проводимых по совокупности точек // Материалы 1-го Вс. сов. СДАНИ ЭО ДО. - М.; Алма-Ата, 1981. - С. 378-380.
- 36.34. Вартанян А.А. Моделирование экспертных процедур при помощи обобщенной модели итеративной экспертной процедуры // Тез. докл. в Междунар. н.-п. конф. <Управление большими системами> 22-26 сентября 1997 г. - М.: ИПУ РАН, 1997. - С. 370.
- 37.35. Васькова Л.П., Сидельников Ю.В., Хвастунов Р.М. Сессия Математическое обеспечение обработки экспертных оценок и задач анализа нечисловых данных // Кибернетика. -1984. - № 5.- С. 130 -131.
- 38.36. Векслер М.А., Шнейдерман М.В. Формирование списка технологических переменных на основе экспертной процедуры с индивидуальной обратной связью // Методы анализа данных, оценивания и выбора: Сб. тр. - М.: ВНИИСИ, 1984. - Вып. 11. - С. 85-92.
- 39.37. Вишневецкий С.М. Основы комплексного прогнозирования. - М.: Наука, 1977.
- 40.38. Воробьев Н.Н. Вопросы математизации принятия решений на основе экспертных оценок // Материалы 1-го симпозиума по кибернетике. Ч. 3. - Тбилиси, 1972. - С. 47-51.
- 41.39. Высоцкий В.С. К основаниям теории измерений // Экспертные методы в системных исследованиях: Сб. тр. - М.: ВНИИСИ, 1979. - Вып. 4. - С. 84-95.
42. Гильде В., Штарке К.Д. Нужны идеи. Пер. с нем. М., «Мир», 1973. 64 с.
- 43.40. Глотов В.А., Гречко В.М., Павельев В.В. Экспериментальное сравнение некоторых методов определения коэффициентов относительной важности //

- Многокритериальные задачи принятия решений. - М: Машиностроение, 1978.
- 44.41. Глушков В.Н. О прогнозировании на основе экспертных оценок // Кибернетика. - 1969. - № 2.
- 45.42. Гордон Т. Дж. Новые подходы к методу "Дельфи"/ Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений. - М.: Прогресс, 1972. - с. 84 - 99.
- 46.43. Горбов Ф.Д. Экспериментальная групповая психология //Проблемы инженерной психологии. - Л.: Изд. Л. унив., 1966. - Вып. 4. - С. 3-16.
- 47.44. Горелова В.Л. Проблемы определения объектов и методов прогнозирования // Научно-практическая конференция по надежности научно-технических прогнозов (3-я Сибирская). - Новосибирск, 1984. - С. 143-145.
- 48.45. ГОСТ 23554. 1-79. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Организация и проведение экспертной оценки качества продукции.- М.: Изд. станд., 1980.
- 49.46. ГОСТ 23554. 2-81. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Обработка значений экспертных оценок качества продукции. - М.: Изд. станд., 1982.
- 50.47. Гражданников Е.Д. Экстраполяционная прогностика. - М.: Наука СО, 1988.
- 51.48. Гусев Л.А., Смирнов И.М. Размытые множества. Теория и приложения: Обзор // Автоматика и телемеханика. - 1973. - № 5. - С. 66-85.
- 52.49. Джини К. Средние величины. - М.: Статистика, 1970.
- 53.50. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. - М.: Наука, 1977.
- 54.51. Докторов Б.З. О надежности измерений в социологическом исследовании. - Л.: Наука, Ленингр. отд., 1979.
- 55.52. Долныкова Р.Н. Методология и методика прогнозирования внешней политики несоциалистических государств. - М.: Наука, 1986.
- 56.53. Дорофеюк А.А. Методы автоматической классификации в задачах получения экспертной информации //Статистика. Вероятность. Экономика: Учен. записки по статистике. Т. 49.

- М.: Наука, 1985. - С. 137-145.
- 57.54. Дорофеюк А.А., Черняковский А.Л. Опыт использования экспертных комиссий в задачах организационного управления // Методы и алгоритмы анализа данных. - М.: ИПУ, 1986. - С. 5-16.
- 58.55. Дубровский С.А. Определение компетентности экспертов в методе парных сравнений // Вопросы кибернетики. Экспертные оценки. - М.: НСК АН СССР, 1979. - Вып. 58. - С. 157-162.
- 59.56. Дэвид Г. Метод парных сравнений / Пер. Н. Космарской и Д. Шмерлинга. - М.: Статистика, 1978.
- 60.57. Елтаренко Е.А., Крупинова Е.К. Обработка экспертных оценок: Уч. пос. - М.: МИФИ, 1982.
- 61.58. Жеребин В.М. Проблемы моделирования экономического языка // Экономическая семиотика / Под ред. Н.П. Федоренко. - М.: Наука, 1970. - С. 22-35.
- 62.59. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.
- 63.60. Зайцева М.И. Анкета как инструмент конкретно-социологического исследования // Социальные исследования. - М., 1970. - Вып. 5. - С. 266-287.
- 64.61. Инженерная психология. - М.: Изд. МГУ, 1964.
- 65.62. Кан Г. Год 2000: Проблемы и перспективы. - Н. У., 1969.
- 66.63. Квейд Э. Анализ сложных систем. - М.: 1969.
- 67.64. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. - М.: Сов. радио, 1972.
- 68.65. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М.: Радио и связь, 1981.
- 69.66. Кирсанов К.А., Балаклеевский А.И., Сидельников Ю.В. и др. Прогнозирование научно-технического прогресса в отраслях промышленности: Методические рекомендации. Ч. I. Структурно-морфологический анализ отраслей промышлен. и информ. обеспеч. прогнозных разработок. - М.: ВНИИПИ, 1991.
- 70.67. Кирсанов К.А., Песелева Р.И., Сидельников Ю.В. и др. Прогнозирование научно-технического прогресса в отраслях промышленности: Методические рекомендации. Ч. II. Методы прогнозирования. - М.: ВНИИПИ, 1991.

- 71.68. Киселев Ю.В. Метод экспертных оценок // Экономика и мат. методы. - 1967. - Т. 3. - Вып. 3. - С. 391-396.
- 72.69. Клигер С.А., Косолапов М.С., Толстова Ю.Н. Шкалирование при сборе и анализе социологической информации. - М.: Наука, 1978.
- 73.70. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. - М.: Прогресс, 1979.
- 74.71. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятности. - М.: ОНТИ, 1936.
- 75.72. Котляр С.Б. Модель коллективного принятия решения при локальном взаимодействии // VI Симпозиум по кибернетике. Ч. III. - Тбилиси: Инс. киб. АН ГССР, 1972. - С. 98-99.
- 76.73. Крылов Е.М. Структурно-аналитические модели, алгоритмы и программное обеспечение классификационной обработки данных в пространстве ранговых оценок для автоматизации принятия решений // Автореф. дис. канд. техн. наук. - Харьков. ХИР, 1984.
- 77.74. Кузьмин В.Б. К описанию термов и модификаторов лингвистических значений переменных // Методы анализа данных, оценивания и выбора: Сб. тр. - М.: ВНИИСИ, 1984. - Вып 11. - с. 78-85.
- 78.75. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. - М.: Наука, 1979.
- 79.76. Ларичев О.И. Анализ процессов принятия человеком решений при альтернативах, имеющих оценки по многим критериям // АиТ. - 1981. - № 8.
- 80.77. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. - М.: Наука, 1987.
- 81.78. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. - М.: Наука, 1997.
- 82.79. Лимер Э. Статистический анализ не экспериментальных данных. - М., 1983.
- 83.80. Лисичкин В.А. Теория и практика прогностики. - М.: Наука, 1972.
- 84.81. Литвак Б.Г. Меры близости на метризованных отношениях // Прикладной многомерный статистический анализ. - М., 1978. - С. 78-93.
- 85.82. Литвак Б.Г. Анализ на проблемных сетях и метризованные отношения // Анализ на проблемных сетях. Вып. I. - М.: ИМЭМО, 1980. - С. 131-155.

- 86.83. Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. - М.: Радио и связь, 1982.
- 87.84. Литвак Б.Г. О некоторых проблемах экспертного прогнозирования // Тез. докл. Вс. сов. <Пути повышения качества прогнозов>. - М.; Л., 1990. - С. 15-20.
- 88.85. Лопухин М.М. ПАТТЕРН - метод планирования и прогнозирования научных работ. - М.: Сов. радио, 1971.
- 89.86. Льюс Р., Галантер Е. Психофизические шкалы // Психологические измерения. - М.: Мир, 1967. - С. 111-195.
- 90.87. Льюс Р., Райфа Х. Игры и решения. Введение и критический обзор / Пер. с англ. И.В. Соловьева. - М.: ИИЛ, 1961.
- 91.88. Маамяги А.В. Проверка статистической гипотезы о значимом различии двух разбиений заданной совокупности объектов на классы. Случай двух классов // Статистические методы анализа экспертных оценок. - М.: Наука, 1977. - С. 123-131.
- 92.89. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А. и др. Теория выбора и принятия решений. - М.: Наука, 1982. -
- 93.90. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. - М.: Прогресс, 1977.
- 94.91. Методические указания. Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Автоматизация экспертной оценки качества продукции. Основные положения РД 50-553-85. - М.: Изд. станд., 1985.
- 95.92. Математическая энциклопедия. Т. 5. - М., 1985.
- 96.93. Метод ситуационного анализа: Методические указания. - М.: ИМЭМО, 1985.
- 97.94. Минаев Э.С., Песелева Р.И. и др. Рекомендации по выбору и комплексованию методов прогнозирования. - Минск, 1989.
- 98.95. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. - М.: Наука, 1974.
- 99.96. Миркин Б.Г. Аксиоматическая характеристика расстояния в совокупном пространстве номинальных и ранговых признаков // Моделирование в экономических исследованиях. - Новосибирск: Наука, 1978. - С. 95-108.
100. 97. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков и структур. - М.: Статистика, 1980.

101. 98. Миркин Б.Г., Черных Л.Б. Об измерении близости между разбиениями конечного множества объектов // *АиТ.* - 1970.- №:5. - С. 120-127.
102. 99. Миркин Б.Г., Черных Л.Б. Некоторые свойства пространства измерений // *Математический анализ экономических моделей.* Ч. 3. - Новосибирск: ИЭ и ОПП со АН СССР, 1972. -С. 126-147.
103. 100. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
104. 101. Моляко В.А. Психология группового решения задач. - Киев: Вища школа, 1975.
105. 102. Назаров А.А. Морфологическое прогнозирование развития военной техники. - М.: МО СССР, 1986.
106. 103. Наумов Г.Е., Подиновский В. В., Подиновский Вик. В. Субъективная вероятность: способы представления и методы получения // *Техническая Кибернетика.* - 1991. - № 5.
107. 104. Материалы Первой областной научно-практической конференции по надежности научно-технических прогнозов. - Новосибирск, 1978.
- 108.** 105. Материалы Второй сибирской научно-практической конференции по надежности научно-технических прогнозов. - Новосибирск, 1981.
- 109.** 106. Материалы Третьей сибирской научно-технической конференции по надежности научно-технических прогнозов. - Новосибирск, 1984.
- 110. Нанотехнологии: форсайт. Под ред. Гапоненко Н.В. Из-во. «Современная экономика и право. М.: 2006, 242.**
111. 107. Научное открытие и его восприятие / Под ред. С.Р. Микулинского и М.Г. Ярошевского. - М.: Наука, 1971.
112. 108. Нейман Дж. Фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. - М.: Наука, 1970.
113. 109. Немировский Л.Н., Сидельников Ю.В. Формирование научного метода прогностики // *Сборник Института Экономики РАН <Формирование новой парадигмы обществоведения>.* Материалы IV Кондратьевских чтений 10 мая 1996 г. - М., 1996. - С. 228-231.
114. 110. Никитина А.Г. Предвидение как человеческая способность. - М., 1975.
115. 111. Новиков М.А. Принципы и методы группового

- отбора // Мат. 3-го Всесоюзн. съезда о-ва психологов. Т. 3. Вып. 1. - М., 1968. - С. 117-119.
116. 112. Орлов А.И. Проблемы устойчивости и обоснованности решений в теории экспертных оценок // Статистические методы анализа экспертных оценок. - М.: Наука, 1977. - С. 7-30.
117. 113. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979.
118. 114. Панкова Л.А., Шнейдерман М.В. Последовательная процедура экспертного опроса // АиТ. - 1975. - № 8. - С. 73-80.
119. 115. Пасхавер И.С. Средние величины в статистике. - М.: Статистика, 1979.
120. 116. Патругин Ю.А. Балльное шкалирование признаков. - Экономика и математические методы. - 1970. - Т. VI, № 6. - С. 887-893.
121. 117. Петровский А.Б., Туровский М.А. Размер группы как социально-психологическая проблема // Вопр. психологии. - 1979. - № 2. - С. 36-46.
122. 118. Петровский С.А., Сидельников Ю.В. Об одном эмпирическом исследовании свойств вероятностных экспертных оценок // Тез. докл. 1-го Всесоюз. совещ. по статистическому и дискретному анализу нечисловой информации, экспертным оценкам и дискретной оптимизации. - М.; Алма-Ата: Ротапринт ВНИИСИ, 1981. - С. 140-141.
123. 119. Петровский С.А., Сидельников Ю.В. Эмпирическое исследование некоторых свойств вероятностных экспертных оценок // Анализ на проблемных сетях. Вып. 2. - М.: ИМЭМО, 1982. - С. 107-148.
124. 120. Пивоваров С.Э. Методология комплексного прогнозирования развития отрасли. - Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1984.
125. 121. Плэтт В. Информационная работа стратегической разведки. - М.: Изд-во иностранной литературы, 1958.
126. 122. Погорелов А.В. Основания геометрии. - М.: Наука, 1968.
127. 123. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето - оптимальные решения многокритериальных задач. - М.: Наука, 1982.



128. 124. Подиновский Вик. В. Решающее правило лексикографического типа для задач принятия решений в условиях неопределенности // Математические модели и методы оптимизации в исследовании сложных систем: Деп. рукопись. - М.: ВИНТИ, 1985. - С. 13-45.
129. 125. Подиновский Вик. В. Вероятностно-лексикографический максиминный подход для задач принятия решений в условиях неопределенности: Канд. дис. - М.: МГУ, 1985.
130. 126. Подиновский Вик. В. Максиминный подход к принятию решений в условиях неполной информации// Тез. докл. IV Всесоюзной конф. по проблемам управления развитием систем.- Рига: НСК АН СССР, 1986.
131. Пойа Д. Как решать задачи. М., Учпедгиз, 1959.
132. 127. Поспелов Г.С., Вен. В.Л., Солодов В.М. и др. Проблема программно-целевого планирования и управления. - М.: Наука, 1980.
133. 128. Психологические проблемы взаимной адаптации человека и машины в системах управления. - М.: Наука, 1980.
134. 129. Пфанцагель И. Теория измерений. - М.: Мир, 1976.
135. 130. Рабочая книга по прогнозированию / Под ред. И.В. Бестужева-Лады.- М.: Мысль, 1982.
136. 131. Райфа Г. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности. - М.: Наука, 1977.
137. 132. Райхман Э.П. К вопросу оценки показателей качества // Стандарты и качество. - 1969. - № 9. - С. 42-48.
138. 133. Раушенбах Г.В. Об измерении близости между конечными множествами: с. Рук. № 4250-81 депонир. в ВИНТИ // Вестн. АМН СССР. - 1981.- С. 27.
139. 134. Раушенбах Г.В. Меры близости в пространстве множеств // Алгоритмы анализа данных социально-экономических исследований / ЭИ и ОПП СО АН СССР. - Новосибирск, 1982. - С. 29-44.
140. 135. Раушенбах Г.В., Филиппов О.В. Экспертные оценки в медицине: Научный обзор. - М.: ВНИИ ММТИ Мин. Здрав. СССР, 1983.
141. 136. Ревич Ю.В., Шнейдерман М.В. Итеративная экспертная процедура для формирования списка производственных факторов // Анализ нечисловых данных в

- системных исследованиях: Сб. тр. - М.: ВНИИСИ, 1982. - Вып. 10. - С. 145-150.
142. 137. Резникова А.Я., Шмерлинг Д.С. Переход от ранжировок к вероятностным оценкам // Анализ на проблемных сетях. Вып. 1. - М.: ИМЭМО, 1980. - С. 102-130.
- 143.138. Ремизов В.С. Проблемы построения автоматизированных банков и организация на базе ЭВМ информационного обеспечения прогнозных разработок в области внешнеэкономической деятельности // Проблемы применения экономико-математических методов ЭВМ при прогнозировании развития мировой экономики и международных рынков: Материалы Международного научного симпозиума. Варна май 1989. - М.: ВНИКИ МВЭС СССР, 1990.
144. Россия и мир в 2020 году. Доклад Национального разведывательного совета США «Контурь мирового будущего: Доклад по проекту — 2020», Изд. «Европа», 2005.
145. 139. Селиванов С.Н., Гуцин И.В. К вопросу о выборе метода прогнозирования организационной системы на основе анализа ошибок прогноза // Материалы Всесоюзного научно-технического семинара <Опыт разработки прогнозов развития отраслей>. Ч. II. - М.; Ереван, 1980. - С. 235-246.
146. 140. Сидельников Ю.В. К вопросу о сравнительном анализе точности экспертных оценок // Проблемы и методы комплексного экспертного прогнозирования. - М.: ИМЭМО, 1978. - С. 57-69.
147. 141. Сидельников Ю.В. К проблеме взаимозаменяемости критериев экспертной ошибки // Тез. докл. III Всесоюзной научной школы <Прогнозирование научно-технического прогресса>. Ч. 1. - Минск: НИИ НТИТЭИ, 1979. - С. 215-219.
148. 142. Сидельников Ю.В. К вопросу о повышении надежности прогнозов // Тезисы докладов Второй Сибирской научно-практической конференции по надежности научно-технических прогнозов. - Новосибирск, 1981. - С. 95-97.
149. 143. Сидельников Ю.В. Показатели ошибок при сопоставительном анализе // Тез. докладов 2-й Всесоюзной конференции по статистическому и дискретному анализу нечисловой информации и экспертным оценками.- М.; Таллинн: ВНИИСИ ГКНТ, 1984. - С. 170-173.

150. 144. Сидельников Ю.В. Аксиоматическое введение меры близости типа Спирмена на векторах предпочтения // Сбор. тезисов докладов третьего международного симпозиума стран-членов СЭВ по проблемам прогнозирования научно-технического прогресса. СССР, Ереван, 20-25 октября. - М.: Комитет по научно-техническому сотрудничеству СЭВ (секция 1), 1986. - С. 58-59.
151. 145. Сидельников Ю.В. Показатели экспертных ошибок // Анализ задач формирования и выбора альтернатив: Сб. тр. - М.: ВНИИСИ, 1986. - Вып. 10. - С. 108-115.
152. 146. Сидельников Ю.В. Разработка методов повышения точности экспертных оценок: Авт. дисс. к. т.н. - М.: ВНИИСИ, 1987.
153. 147. Сидельников Ю.В. Применение методики сопоставительного анализа по точности для определения качества краткосрочных прогнозов // Материалы Всес. научной конференции молодых ученых экономистов <Экономические вопросы интенсификации социал. общественного производства>. - Львов: Львовский гос. ун-т, 1987. - С.152-153.
154. 148. Сидельников Ю.В. Классификация видов экспертных оценок // Материалы IV Сибирской научно-практической конференции по надежности научно-технических прогнозов. - Новосибирск, 1987. - С. 166.
155. 149. Сидельников Ю.В. К вопросу о повышении качества прогнозов, основанных на экспертных суждениях // Тезисы докладов XLIII Всесоюзной научной сессии ВСНТО радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. Ч. I. - М., 1988. - С.10-11.
156. 150. Сидельников Ю.В. Возможные недостатки, трудности и заблуждения при экспертном прогнозировании // Материалы семинара <Экономические отношения научных организаций в новых условиях хозяйствования>. - М.: МДНТП, 1990. - С. 78-85.
157. 151. Сидельников Ю.В. Возможные недостатки, трудности и заблуждения при экспертном прогнозировании // Сб. докл. Всесоюзного совещания <Пути повышения качества прогнозов>. - М.; Л., 1990. - С. 20-25.
158. 152. Сидельников Ю.В. Теория и организация

- экспертного прогнозирования. - М.: ИМЭМО, 1990.
159. 153. Сидельников Ю.В. Контроль качества экспертных прогнозов // Проблемы применения экономико-математических методов и ЭВМ при прогнозировании развития мировой экономики и международных рынков: Материалы Междун. симпозиума по прогнозированию 1991г. - Варна, 1989. - С. 90-95.
160. 154. Сидельников Ю.В. Модель итеративной групповой экспертной процедуры // Материалы IV-й Всесоюзной школы-семинара <Статистический и дискретный анализ данных и экспертное оценивание>.- Одесса: Одесский политехническ. ун-т, 1991. - С. 200-203.
161. 155. Сидельников Ю.В. Слабо структуризованные методы, используемые в экспертном прогнозировании // Материалы VI Междисциплинарной дискуссии <Человек, семья, духовный мир на пути к информационному обществу> - М., 1994. - С. 97-107.
162. 156. Сидельников Ю.В. Экспертиза: состояние и тенденции развития. Шансы российской экономики. Анализ фундаментальных оснований реформирования и развития. Вып. 3 / Под ред. Ю.Н. Осипова и И.Н. Шургалиной. - М.: Ассоциация <Гуманитарное знание>, 1996. - С. 27-38.
163. 157. Сидельников Ю.В. Экспертиза сегодня и завтра (сокращенный вариант) // Формирование новой парадигмы обществоведения: Матер. IV Кондратьевских чтений 10 мая 1996 г. -М.: Институт экономики РАН, 1996. - С. 236-247.
164. 158. Сидельников Ю.В. Экспертиза сегодня и завтра // Федеральные и региональные программы России: Информационный сборник. - М.: ВИНТИ, 1996. - Вып. 4 (6). - С. 81-103.
165. 159. Сидельников Ю.В. Экспертиза: состояние и тенденции развития / МЭиМО. - 1997. - №2. - С. 122-130.
166. 160. Сидельников Ю.В., Маковецкий А. Знать, чтобы предвидеть. Предвидеть, чтобы мочь // Банковское дело в Москве. - М., 1997. - №1 (25). - Январь. - С. 14-15.
167. 161. Сидельников Ю.В. Истина и заблуждения // Банковские технологии. - 1997. - N4 (26). - С. 34-36.
168. 162. Сидельников Ю.В. Технология экспертного прогнозирования // Материалы международной научно-практической конференции <Управление большими

- системами> 22-26 сентября 1997. - М., 1997. - С. 372.
169. 163. Сидельников Ю.В. Заблуждения, трудности и недостатки в экспертном прогнозировании //Сб. докладов научно-практического семинара <Современные технологии управления для администрации городов и регионов>. - М.: ИПУ РАН, 1998. - С. 212-228.
170. 164. Сидельников Ю.В. Основные методы и принципы социальной экспертизы // Материалы научно-практической конференции <Российские реформы: социальные аспекты>. - М., 1998. - С. 349-352.
171. 165. Сидельников Ю.В. Системный анализ технологии прогнозирования // Труды юбилейной международной научно-практической конференции <Теория активных систем> 15-17 ноября 1999 г. - М.: ИПУ РАН, 1999. - С. 310-311.
172. 166. Сидельников Ю.В. Экспертология - новая научная дисциплина //АиТ. - 2000. - №2. - С. 107-126.
173. 167. Сидельников Ю.В., Гольберд В.В. Задачи, стоящие перед субъектами экспертного прогнозирования и их заблуждения // Вестник Академии Прогнозирования (ИБ). Вып. 2. - №5. - 2001. -С. 56-64.
174. 168. Сидельников Ю.В. Технология экспертного прогнозирования: системный анализ // Избран. труды Академии прогнозирования (ИБ). - М.; Тюмень, 2002.- С. 137-143.
175. Сидельников Ю.В. "Технология экспертного прогнозирования" Учебное пособие.— 3-е изд., исправл. — М.: Доброе слово, 2005. — 284 с.
176. Сидельников Ю.В., Салтыков С.А. Об экспериментальном исследовании по проверке гипотезы о связи сложности объекта прогнозирования и выбора наиболее точного вида экспертной оценки. Материалы второй научной школы-семинара по проблемам управления большими системами. Воронеж, 9-12 июля 2007 года.
177. 169. Синк Д.С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение. - М.: Прогресс, 1989.
178. 170. Системное прогнозирование мировых товарных рынков. - М.: ВНИКИ, 1984.
179. 171. Системы сетевого планирования и управления: Программированное введение в ПЕРТ. - М.: Мир, 1965.

180. 172. Словик П. На пути к пониманию и улучшению принимаемых решений / Пер. с англ. // *Дескриптивный подход к изучению процессов принятия решений при многих критериях.* - М.: ВНИИСИ, 1980. - Вып. 9. - С. 3-26.
181. 173. Статистическое измерение качественных характеристик. - М.: Статистика, 1972.
182. 174. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений // *Психологические измерения.* - М.: Мир, 1967. - С. 9-110.
183. 175. Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование. - М., 1970.
184. 176. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. - М.: Статистика, 1971.
- 185. 177. Терстоун Л.Л. Психофизический анализ // Проблемы и методы психофизики. - М.: Изд. Моск. ун-та, 1974. - С. 33-55.**
- 186. Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать? - М.: Мир, 1980.**
187. 178. Тутубалин В.Н. Теория вероятности. - М.: Изд. Моск. ун-та, 1972.
188. 179. Тюрин Ю.Н. Непараметрические методы статистики. - М.: Знание, 1978.
189. 180. Тюрин Ю.Н. Экспертная классификация // *Экспертные методы в системных исследованиях.* - М.: ВНИИСИ, 1979. - Вып. 4. - С. 5-15.
190. 181. Тюрин Ю.Н., Василевич А.П. К проблеме обработки рядов ранжировок // *Статистические методы анализа экспертных оценок.* - М.: Наука, 1977. - С. 96-111.
191. 182. Тюрин Ю.Н., Василевич А.П., Андрукович П.Ф. Статистические модели ранжирования // *Статистические методы анализа экспертных оценок.* - М.: Наука, 1977. - С. 30-58.
192. 183. Федулов А.А., Федулов Ю.Г., Цигичко В.Н. Введение в теорию статистически ненадежных решений. - М.: Статистика, 1979.
193. 184. Федоров В.А. Основные принципы систематизации методов прогнозирования // *Вестн. МГУ. Сер.7. Философия.* - 1979. - №2. - С. 34-43.
194. 185. Фишберн П.К. Измерение относительных ценностей // *Статистическое измерение качественных характеристик.* - М.: Статистика, 1972.

195. 186. Фишберн П.К. Методы оценки аддитивных ценностей//Статистическое измерение качественных характеристик. - М.: Статистика, 1972.
196. 187. Фишберн П.К. Теория полезности// Исследование операций / Под. ред. Моудера Дж., Элмаграби С.Т. - М.: Мир,1981.
197. 188. Фресс П., Пиаже Ж. Экспериментальная психология. - М.: Прогресс, 1966.
198. 189. Фрумкина Р.М. О некоторых особенностях экспертного мышления на материалах экспертных оценок психических состояний // Вопросы кибернетики. Экспертные оценки. - М.: НСК АН СССР, 1979. - Вып. 58. - С. 163-172.
199. 190. Фрыгина Н.И., Цуканова Е.В. Взаимовлияние специфики общения и межличностных отношений в процессе совместной деятельности // Экспериментальные и теоретические проблемы психологии обучения. - Новосибирск. ун-т, 1979. - С. 87-115.
200. 191. Хвастунов Р.М. Квалиметрия для менеджеров. Экспертные методы квалиметрии. Ч. III- V: Учебно-методическое пособие. - М.: МАЭП, 1998.
201. 192. Хвастунов Р.М., Винокур И.Л., Сидельников Ю.В. и др. Экспертные оценки в медико-гигиенических исследованиях: Методические рекомендации. - М.: НИИ МТ Российской Академии Медицинских Наук, 1992.
202. 193. Цетрон М.И., Мартино Дж, Роепске Л. Выборы исследовательских программ с помощью количественных методов //АОРИ. - 1967.
203. 194. Цыгичко В.Н. Прогнозирование социально-экономических процессов. - М.: Финансы и статистика, 1986.
204. 195. Чеботарев П.Ю. Агрегирование предпочтений методом обобщенных строчных сумм: Авт. дисс. к. т.н. / ИПУ АН СССР. - М., 1990.
- 205.** 196. Чесноков С.В. Основы гуманитарных измерений: Препринт. - М.: ВНИИСИ, 1985.
- 206.** Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества: (Учебное пособие). — Днепропетровск, Днепропетровский металлургический **Институт, 1980.**
207. 197. Шеридан Т.Б., Ферелл У.Р. Системы человек - машина. - М., 1980.
208. 198. Шляпентох В.Э. Проблемы достоверности

- статистической информации в социологических исследованиях. - М.: Статистика, 1973.
209. 199. Шляпентох. В.Э. Как сегодня изучают завтра. - М.: Советская Россия, 1975.
210. 200. Шмерлинг Д.С. О проверке согласованности мнений экспертов // Статистические методы анализа экспертных оценок. - М.: Наука, 1977. - С. 77-83.
211. 201. Шмерлинг Д.С., Дубровский С.А., Аржанова Т.Д. и др. Экспертные оценки. Методы и применение: Обзор // Статистические методы анализа экспертных оценок. - М.: Наука, 1977. - С. 290-382.
212. 202. Шнейдерман М.В. Итеративные процедуры сбора экспертных данных: Обзор // АиТ. - 1982. - № 4. - С. 170-175.
213. 203. Шнейдерман М.В. Экспертная процедура с индивидуальной обратной связью // Тез. докладов II Всес. конф. по статистическому и дискретному анализу нечисловой информации и экспертным оценкам. - М.; Таллин, 1984. - С. 394-395.
214. 204. Шнейдерман М.В. Анализ итеративных экспертных процедур // Анализ данных и экспертные оценки в организационных системах. - М.: ИПУ, 1985. - С. 85-93.
215. 205. Шокин Ю.И. Интервальный анализ. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1981.
216. 206. Шошин П.Б. Размытые числа как средство описания субъективных величин // Статистические методы анализа экспертных оценок. - М.: Наука, 1977. - С. 234-250.
217. 207. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. - М.: Наука, 1971.
218. 208. Щедровицкий Г.П. Философия. Наука. Методология. - М., 1997
219. Эйлоарт Т. Приемы настройки творческого инженерного коллектива. - Изобретатель и рационализатор. - 1970.-№ 5.
220. 209. Экенроде Р.Т. Взвешенные, многомерные критерии // Статистическое измерение качественных характеристик. - М.: Статистика, 1972. - С. 139-154.
221. 210. Энциклопедия кибернетики. Т.1. - Киев, 1975.
222. 211. Энциклопедия философских наук. Т.1. - М., 1974. - С. 281-282.
223. 212. Юдин Э.Г. Методологическая природа



- системного подхода //Системные исследования. - М., 1973. - С. 43-50.
224. 213. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. - М.: Прогресс,-1970.
225. Abelson R.T., Tukey J.W. Efficient utilisation of nonmetrical information in quantitative analysis: general theory and the case of simple order. - Ann. Mathem. Statist., 1963. No 34, pp. 1347-1369.
- 226. Advertising Communications & Promotion Management (Дж. Р. Росситер, Л. Перси).**
227. 215. Alberoni F. Contribution to the study of subjective probability. - I. J. Gen. Psychol., 1962, 66, P. 241-264.
228. 216. Alpert M., Raiffa H. A progress report on the training of probability assessors. Mimeoc, 1969.
- 229. Amara R. Some Methods of Futures Research. Institute for the Future, Menlo Park, 1975;**
230. 217. Armstrong J.S. Long-Range Forecasting for International Markets. In.: R.L. King. (Ed.), Marketing and The New Science of Planning. Homewood, American Marketing Association, 1968.
231. 218. Arrow K.J. Social choice and individual values. N.Y.: Wiley, 1951. - 99 p.
232. 219. Attneave F. Psychological probability as a function of experienced frequency -J. Exp. Psychol., 19 53, 46, pp. 81-86.
233. 220. Ayres R.U. On Technological Forecasting, Report HI - 484- DP (Rev.), 17 Jan. 1966, Hudson Institute, Harmon-on-Hudson, N.Y.
234. 221. Benson P. G., Nichols M. L. An investigation of motivational bias in subjective predictive probability distributions//Decision sci. 1982. V.13.Ns 1.
235. 222. Bernoulli J. Ars conjectandi, OPUS posthumum, Basileae, 1713.
236. 223. Bernstein G.B., Cetron M.G. SEER: a Delphic approach applied to information processing. -Technol. Forecast. and Soc. Change, 1969, No.1.
237. 224. Bild der Woche. - JFO- Institut fur Wirtschaftsforschung, Munchen, 1985, № .14 (SD 14/83), s. 4-5.
- 238. Bjil R. Delphi in a future scenario study on mental health and mental health care // Futures Vol. 24, No 3, 1992, c. 232-250.**

239. 225. Bredley R.A., Terry M.E. Rank analysis of incomplete block design. The method of paired comparisons. - *Biometrika*, 1952, vol. 39, No. 3 - 4, p. 324 - 325.
240. 226. Bogart K.P. Preference structures I: distances between transitive preference relations. *J. Math. Soc.*, 1973, vol. 3, p. 49-67.
241. 227. Bogart K.P. Preference structures II: distances between asymmetric relations. -*SIAM. J. Appl. Math.*, 1975, vol. 29, No. 2 p. 254-262.
242. 228. Brown B., Cochran S. and Dalkey N. The Delphi Method II: structure of experiments. - Memorandum RM - 5957 - PR, The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1969, June.
243. 229. Cambon J. L'entretien: quelques applications des techniques recentes d'analyse quantitative. -*Annee psychol.*, 1955, 55, p. 103 - 108.
244. 230. Cetron M.G. QUEST States report IEEE. *Trans. on Eng. Manag.*, v. EM - 14, N.1, March, 1967.
245. 231. Chebotarev P.Yu. Aggregation of preferences by the generalised row sum method // *Mathematical Social Sciences.*- 1994.- V. 27.- P. 293-320.36.
246. 232. Chebotarev P.Yu., Shamis E.V. Constructing an objective function for aggregating incomplete preferences // *Econometric Decision Models: Constructing Scalar-Valued Objective Functions. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Springer-Verlag, 1997. P.100-124.
247. 233. Chebotarev P.Yu., Shamis E. Characterisations of scoring methods for preference aggregation // *Annals of Operations Research*, 1998. V. 80. P.299-332.
248. 234. Chebotarev P.Yu., Shamis E. Preference fusion when the number of alternatives exceeds two: Indirect scoring procedures // *Journal of the Franklin Institute*, 336 (1999), No.2, 205-226.
249. 235. Chesley G. R. Elicitation of subjective probabilities: a review // *The accounting review*. 1975. V. 50. N 2.
250. 236. Churchman C.W. Problems of value measurement for a theory of induction and decisions. - *Proceedings of the Third Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press, Berkeley, 1955, p. 53 - 59.
251. 237. Clarke F.R. Confidence ratings, second-choice responses and confusion matrices in intelligibility tests. -*J.*

- Account. Soc. Amer., 1960, vol. 32, p. 35 - 46.
252. 238. Cliesley G. R. Elicitation of subjective probabilities: a review // The accounting review. 1975. V. 50. J\2 2.
253. 239. Cook W.E. Forecast and verifications in Western Australia. - Monthly Weather Rev., 1906, 34, p. 23 - 24.
254. 240. Coombs C.H. F theory of psychological scaling. - Eng. Res. Inst. Bull., n. 34, Ann Arbor, Univ. Of Mich. Press, 1952.
255. 241. Dalkey N.C. The Delphi Method: an experimental study of group opinion, Memorandum RM - 5888 - PR, The Rand Corporation, Santa Monika, California, 1969, June.
256. 242. Dalkey N.C., Helmer O. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. - Management Science, 1963, Vol. 9, No. 3.
257. 243. David H.A. The method of paired comparisons. London - Griffin, 2d. 1969. - 124 p.
258. 244. Davis R., Buchanan B.G., Shortliffe E.H. Production Rules as representation for a knowledge-based consultation program. - Artificial Intelligence, 1977, 8 No. 1, p. 85 - 95.
- 259. Edgar A. Singer, Jr. Experience and Reflection, ed. by C. West Churchman, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Penn, 1959.**
260. 245. Erleck D.E. Judgements of the relative frequency of a sequential series of two events. -J. Exp. Psychol., 1961, 62, p. 105 - 112.
261. 246. Fechner G.T. Elemente der psychophysik. Leipzig; Breitkopf und Hartel, 1860.
262. 247. Fine T. Theories of probability. N.Y.: Acad. press, 1973.
263. 248. Finetti B. de. Sul concetto di media. - Giornale dell Istituto Ital. degli Attuari, 1931, Anno 11, No. 3, p. 365 - 396.
264. 249. Finetti B.de. Foresight: its logical laws, its subjective sources. 1937. Reprinted in H.E. Kyburg, Jr. and H.G. Smokler (Eds) Studies in Subjective Probability. N.Y.: Wiley, 1964.
265. 250. Finetti B. de. La prevision ses lois logiques ses sources subjectives// Annales de l'Institute Henri Poincare. 19 37. V.7. № 1.
266. 251. Fisher J. The Concept of Index Numbers: A Rebuttal, Econometrika, and vol. 7. October 1939.
267. 252. Ford D.A. Shang Inquiry as an alternative to Delphi:

- some experimental findings. -Technol. Forecast. and Soc. Change, 1975, 7 (2), p. 139 - 164.
268. 253. Galanter E. The direct measurement of utility and subjective probability. Amer. J. Of Psych., 1962, v. 75, n.2.
269. 254. Gibbard A. Manipulation of voting schemes: a general result // Econometrica. 1974, vol. 41, N 4.
270. 255. Godet. V. From anticipation to action. London. 1993.
271. 256. Goodman J. A., Kruskal W.H. Measures of association for cross-classifications; I-IV. - J. Amer. Stat. Assoc., 1954, 49, p. 723-764; 1959, 54, p. 123-163; 1963, 58, p. 310-364; 1972, 67, p. 322-345.
272. 257. Gordon T.Y., Helmer O. Report on a Long - Range Forecasting Study. The RAND Corporation, Report P - 2982, Santa Monica, Calif., Sept. 1964.
273. 258. Gordon W.J.J. Synectics. The development of creative capacity. N.Y., Harper, 1961, p. 180.
- 274. Helmer O. Adversary Delphi // Futures Vol. 26, No 1, 1994, c. 79-88.**
275. 259. Hogarth R.M. Cognitive processes and the assessment of subjective probability distributions. -J. Amer. Stat. Assoc., 1975, 70, p. 271-294.
276. 260. Hoos I. R. System analysis in public policy. - L.-Angeles: Univ. Calif. Press, 1972.
277. 261. Hopkins J.W. Laboratory flavour scoring: two experiments in incomplete blocks. - Biometrics, 1953, vol. 9, No1, p. 131 - 140.
278. 262. Huber G. P. Methods for quantifying subjective probabilities and multi-attribute utilities //Decision sci. 1974. V. 5. № 3.
279. 263. Interval Mathematics, N.Y., 1975 (Lect. Notes Computer Science, vol. 29).
280. 264. Jeffrey's H. Theory of Probability (3-d ed). London: Oxford University Press, 1961. - 447 p.
281. 265. Kaufmann A. Introduction a la theorie des sousensembles. Sloua, 2-d ed., Masson, 1977, vol. 1. - 432 p.
282. 266. Kemeny J. Mathematics without numbers. Daedalus, 1959, vol. 88, p. 571-591.
283. 267. Keynes J.M. A Treatise of Probability. New York: Harper and Row, 1921. - 466 p.

284. 268. Larkin W.D. Rating scales in detection experiments. J. Account. Soc. Amer. 1965, vol. 37, p. 748 - 749.
285. 269. Luce R.D. Individual choice behaviour. N. Y.: Wiley, 1959.
- 286. Martino J. Methods of Technological Forecasting // Assessing the Future and Policy Planning, 1973;**
287. 270. Marshall A.W., Meckling W.H. Predictability of the costs, time and success of development. The Rate and Direction of Inventive Activity. A Report of the National Bureau of Economic Research Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press, 1962.
288. 271. Middendorf W.A. Modified Delphi Method of Solving Business Problems. - IEEE Trans. Eng. Manag., 1973, v. EM - 20, № 4, p. 130-133.
289. 272. Miller G.A. The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychol. Rev., 63, 1956, p. 81-97.
290. 273. Moore P. G., Thomas H. Measuring uncertainty//Omega 1975.V. 3., № 6.
291. 274. Moulin H. Generalised Condorcet - Winner for Single Peared and Single - Plateau Preferences Soc. Choice Welfare, 1984. № 1. p. 127-147.
292. 275. Mucchielli R. Le questionnaire dans l'enquete psychosociale. P., 1967.
293. 276. Murphy A.H. and Winkler R.L. Scoring rules in probability assessment and evaluation. - Acta Psychol., 1970, 34, p. 273 - 286.
- 294. Osborn A. F. Applied imagination: principles and procedures of creative thinking. N. Y., Charles Scribner's Sons, 1953.**
295. 277. Osborn A.F. Applied imagination. N.Y. 1957.
296. 278. Pendergrass R.N., Bradley R.A. Ranking in triple comparisons. Contributions to probability and statistics. Stanford (Calif): Stanford Univ. Press, 1960.
297. 279. Peterson C.R., Beach L.R. Man as an intuitive statistician. - Psychol. Bull., 1967, 68, p. 29 - 46.
298. 280. Pinhas M. Deux criteres pour l' economie de l'incertain: l'inegalite probable et l'indice de depassement. - Univ. Sci. Social. Toulouse, 1973, vol. XX 1, No. 1 - 2.
299. 281. Pitz G.F. The sequential judgement of proportion. - Psychonomic Sci., 1966, 4, p. 397 - 398.

300. 282. Pollack I, Decker L.P. Confidence ratings, message reception and the receiver operating characteristics. - J. Account. Soc. Amer., 1958, vol. 30, p. 286 - 292.
301. 283. Press S.J. Qualitative Control Feedback for Forming Group Judgement and Making Decisions. - J. American Statist. Assoc., 1978, 73, № 363, p. 526 - 535.
302. 284. Ramsey F.P. Truth and probability. In Kyburg and Smokler (Eds). Studies in subjective probability. N. Y.: Willey, 1926.
303. 285. Research methods in the Behavioural Sciences, Ed. by L. Festinger and D. Katz. L., 1954.
304. 286. Robinson G.H. Continuous estimation of a time varying probability. - Ergonomics, 1964, vol. 7, p. 7 - 21.
305. 287. Rohn J. Systems of linear equations with coefficients prescribed by intervals. - Econom. Mat. Obzor., 1976, vol. 12, p. 311 - 315.
306. 288. Rohn J. Input - Output planning with inexact data. Universital Freiburger, L.B.N. 1978, 78/9.
307. 289. Saaty T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures // J. Math. Psychology. 1977. V. 15. JVs 3.
308. 290. Sammon J. W. A non-linear mapping for data structure analysis. IEEE Trans. Computers, 1969, v. 18, n. 5.
309. 291. Satterthwaite M.A. Strategy - Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Welfare Functions // J. of Economic Theory. 1975. Vol. 10, № 2.
310. 292. Savage L.J. The theory of statistical decisions. - J. Amer. Stat. Assoc., 1951, Vol. 46, p. 55 - 67.
311. 293. Savage L.J. The foundations of statistics, N.Y.: Wiley, 1954. - 116 p.
312. 294. Savage L.J. The elicitation of personal probabilities and expectations // J. Amer. Stat. Assoc. 1971. Vol. 66, № 3.
313. 295. Scheuch E. Das Interview. - Handbuch der Empirischen Socialforschung. Hrsg, Von. R.Konig, Stuttgart, Baud I, 1967.
314. 296. Schlaiffer R. Probability and statistics for business decisions. N. Y.: Mc Graw-Hill, 1969.
315. 297. Schyberger W. Methods of readership research. Lund, 1965. - 266 p.
316. 298. Sen A.K. Collective choice and social welfare.

- Edinburg Oliver and Boyd, 1970. - 225 p.
317. 299. Shanteau I. Psychological characteristics of expert decision-makers //Expert Judgements and Expert Systems: Proc. NATO Adv. Res. Workshop, Porto, Ang. 86. - Berlin e. a., 1987. - p. 288 - 304.
318. 300. Shepard R.N. Metrical structures in original data. - J. Mathem. Psych., 1966, vol. 3, No. 2, p. 287 - 315.
319. 301. Shortliffe E.H., Davis R., Axine S.G., Buchanan B.G., Green C.C., Cohen S.N. Computer-based consultations in clinical therapeutics: explanation and rule acquisition capabilities of the MYCIN system. - Computers and Biomedical Research, 1975, Vol. 8.
320. 302. Shuford E.H. Percentage estimation of proportion as a function of element type, exposure time, and task. - J. Exp. Psychol., 1961, Vol. 61, p. 430 - 436.
321. 303. Sidelnikov Y.V. Experimental study of histogram expert estimations // Abstracts. The eleventh world conference of WFSF <Linking present decisions to long-range visions> May 27-31, 1990. Budapest, Hungary, p.8.
322. 304. Sidelnikov Y.V. Some Possible Shortcomings, Difficulties and Delusions whilst Experts' Forecasting In publ.: "Poland in the XXI-St. Century" 1997. Ed. Prof. Lech W. Zacher, International conference "The Coming of the Post-modern Future " 1995, Warsaw, Poland.
323. 305. Sidelnikov Y.V. Comparative Analysis of Experts' Forecasting. In publ.: "Poland in the XXI-St. Century" 1997. Ed. Prof. Lech W. Zacher, International conference "The Coming of the Post-modern Future " 1995, Warsaw, Poland.
324. 306. Simpson W. and Voss J.F. Psychophysical judgements of probabilistic stimulus sequences. - J. Exp. Psychol., 1961, vol. 62, p. 416-422.
325. 307. Slovic P. Value as a determiner of subjective probability. - IEEE transactions on human factors in electronics HPE-7, 1966, p. 222 - 224.
326. 308. Slovic P. Psychological study of human judgement: implications for investment decision making. - J. Finance, 1972, Mol. 27, No. 4, p. 779-800.
327. 309. Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S. Behavioural decisions theory. //Annu. Psychol. Rev., 1977, vol. 28, p. 112 - 141.

328. 310. Social R.R., Sneath P.H.A. Principles of numerical taxonomy. San Francisco, London: W.H. Freeman and Co., 1963.
329. 311. Stevens S. S. Measurement, Psychophysics and Utility // Measurement: Definitions and Theories, N.Y.: J. Willey and Sons, 1959.
330. 312. Thurstone L.L. A Law of comparative judgement. - Psychol. Rev., 1927, vol. 34, p. 273 - 286.
331. 313. Тончев Л. Проблемы на прогнозирането в НРБ. - София, 1974.
332. 314. Turoff M. Delphi conferencing: Computer-based conferencing with anonymity.-Techn. Forecast. and Soc. Change, 1972. - V. 3, N 2.-p. 159-204.
333. 315. Tversky A., Kakneman P. Assessing uncertainty. - J. Roy. Statist. Soc., 1974, 36, p. 148 - 159.
334. 316. Wakker P. Agreeing probability measures for comparative probability structures// Annals stat. 1981. V.9. No. 3.
335. 317. Watson S.S., Rilling M.E. and Bourbon W.T. Receiver-operating characteristics determined by mechanical analogy to the rating scale. - J. Account. Sec. Amer., 1964, vol. 36, p. 283 - 288.
- 336. Webler T., Levine D., Rakel H., Renn O. A Novel Approach to Reducing Uncertainty: The Group Delphi //Technological Forecasting and Social Change, Vol. 39, 1991, c. 253-263.**
337. 318. Week J. K., Bogart K.P. Consensus signed digraphs. - SIAM. J. Appl. Math., 1979, vol. 36, N 1, p. 1-14.
338. 319. Whiting Ch. S. Creative thinking. №.Y. 1958.
339. 320. Yager R. R. An eigenvalue method of obtaining subjective probabilities //Beha-viorial sci. 1979. V. 24. № 6.
340. 321. Young H.P., Levenglick A. A consistent extension of Condorset's election principle.- SIAM. J. Appl. Math.1978, vol.35, №. 2, p. 285-300.
341. 322. Zadeh L.A. Fuzzy sets. - Inform. Control, 1965, vol. 8, p. 338-353.
342. 323. Zetterberg H. On Theory and verification in sociology. N.Y., 1954.



## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схема экспериментального исследования, меры по повышению качества результатов экспертного опроса и предварительный анализ полученных данных.**

Для получения экспертных оценок были опрошены более 200 экспертов. Рассмотрим первоначальную схему проведения исследования и меры по повышению качества результатов на каждом этапе. До опроса экспертов было проведено четыре этапа.

Первый этап - подготовка тестовых вопросов экспертам. Существуют различные классификации видов вопросов. Можно исходить из формы вопросов или на основе содержания вопросов [198,297]. Можно исходить из функциональных критериев [60,295,323]. На практике нередко используют вопросы смешанного характера по отношению к любой классификации.

Для данного исследования были подобраны вопросы закрытого типа, которые не являются фактологическими, то есть относящимися к сфере поведения экспертов, и не касаются процессов, происходящих в психике эксперта.

Использование вопросов этого типа является наиболее предпочтительным с точки зрения возможности получения сопоставимых результатов анкетирования, что позволяет производить их статистическую обработку и обобщение. Кроме того, по мнению ряда социологов, использование закрытых, а не открытых вопросов имеет преимущество в случае, когда об изучаемой проблеме более четкое представление имеет опрашиваемый. А мы как раз и находимся в этой ситуации, так как рассматриваем тестовые вопросы.

Подобные тестовые вопросы или, как их еще называют в англоязычной литературе, вопросы "календарного типа", широко

используются во многих научных работах по экспертным оценкам. В качестве примера можно привести работы Б. Брауна, С. Кохрана, Н. Дэлки [228], Ю.Н. Тюрина и А.Г. Василевича [181], Д. Форда [252].

Мы остановились на экспериментах, в которых были использованы вопросы календарного типа, по следующим причинам:

а) Это были вопросы, на которые опрашиваемые в общем случае не знали ответа, но имели достаточно исходной информации для получения квалифицированной оценки.

б) Были получены поддающиеся проверке ответы, которые могли быть использованы для оценки качества работы отдельных экспертов и групп.

в) Ответы были числовые, так что можно было соизмерять точность работы экспертов.

г) Была возможность получить большое количество данных по каждому из вопросов, что в реальных исследованиях часто затруднено.

Для того, чтобы проверить наши выводы на разнообразном материале, было подобрано 15 тестовых вопросов.

Вторым этапом подготовки является формирование анкет.

В социологических исследованиях рассматривают два основных вида опроса: интервью и анкетные вопросы. Мы будем использовать третий, промежуточный, который в классификации, рассмотренной в работе [201], условно назван "анкетированием с участием интервьюера", сочетающий идеи первых двух. Опрос экспертов осуществляется с помощью трех частично совпадающих анкет. Анкеты были составлены с учетом требований к ним, рассмотренных в ряде работ [45,275]. Так, например, похожие вопросы располагались в различных концах достаточно больших анкет для избежания "эффекта эха". По возможности были учтены наиболее распространенные ошибки при составлении анкет.

Третьим этапом является подготовка инструкции по проставлению оценок.

В качестве примера приведем здесь инструкцию, которая прилагалась ко второму и третьему виду анкет.

### **Инструкция для проставления оценок.**

Уважаемый товарищ! Вам предлагается анкета, содержащая некоторый перечень вопросов. Просьба дать для каждого вопроса численную оценку двоякого рода - точечную и гистограммную. Вы можете сами устанавливать последовательность проставления обеих оценок.

Точечная оценка проставляется следующим образом:

Над линией шкалы пишется число, которое кажется Вам наиболее соответствующим истинному значению оцениваемой величины. Это число обводится кружочком (разумеется, оно может не совпадать с числами, указанными под линией шкалы в качестве ее делений).

Гистограммная оценка проставляется следующим образом:

Отмечается четкими вертикальными штрихами отрезок шкалы, в который, по Вашему мнению, практически со стопроцентной уверенностью попадает оцениваемая величина (в качестве левого и правого конца отрезка используются числа, фигурирующие под линией шкалы).

Распределяются 100% Вашей уверенности между линиями шкалы, попавшими в этот отрезок. Полученные числа пишутся над соответствующими делениями (в итоге более вероятному делению приписывается относительно большая доля и т.д.).

Просьба относиться к проставлению точечных и гистограммных оценок в равной степени внимательно.

Если ответ на какой-либо из вопросов анкеты Вам известен точно, просьба указать это в анкете (написать "знаю точно" над

соответствующей шкалой. Оценки в этом случае проставлять не следует).

Четвертый этап. Одновременно с вручением анкеты и инструкции по проставлению оценок проводился устный инструктаж. В рамках устного инструктажа проводился пилотажный эксперимент на вопросе того же типа, что были предложены в анкете.

Пятый этап. Во время проведения опроса.

При проведении опроса автором учитывалось положение о том, что реализация экспериментов существенным образом определяется готовностью и желанием экспертов отвечать на вопросы анкеты. Время заполнения анкеты экспертом было таковым, чтобы не создавать трудности для решения вопросов, указанных в анкете.

Шестой этап. После проведения опроса.

Для исключения грубых ошибок отбрасывались целые группы анкет в случае, если при заполнении была нарушена независимость оценок экспертов.

Были отброшены анкеты более 70 экспертов, так как их анкеты, хотя бы по одному из вопросов, свидетельствовали о неправильном понимании инструкции по проставлению оценок.

Лишь небольшая доля этих анкет не включалась в дальнейшую обработку по причине нарушения опрашиваемым инструкции, в той ее части, которая касается условия нормировки.

Кроме того, не рассматривались те вопросы из анкет, где было указано экспертом, что он знает точный ответ.

Седьмой этап. Предварительный анализ полученных данных. После того, как проведено экспериментальное исследование, мы можем по тем или иным параметрам предварительно оценить качество полученной совокупности оценок.

Первый способ основан на сопоставлении по некоей обобщенной характеристике нами полученного массива оценок и массива аналогичных оценок, рассмотренного другими исследованиями.

Обследуя студентов в Гарвардской школе бизнеса, Альперт и Райф обнаружили, что 426 из 1000 построенных ими 98% доверительных интервалов не содержали истинного значения оцененного параметра [216]. Рассмотрим в качестве обобщенной характеристики долю интервальных оценок, содержащих истинные значения. В исследовании Альперта и Райфа эта доля составляет 57%. Подобные результаты не редкость, хотя, на первый взгляд, кажутся неожиданными. Изучению этого явления, названного "сверхдоверием", посвящена работа [309]. Много ссылок на соответствующие исследования указано в работе [259].

Исследуя гистограммные оценки, мы можем рассмотреть аналогичную обобщенную характеристику. Действительно, как было указано в инструкции, построение каждой индивидуальной гистограммной оценки начинается с выделения границ. Эксперта просят указать границы оцениваемой величины, в которые ее истинное значение попадает практически со стопроцентной уверенностью.

Если истинное значение величины попало в вышеуказанный отрезок, то мы будем называть такую гистограммную оценку правильной.

Таким образом, рассмотрев долю правильных гистограммных оценок среди всей полеченной совокупности оценок, мы сможем сопоставить ее с исследованиями Альперта и Райфа.

Оказалось, что из общего числа 1413 гистограммных оценок в 631 случае оценка была правильной. Таким образом, доля правильных гистограммных оценок составляет 45%, что сопоставимо с аналогичной оценкой в исследовании Альперта и Райфа.

Подтверждением приемлемого качества гистограммных оценок служит на наш взгляд и быстрое увеличение доли правильных групповых гистограммных оценок с ростом числа индивидуальных гистограммных оценок, входящих в групповую, или точнее, усредняемых в групповой гистограммной оценке\*.

Этот результат непосредственно следует из таблицы:

Таблица 1

	Индивидуальные гистограммы	Группы из 4-х гистограмм	Группы из 6-и гистограмм	Группы из 10-и гистограмм	Группы из 20-и гистограмм
<b>Общее количество гистограмм</b>	<b>1413</b>	<b>347</b>	<b>229</b>	<b>134</b>	<b>128</b>
<b>Количество правильных гистограмм</b>	<b>631</b>	<b>308</b>	<b>216</b>	<b>131</b>	<b>128</b>
<b>Процент правильных гистограмм</b>	<b>44,66%</b>	<b>88,76%</b>	<b>94,32%</b>	<b>96,76%</b>	<b>100%</b>

Рассмотрим второй способ проверки качества полученной совокупности оценок. Так как наряду с гистограммными оценками эксперты каждый раз проставляли и точечные, мы можем провести аналогичное сопоставление по совокупности точечных оценок.

Из работы [202] следует, что Дельфийская процедура дает неплохие результаты в тех случаях, когда невелико число экспертов, чьи оценки существенно отличаются от истинной. В случае, когда мнения опрашиваемых можно рассматривать как случайные, групповая средняя может оказаться хуже любой индивидуальной оценки [38].

Таким образом, можно полагать, что качество полученной совокупности оценок приемлемо, если при использовании Дельфийской процедуры мы получим неплохие результаты.

\* Разумеется, как и ранее, группы гистограммных оценок формируются случайным образом.

Для этой цели часть массива точечных оценок, относящаяся к вопросам 10-15, была получена на первом туре Дельфийской процедуры. (Доля правильных гистограммных оценок среди 347 оценок, относящихся к вопросам 10-15, составляла 28%, что несколько меньше, чем у всей совокупности).

Для решения каждого из шести вопросов были сформированы по две группы экспертов. В каждой из 12-ти групп было по 4-5 экспертов.

Методом ротации нейтрализовался порядок предъявления вопросов. Были получены следующие результаты.

Групповая экспертная оценка улучшилась на третьем туре по сравнению с первым в 5 случаях, не изменилась в 5 случаях и ухудшилась лишь в 2-х случаях.

Подводя итоги предварительного анализа, мы приходим к заключению, что полученный массив экспериментальных оценок приемлем для дальнейшей обработки и анализа.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Базовая статистика по экспериментальным исследованиям**

В приложении 2 рассмотрены в табличной форме №№ 4.6-4.10 раз агрегированная статистика относительно точности математического ожидания ( $M$ ), моды ( $MO$ ) и медианы ( $ME$ ) для групповых гистограммных оценок и усредненных гистограммных оценок, соответствующих ядерным подгруппам.

Столбцы таблицы №№ 4.6-4.10 соответствуют номерам вопросов, а строки - различным вариантам ранжирования ошибок для математического ожидания, моды и медианы.

При этом  $\Delta M = |M - y|$ ;  $\Delta MO = |MO - y|$ , где  $y$  - истинное значение оцениваемой величины, соответственно, например, запись  $\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$  означает, что рассматривается случай, когда ошибка математического ожидания оказалась меньше ошибки моды, а эта последняя меньше ошибки медианы.

Что же касается чисел, стоящих на пересечении строк и столбцов, то они означают количество случаев, когда для соответствующего вопроса имела место ранжировка соответствующего типа.



Таблица № 4.6.

**Сравнение точности математического ожидания, моды и медианы для гистограмм, являющихся усреднением четырех индивидуальных гистограмм**

Вид ранжировки	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ
$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$		11	7	17	15	13	16	21	7	6	8	3	5	8	10	5	142
$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$		18	14	7	16	16	11	5	1	1	6	9	8	4	2	5	123
$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$		4	5	14	2	1	3	2	2	2						2	37
$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$		2	1	1	1	1	4	3	1					1	1	1	17
$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$		1	3	4		3	1	2								1	15
$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$						2				1		1					4
$\Delta M = \Delta ME < \Delta MO$												1					1
$\Delta M < \Delta ME = \Delta MO$																	
$\Delta MO = \Delta ME < \Delta M$					1												1
$\Delta MO < \Delta ME = \Delta M$																	
$\Delta ME < \Delta M = \Delta MO$																	
$\Delta MO = \Delta M < \Delta ME$																	
$\Delta M = \Delta ME = \Delta MO$				1													1
$\Delta M = \Delta ME$																	
$\Delta M < \Delta ME$								1					1				2
$\Delta ME < \Delta M$			1	1				2									4
Σ		36	31	35	36	36	35	36	11	10	14	14	14	13	13	14	347

Таблица № 4.7.

**Сравнение точности математического ожидания, моды и медианы для гистограмм, являющихся усреднением шести индивидуальных гистограмм**

Вид ранжировки	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\Sigma$
$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$		8	4	3	10	6	12	13	4	7	6	2	3	5	7	2	92
$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$		14	9	10	13	13	6	3	1		2	5	6	2		5	89
$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$		2	5	4		1	2	5			1	2		1			23
$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$				3		2									2	1	8
$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$			2	1		1	2	2	2								10
$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$						1	1										2
$\Delta MO = \Delta ME < \Delta M$																1	1
$\Delta M < \Delta ME$														1			1
$\Delta ME < \Delta M$				2				1									3
$\Sigma$		24	20	23	23	24	23	24	7	7	9	9	9	9	9	9	229

Таблица № 4.8.

Сравнение точности математического ожидания, моды и медианы для гистограмм, являющихся усреднением восьми индивидуальных гистограмм

Вид ранжировки	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ
$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$		5	2	4	6	6	9	9	2	3	5	2	1	4	6		64
$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$		10	9	6	6	7	5	2			2	5	3	2		6	63
$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$		2	3	2	1	4	1	3	3	2			1				22
$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$				1			1	2								1	5
$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$		1	1	2	2	1	1	1									9
$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$					2			1					1				4
$\Delta M < \Delta ME$					1												1
$\Delta ME < \Delta M$					1								1				2
Σ		18	15	17	17	18	17	18	5	5	7	7	7	6	6	7	170

Таблица № 4.9.

Сравнение точности математического ожидания, моды и медианы для гистограмм, являющихся усреднением десяти индивидуальных гистограмм

Вид ранжировки	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ
$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$	3	1	1	7	2	6	9	1	2	4			5	5			46
$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$	10	9	5	4	7	4	1			1	3	4				5	53
$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$		2	3	1	3	1	1	3	2								16
$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$	1		4		1	1	1					1					9
$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$			1	2		2	1					1					7
$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$					1		1										2
$\Delta M = \Delta ME < \Delta MO$												1					1
Σ		14	12	14	14	14	14	14	4	4	5	5	5	5	5	5	134

Таблица № 4.10.

Сравнение точности математического ожидания, моды и медианы для гистограмм, являющихся усреднением двадцати индивидуальных гистограмм

Вид ранжировки	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ
$\Delta M < \Delta ME < \Delta MO$		1		2	8	3	5	10	1	1	3			4	4	1	43
$\Delta MO < \Delta ME < \Delta M$		9	2	7	4	9	4	1	2	1		4	4			3	59
$\Delta ME < \Delta M < \Delta MO$		4	1	1	2	1		1		1							11
$\Delta MO < \Delta M < \Delta ME$				1			3	2	1		1						8
$\Delta ME < \Delta MO < \Delta M$				3		1	1										5
$\Delta M < \Delta MO < \Delta ME$							1			1							2
<b>Σ</b>		<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>128</b>