Парадигма развития науки

Методологическое обеспечение

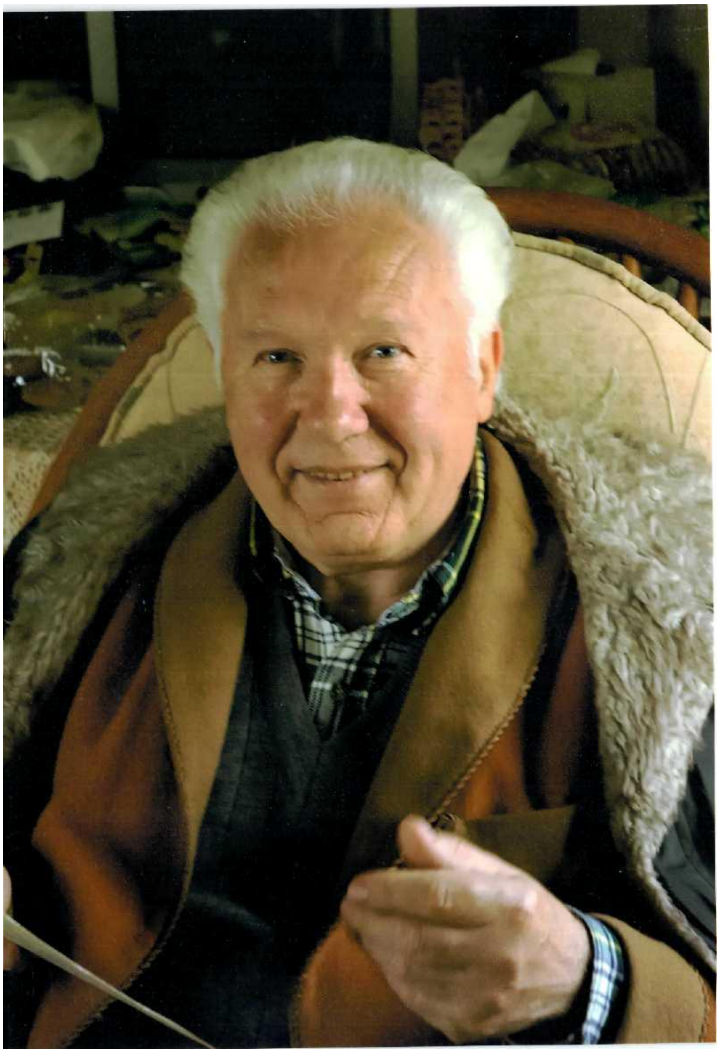
А.Е. Кононюк

КОНСАЛТОЛОГИЯ

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ КОНСАЛТИНГА

Книга 1

Киев
„Корнійчук”
2009



Кононюк Анатолий Ефимович

УДК 51 (075.8)
ББК В161.я7
К65.

Рецензент: *Н.К. Печурин* - д-р техн. наук, проф. (Нацинальный авиационный университет).

Кононюк А.Е.
К65 Консалтология. Общая теория консалтинга
К.:"Корнійчук", 2009. К.1- 444 с.
ISBN 978-966-7599-50-8

Настоящая работа посвящена вопросам развития общей теории консалтинга с использованием научных методов формирования рекомендаций для решения задач консультируемых проблем. Сформулированы основные положения построения автоматизированных консультационных процессов. Рассмотрены принципы построения систем автоматизарованного консультирования (САК). С позиций пользователя (лица, формирующего рекомендации) изложены основные положения, связанные с разработкой, исследованием и реализацией сформированных рекомендаций по решению задач консультируемых проблем различных проблемных областей.

Книга предназначена для научных работников, магистров, аспирантов, докторантов соответствующих специальностей.

ББК В161.я7

ISBN 978-966-7599-50-8 **©А.Е. Кононюк, 2009**

Структурная схема развивающейся панмедийной системы наук
I. Группа междисциплинарных наук
ПН Теория понятий
ЛГ Теория лингвистики
ПЗ Теория познания
СЗ Теория созидания
ПТ Общая теория понятоведения
II. Группа наук познания (фундаментальных наук)
ИН Теория информации
СТ Теория систем
РС Теория распознавания
КС Теория консалтинга (консультирования)
ПР Теория принятия решения
РР Теория реализации принятых решений
III. Группа наук созидания (прикладных наук)
СС Теория социальных систем
ЖО Теория жизнеобеспечения
КМ Теория коммуникаций и транспортирования
ОБ Теория образования (обучения)
СР Теория сохранения (защиты и охраны)
РЗ Теория развития
IV. Группа общедисциплинарных наук (обеспечивающих наук)
ДМ Теория дискретно-непрерывной математики (четкая и нечеткая)
НИ Теория научных исследований
ММ Теория моделей и моделирования
ОМ Теория оптимизации

Оглавление

Предисловие……10
Введение……..14
1. Общая характеристика теории консалтинга……26
1.1. Базовые понятия и определения, используемые в общей теории консалтинга……26
1.2. Системный подход в консалтинге и понятия, его определяющие……48
1.3. Общенаучный подход при формировании общей теории консалтинга с учетом системных требований……61
1.3.1. Основные характеристики системности в общей теории консалтинга…… 67
1.3.2. Консалтинтология - наука о консалтинге ……...70
1.3.3. Системные характеристики общей теории консалтинга...74
1.3.3.1. Этапы обновления знания о консалтинге…… 75
1.3.4. Роль математики в общей теории консалтинга……79
1.3.5. Роль вычислительной техники в общей теории консалтинга……..84
1.4. Классификация объектов и процессов, исследуемых в общей теории консалтинга ……..89
1.4.1. Введение в научную классификацию ……89
1.4.2. Место классификации в теории консалтинга …… 91
1.4.3. Таксономия и мерономия ……94
1.4.4. От логики к практике классификации…….. 103
1.4.5. Место естественного консультационного образования (структуры) среди классификаций…… 106
1.4.6. Классы консультируемых проблем, понятия большой и сложной консультируемой проблемы …… 109
1.4.7. Классификация консалтинговых услуг …… 122
1.4.8. Международная классификация консалтинговых услуг…..134
1.4.9. Классификация консультационных организаций …… 139
1.4.9.1. Проблема построения классификации консультационных организаций…… 139
1.4.9.2. Характеристика сложных консультационных организаций…… 149
1.4.10. Классификация консультационных методов решения консультационных задач……157
1.4.10.1. Классификация консультационных задач……157
1.4.10.2. Метод микроподхода…… 162
1.4.10.3. Метод макроподхода……..163
1.4.10.4. Метод физического моделирования……..167
1.4.10.5. Метод математического моделирования …… 168

1.4.10.6. Метод имитационного моделирования…… 173
1.4.11. Классификация консультационных процессов…… 176
1.4.11.1. Представление процессов…… 176
1.4.11.2. Классификация архитектуры консультационных процессов……184
1.4.11.3. Классификация математических моделей консультационного процесса…….. 193
1.5. Классификация систем автоматизированного консультирования……195
1.5.1. Общие сведения об эргатических системах, как системах автоматизарованного консультирования….195
1.5.2. Классификация эргатических консультационных систем по количеству операторов……..199
1.5.3. Классификация эргатических консультационных систем по виду связи специалиста-оператора с консультируемой проблемой…… 202
1.5.4 Классификация эргатической консультационной системы по степени непрерывности участия оператора в ее работе……210
1.6. Основные этапы и процедуры консалтингового проекта…… ..211
1.7. Консультационный процесс решения задач консультируемых проблем …… 224
1.8. Задачи консультирования и требования к консультанту…… 235
1.8.1. Постановка и формулирование консультационной задачи.. 235
1.8.2. Требования к образу консультанта……..243
1.8.3. Партнерские отношения «клиент-консультант»……250
2. Цели, задачи, методы поиска и формирования рекомендаций……265
2.1. Цель консультирования……...265
2.2. Консультационные задачи…… 267
2.2.1. Консультационные задачи и противоречия……267
2.2.2. Система правил решения консультационных задач (СПРКЗ)…… 284
2.2.3. Базовые задачи общей теории консалтинга…….. 287
2.3. Методы поиска и формирования рекомендаций…… 295
2.3.1. Классификация методов консультирования……. 296
2.3.2. Синектика…… 301
2.3.3. «Мозговая атака»…… 305
2.3.4. Вариантный синтез…… 308
2.3.5. Морфологический анализ……314
2.3.6. Метод контрольных вопросов……..319
2.3.7. Стратегия семикратного поиска. Метод гирлянд, случайностей и ассоциаций……321

2.4. Обобщенный эвристический метод формирования рекомендаций…….. 329
2.4.1. Вводные замечания……. 329
2.4.2. Структура и процедура метода……331
2.4.3. Описание функций консультируемых проблем и их элементов……344
2.4.4. Информационная база……...352
2.4.5. Метод эвристических приемов……355
2.4.6. Разработка и использование специализированных эвристических методов……362
2.5. Обобщенный алгоритм формирования рекомендаций…… 367
2.6. Автоматизированный синтез рекомендаций с использованием функциональных элементов……378
2.7. Выбор критериев оптимальности при формировании рекомендаций……383
2.8. Методы задания предпочтения на множестве частных критериев……...396
2.9. Процедура автоматизированного синтеза формирования рекомендаций……405
2.9.1. Программная генерация вариантов……..405
2.9.2. Запрещенные ветви……405
2.9.3. Ограничения заказчика (клиента)……409
2.9.4. Синтаксис и семантика синтеза……412
2.9.5. О качестве прождаемых рекомендаций……...413
2.10. Оптимальность при нескольких критериях……415
2.10.1. Целевые функции заказчика…….. 415
2.10.2. Оптимальность по Парето…….. 416
2.11. Методы сокращенного перебора……. 419
2.11.1. Влияние запрещенных ветвей……419
2.11.2. Сокращение перебора и априорные сведения…… 420
2.11.3. Особые свойства пространства параметров…… 421
2.11.4. Эвристики…… 421
2.11.5. Текущие оценки…… 423
2.11.6. Случайный поиск……424
2.11.7. Структурирование проблемы и рекомендации……425
2.12. Выбор рациональных вариантов формируемых рекомендаций…… 428

Предисловие

В последние годы появилось большое количество работ, посвященных теории и практики консалтинга. Эти работы очень различны по объему и уровню изложения (от небольших популярных брошюр до монографий, предназначенных для читателя с достаточно высокой математической эрудицией). Лишь в очень немногих работах имеется доступное изложение совокупности наиболее употребительных математических методов анализа консультируемых проблем и синтеза формирования оптимальных рекомендаций по решению задач консультируемых проблем, знание которых является обязательным для научных работников, магистров, аспирантов и докторантов соответствующих специальностей. Указанное обстоятельство определяет содержание и структуру этой работы.

Настоящая работа состоит из пяти книг.

В первой и второй книгах излагаются общие принципы построения и особенности функционирования сложных консультируемых проблем. Вводятся некоторые основные понятия: консалтинг, общая теория консалтинга, консультируемая проблема, структура консультируемой проблемы, параметры консультируемой проблемы, целевая функция и т. д. С использованием этих понятий делается постановка задач анализа консультируемой проблемы и синтеза формируемых рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы. Далее кратко дается общая методология решения этих задач.

Приводится классификация консалтингового образования, а именно: консультируемых проблем и услуг, методов консультирования, консультационных процессов, систем автоматизированного консультирования. При этом наибольшее внимание уделяется совокупности методов анализа, использующих математические модели консультационных процессов.

Излагаются основные методы поиска и формирования рекомендаций

Рассматривается консультационный процесс, его мамематические модели и его моделирование, консультационные алгоритмы.

Существенное внимание уделяется описанию формализованного метода построения консультационных алгоритмов. Осуществляется формальное писание и преобразование консультационных процессов с использованием исчисления высказываний как языка описания процессов, исчисления предикатов, описанин консультационных процессов сетями Петри, консультационных алгоритмов и языков их описания. Приводятся принципы реализации консультационных алгоритмов.

Излагаются элементы теории марковских процессов. С целью изучения проблем с дискретным множеством возможных состояний

вводится понятие цепей Маркова. С использованием предельных теорем устанавливаются необходимые и достаточные условия существования стационарного распределения вероятностей различных состояний системы, характеризующего асимптотическое поведение системы. Показано применение методов теории марковских цепей для оценки эффективности сложных консультируемых проблем и сформированных рекомендаций по решению задач консультируемых проблем.

Рассматриваются элементы теории массового обслуживания, которые используются для построения моделей консультационных процессов.

Исследуются консультационные процессы формирования отимальных рекомендаций, которые представлены совокупностью консультационных операций. Описываются средства разработки структуры автоматизированного консультационного процесса на базе консультационных модулей.

Изложены методы задания предпочтения на множестве частных критериев качества. Осуществлена постановка задачи поиска схемы оценки формируемых и сформированных рекомендаций. Описана структура комплекса моделей для оценки рекомендаций.

Рассмотрен пример практической оценки сформированных рекомендаций с использованием САК. Описаны алгоритмы программ для оценки сформированных рекомендаций в интерактивном режиме.

Третья и четвертая книги посвящены изложению требований принципиально нового подхода к решению консультационных задач консультируемых проблем: использования систем автоматизированного консультирования (САК), которое позволяет сократить сроки формирования рекомендаций по решению задач сложных консультируемых проблем, а сформированные рекомендации сделать более эффективными.

В настоящее время пока не завершены исследования по созданию единой методологии построения САК, хотя уже и достигнуты значительные успехи на этом пути благодаря вкладу известных советских и зарубежных научных школ. В этой работе автор сделал попытку систематизировать и обобщить результаты, полученные в указанной области, включая и разработки автора.

Потребность в книгах по рассматриваемому направлению нарастает в связи с насущной необходимостью внедрения в различные отрасли промышленности систем автоматизированного консультирования. В то же время, насколько известно автору, книг, посвященных вопросам автоматизации формирования рекомендаций с использованием САК еще не издано. Основное внимание в настоящей работе обращено на

автоматизацию формирования рекомендаций на начальных этапах, поскольку именно на этих этапах закладываются основные консультационные решения и в силу специфики консультируемой проблемы начальные этапы являются определяющими для формированния эффективных (оптимальных) рекомендаций.

Излагается классификация и основные структуры САК, виды обеспечения САК, анализируется и обосновывается выбор критериев оптимальности.

Рассматриваются информационные потоки в САР, классификация баз данных, организация системы управления базами данных, языки баз данных, описывается логическая и физическая организация баз данных, организизиция поиска данных.

Анализируются особенности математического аппара для математического моделирования на различных иерархических уровнях консультирования проблем.

Развитие САК требует решения комплекса сложных научно-технических проблем, связанных как собственно с разработкой систем, предназначенных для консультирования конкретных проблем, так и с применением этих систем для решения практических задач в рамках целостной технологии автоматизированного консультирования.

По мнению автора (и это подтверждается отечественным и мировым опытом), необходимым условием широкого и эффективного внедрения методов и средств автоматизации в практику консультирования является простота и доступность их использования консультантами. Исходя из этой предпосылки в настоящей работе предлагается и обосновывается новый подход к организации автоматизированного консультирования сложных проблем. В основе этого подхода лежит рассмотрение САК как организационно-технической системы, представляющей собой структурированное объединение всех видов ресурсов, используемых при автоматизированном консультировании. Процесс автоматизированного консультирования при этом состоит из многократно повторяющихся процедур формирования и функционирования консультационных модулей.

Понятие «консультационный модуль», впервые введенное автором, означает автоматизированную систему, предназначенную для выполнения отдельной консультационных операции, и отражает объективно существующую необходимость декомпозиции процесса консультирования. Каждый модуль гибко формируется на базе ресурсов САК под конкретную консультационную операцию, а их интеграция с учетом информационной и организационной связности обеспечивает реализацию консультационным процессом целостного

формирования рекомендаций по решению задач сложных консультируемых проблем.

Реализация такого подхода потребовала разработки достаточно сложных в теоретическом отношении методов и алгоритмов. Однако они построены так, что все трудоемкие операции, связанные с формированием и функционированием консультационных модулей, скрыты от консультанта, на долю которого остаются функции, лежащие в сфере его профессиональных интересов.

Круг рассматриваемых в книге вопросов достаточно широк, и автор отдает себе отчет в том, что ряд из них требует дальнейшей детальной проработки. Тем не менее, по его мнению, предлагаемый материал дает достаточно полное представление о технологии автоматизированного консультирования на базе консультационных модулей.

В пятой книге рассматриваются вопросы построения, исследования и использования система автоматизированного обучения и автоматизированных экспертных систем.

Автор далек от мысли, что ему удалось изложить материал наилучшим образом. Учитывая это, автор заранее благодарит за все пожелания и замечания, которые будут высказаны читателями.

Введение

Общая теория консалтинга (ОТК) представляет собой одно из многих, но очень важных, направлений науки, которая тесно взаимосвязана с другими научными направлениями, такими как: общая теория познания (ОТП), общая теория систем (ОТС), общая теория управления (ОТУ), общая теория принятия решений (ОТПР), общая теория реализации принятых решений (ОТРПР), которые являются базовыми (проблемными) научными направлениями.

Наука – система знаний о природе, обществе, мышлении, об объективных законах их развития. Она является результатом многовекового развития познавательной деятельности человечества, которое активно преобразует мир.

Одна из отличительных особенностей науки — строгая доказательность ее положений и выводов, она не является сводом неизменных истин. Никакая наука немыслима без доказательства, ни одно положение не может приниматься на веру.

При истолковании явлений в природе и обществе наука опирается на то или иное мировоззрение.

Мировоззрение — система взглядов, представлений о мире и его закономерностях, об окружающих человека явлениях природы и общества. Ошибочность в мировозренческих взглядах приводит к неверным путям поиска и обобщения в науке, к неверному пониманию возможностей познания.

Консалтинтология - область науки и техники, которая охватывает совокупность методов, процессов и средств переработки информации о консультируемой проблеме с целью формирования рекомендаций для решения задач консультируемой проблемы.

Современное мировоззрение признает мир материальным, существующим объективно, формой существования материи является движение. Мир познаваем, но абсолютная истина состоит из ряда относительных истин, приближающих человечество к полному знанию.

Знания, которыми обладает человек, он использует для различных потребностей в своей жизни, в том числе, для консультаций (рекомендаций) по той или иной проблеме, которая возникает в повседневной жизни человека. Особенно это касается людей, которые занимаются вопросами консультирования в различных предметных областях. Следует отметить, что не всякий человек, занимающийся различными проблемами в той или иной области знаний, может быть назван лицом, формирующим квалифицированные рекомендации (консультантом). Лицо, формирующее квалифицированную

рекомендацию (или, попросту, консультант) и лицо знающее — это не одно и то же. Лицо, формирующее рекомендацию (ЛФР) должно обладать аналитическим складом ума, умеющее правильно оценивать сложившуюся ситуацию и из множества альтернатив выбрать (порекомендовать) наилучшую (оптимальную), а знающий человек пользуется известными положениями.

Профессиональное качество ЛФР определяется такими показателями: 1) способность, 2) эрудиция и 3) деловая активность. По исследованиям французских социологов первым качеством обладают 3% известных ЛФР, вторым 9%, третьим 50%, сочетающих первое и второе качество 7%, первое и третье 3%, второе и третье 16% и все три качества 12%. Наиболее ценные рекомендации выполняют ЛФР, сочетающие первое и третье качества, то есть только 3% .

По отношению к труду, включая научную работу, и особенностям трудовой деятельности современная физиология делит всех людей на четыре типа: 1) пищеварительный; 2) дыхательный; 3) мышечный и 4) умственный.

Пищеварительный — характеризуется умением организовать собственный труд, добросовестностью и тщательностью выполняемой работы. У людей данного типа отсутствует склонность к поискам новых, более совершенных форм и методов труда, они характеризуются неспособностью к глубокому анализу процессов, связанных с выполняемой работой. Такой тип людей не может претендовать на формирование квалифицированных, а, тем более, оптимальных, рекомендаций для решения консультируемой проблемы.

Дыхательный тип отличается организаторскими способностями, быстро ориентируется при рассмотрении той или иной задачи, способен высказать разумные идеи, но ему недостает усидчивости и тщательности при выполнении работы. Этот тип людей может предендовать роль квалифицированных консультантов, но на них можно, как говорят, больше надеяться, чем расчитывать.

Мышечный тип работает рывками. В периоды «вдохновения» он может много и хорошо работать, но к каждодневному упорному труду не способен. Этот тип людей наиболее подходит к выполнению работ по формированию квалифицированных рекомендаций по консультируемой проблеме. Особенно эти люди приносят много пользы при задействовании их в процессах так называемого «мозгового штурма»

Умственный тип склонен постоянно искать более совершенные формы и методы труда. При выполнении работы он непрерывно ищет новые, лучшие решения, но, к сожалению, не всегда доводит эти

решения до конца. Из них получаются наиболее квалифицированные лица, формирующие рекомендации.

Разумеется, в природе перечисленные типы работников редко существуют «в чистом виде». Порой в одном лице наблюдаются различные сочетания.

Накопленные человечеством большой объем информации и, следовательно, знаний, привело к всестороннему усложнению вида (содержанию) рекомендаций в той или иной области человеческой деятельности. С усложнением деятельности человека возникла проблема принятия оптимальных рекомендаций, так как в сравнительно простых ситуациях для формирования правильных рекомендаций было достаточно интуиции и опыта ЛФР.

Успешное решение проблемы оптимизации рекомендаций (ОР) предполагает рассмотрение ее с двух точек зрения:

1) анализ физической картины проблемы, лежащей в основе процессов и объектов оптимизации (фундаментальная сторона проблемы, требующая принятия прогнозной рекомендации);

2) математико-статистическое описание консультируемой проблемы с целью построения многофакторной модели (прикладная сторона, требующая выдачи конкретной рекомендации).

Следует подчеркнуть, что задачу оптимизации формирования рекомендаций нужно рассматривать и решать непрерывно на всех стадиях создания, разработки и эксплуатации объекта. Только в этом случае можно достичь существенного эффекта и оптимизации их качества. На стадии проектирования необходимо оптимизировать показатели конструкции (функционирования) объекта, на стадии производства — технологические факторы, режимы работы оборудования и свойства используемых материалов. В процессе испытаний и эксплуатации уже готовых изделий нужно найти оптимальные условия эксплуатации с целью обеспечения требуемой долговечности и надежности.

Объединяющей их и центральной проблемой общей теории консалтинга (советов, рекомендаций) является то, как человек принимает решения по формированию тех или иных рекомендаций и как ему помочь в сложных задачах выбора, используя методы и компьютерные системы поддержки.

Абитуриент, поступающий в университет, премьер-министр, проводящий реформы, или брокер, скупающий и продающий акции, — все они решают задачи выбора лучшего варианта действий. В этих задачах есть много общего. Речь идет, прежде всего, о возможностях и ограничениях человеческой системы переработки информации.

Общими являются и методы анализа и синтеза вариантов действий, которые будем называть *методами формирования рекомендаций*.
Развитие информационных технологий создает новые технические средства для создания систем поддержки формирования рекомендаций. Однако самые совершенные средства не могут заменить человека в поиске лучших вариантов рекомендаций. Будущие события во многом непредсказуемы, и на их появление существенно влияют случайные и неопределенные факторы. Но, к счастью, в окружающем нас мире не все определяется случайностью. Человеческий выбор также влияет на судьбы людей, организаций, стран, цивилизаций. Интуиция, умение предугадать развитие событий, увидеть в настоящем черты будущего отличают успешных ЛФР.

Методы и системы поддержки формирования рекомендаций могут помочь человеку в сложном, часто мучительном, поиске лучших вариантов рекомендаций, могут заострить интуицию лица, формирующего рекомендации. Именно, разработанные методы, процессы и системы консалтинга положены автором в основу общей теории консалтинга.

Автоматизация консалтинговых работ и создание систем автоматизированного консультирования (САК) являются одним из основных направлений развития общей теории консалтинга на современном этапе и связаны с повышением эффективности формируемых рекомендаций для решения задач консультируемых проблем. При этом наибольший эффект может быть достигнут, когда автоматизация не ограничивается рамками отдельных процедур или этапов процесса формирования рекомендаций, а охватывает всю деятельность консультационных организаций (структур) различного уровня , предметной ориентации и территориального размещения. В таком контексте следует говорить о создании автоматизированных консультационных организаций, как о перспективном направлении повышения эффективности процессов разработки формируемых рекомендаций.
Можно выделить два пути создания автоматизированных консультационных организаций (АКО). Первый из них состоит в том, что создается множество частных автоматизированных систем, охватывающих отдельные виды деятельности АКО, которые далее объединяются в единую систему. Примерами таких систем могут служить САК типовых элементов рекомендаций, характерных для рассматриваемой консультационной организации, или автоматизация типовых консультационных процессов, связанными с функционированием КО. Такой подход, ориентированный на создание множества специлизированных систем, каждая из которых наилучшим

образом решает стоящие перед ней частные задачи, имеет ряд недостатков. Основные из них определяются сложностями, с которыми приходится сталкиваться при модификациях и развитии существенно ориентированных на конкретные задачи и методики их решения автоматизированных систем. Кроме того, интеграция систем такого рода, как правило, весьма затруднительна, а система, «сложенная» из совокупности отдельно разрабатываемых подсистем, как правило, оказывается недостаточно эффективной.

Другой путь создания автоматизированных КО связан с построением единой системы, на базе которой могут гибко и оперативно формироваться ее подмножества, способные решать соответствующие конкретные консультационные задачи в широком классе их постановок без ограничений на используемые при этом методы и методики решения. Именно такой подход положен в основу материала данной работы, конкретное содержание которого базируется на разработке ряда положений.

Основное из них состоит в том, что в процессе автоматизированного формирования рекомендаций по решению той или иной конкретной консультационной задачи консультируемой проблемы всегда участвуют:

комплекс технических средств, представляющий собой аппаратные средства вычислительной и организационной техники и систем связи;

организационная система, представляющая собой коллектив людей (прежде всего - консультантов) консультационной организации, осуществляющей консультационный процесс формирования рекомендаций;

информационная среда (информационная среда представляет собой (по принятой терминологии) совокупность организационного, методического, информационного и программного обеспечений), через которую в процессе автоматизированного формирования рекомендаций происходит взаимодействие людей как с комплексом технических средств, так и между собой.

Именно данная *триада* как инвариант, получающий конкретное содержание в зависимости от консультационной задачи, автоматизированное решение которой должно быть реализовано, составляет каждую автоматизированную консультационную систему.

Учитывая это, в работе в рассмотрение вводится обобщенное понятие (понятийное выражение) *организационно-технической консультационной системы* (ОТКС) как взаимосвязанной совокупности организационной системы, информационной среды и технических средств, объединенных для решения конкретной

консультационной задачи. Данное определение одновременно означает, что ОТКС представляет собой автоматизированную систему, функционально завершенную в том смысле, что она обеспечивает получение законченных результатов решения той или иной конкретной возлагаемой на эту систему консультационной задачи.

Масштабы и характер решаемой консультационной задачи определяют соответствующую ОТКС. Так, если решаемая консультационная задача состоит в разработке (формировании) новых рекомендаций, то соответствующей (разрабатывающей) ОТКС является автоматизированная КО. Если рассматривается более частная задача — организационное управление консультационным процессом разработки (формирования) рекомендаций, то соответствующей ОТКС является автоматизированная система управления КО. Если же в качестве целеполагающей консультационной задачи рассматривается формирование рекомендаци для решения задач консультируемой проблемы, то соответствующая ОТКС определяется как САК.

Таким образом, иерархия консультационных задач, составляющих консультационный процесс формирования (разработки) рекомендаций для решения задач консультируемой проблемы, определяет структуру автоматизированных систем, участвующих в этом процессе. Материал работы, в основном, ограничивается рассмотрением консультационных задач и автоматизированных процессов их решения и, соответственно, САК как ОТС, реализующей процесс консультирования. В этом случае САК является системой верхнего уровня, на базе которой формируются и решают возлагаемые на них задачи ОТКС более низких уровней. В роли таких ОТКС выступают консультационные модули, целеполагающими задачами для которых являются консультационные операции формирования рекомендаций.

Согласно излагаемому подходу САК должны рассматриваться в двух взаимосвязанных аспектах. Первый из них связан с построением САК, а второй — с их функционированием, обеспечивающим реализацию консультационных процессов я. Построение САК базируется в основном на прогнозных результатах анализа консультационных задач, которые решаются в процессе консультирования в рамках той КО, где рассматриваемая САК создается, а также ограничений на те материальные, трудовые и информационные ресурсы, которые могут быть использованы при данном построении.

Второй аспект рассмотрения САК связан с функционированием уже существующей САК, т. е. реализацией автоматизированного консультационного процесса формирования рекомендаций на ее базе. При этом одним из основополагающих моментов данного

рассмотрения является то, что в процессе развития и модификации САК могут меняться ее отдельные составляющие, полагаемые на нее задачи и методики их решения, однако принципы и следуемые из них алгоритмы функционирования должны оставаться неизменными. В противном случае каждая модификация САК будет выливаться в построение практически новой системы.

В основу разработки такого рода принципов и алгоритмов в работе положены два инварианта.

Первым из них является базовое представление консультационного процесса формирования рекомендаций, а вторым — базовое представление математических моделей консультационных процессов и консультируемых проблем.

Сформированное базовое представление консультационного процесса формирования рекомендаций основывается на членении этого процесса на консультационные операции. Причем на данное членение никаких предварительных условий (ограничений) не накладывается, а считается, что оно определяется конкретными практическими методиками и может быть произведено произвольным образом. Сутью каждой операции является обоснованный выбор (формирование) рациональных рекомендаций в условиях неопределенности, имеющей достаточно широкую трактовку. При этом операции, результаты выполнения которых являются взаимозависимыми, требуют согласования. Процедуры согласования зависят от видов информационных связей между операциями, а также их соотношения с организационными связями между консультантами, выполняющими соответствующие операции. Основываясь на приведенном представлении консультационного процесса, функционирование САК представляется как многотактная процедура формирования консультационных модулей (КМ) и выполнения консультационных операций на их базе, т. е. функционирования этих модулей. На каждом такте этой процедуры происходит целенаправленный обмен информацией между взаимодействующими модулями, направленный на согласование результатов их автономного функционирования.

Формирование консультационных модулей подразумевает, что в результате его реализации:

сформирована модель (модель рекомендации), на базе которой может быть произведен анализ и обоснование выбираемых вариантов сформированных рекомендаций;

определены переменные сформированной модели, значения которых должны быть согласованы со значениями переменных, являющихся результатом функционирования соседних модулей;

определены правила обмена информацией между взаимосвязанными консультационными модулями, обеспечивающие формирование согласованных рекомендаций, а также модель, позволяющая «пересчитать», во что выливается для каждого из взаимосвязанных модулей принятие другим модулем того или иного варианта согласуемых рекомендаций.

В основе процедур формирования консультационных модулей лежит использование информации о математических моделях консультационного процесса и консультируемой проблемы, представленных в предлагаемой базовой форме. Данная базовая форма основывается на том, что математические модели консультационного процесса и консультируемой проблемы присутствуют в САК в виде пакетов прикладных программ (ППП) модульной структуры. При этом каждый программный модуль представляет некоторую элементарную неделимую составляющую модели консультационного процесса и консультируемой проблемы в целом, отражающую свойства тех или иных рекомендаций и аспекта их реализации. Сами же модули могут рассматриваться лишь как «черные ящики» с определенными входами и выходами.

В таком контексте основная информация о математической модели, которая используется при формировании КМ, содержится в структуре этой модели, отражающей взаимосвязи ее элементарных составляющих. Поэтому в основу разработки методов формирования КМ положен анализ структурных свойств математических моделей. При этом выделяются два вида структур: *сетевая и многоуровневая*. Использование сетевого и многоуровневого характера математических моделей позволяет формально обобщить процедуры формирования консультационных модулей и дать соответствующие алгоритмы для этого формирования.

Сутью автономного функционирования консультационных модулей является выработка наиболее обоснованных рекомендаций в условиях неопределенности. Эта неопределенность состоит в неопределенности критериев (многокритериальность), внешних условий и задач (многообразие условий и задач функционирования части консультируемой проблемы, охватываемой данной консультационной операцией), исходных данных (в том числе результатов параллельно протекающих консультационных операций) и используемых математических моделей. Проблема выработки однозначной рекомендации в условиях неопределенности составляет содержание автономного функционирования консультационных модулей.

В основе предлагаемого в работе подхода лежит агрегированный учет неопределенности, который состоит в формализованном описании

множества допустимых способов учета неопределенности, инвариантного для широкого класса консультационных задач и выделении из него оптимальных (по точности представления) типовых наборов способов учета неопределенности. На основе использования этих наборов в условиях неопределенности всех видов обеспечивается формирование однозначных рекомендаций и выбор сопоставляемых с ними нескольких наиболее эффективных альтернативных вариантов. Причем соответствующая процедура позволяет в широких пределах варьировать неформальное участие консультанов в формировании рекомендаций вплоть до самого минимальной в зависимости от условий консультирования.

Предмет исследования и структура работы

В условиях резкого увеличения масштабов и темпов развития науки и техники необходимой предпосылкой для обеспечения высоких темпов развития рыночной экономики становится управление развитием теории консалтинга. Главным элементом управ-
ления развитием теории консалтинга является процесс выработки (формирования) рекомендаций по решению консультационных задач консультируемых проблем и принятия на основе сформированных рекомендаций оптимальных решений. Формирование рекомендаций должно основываться на анализе ситуаций, выявлении противоречий в развитии консалтинговой науки и формулировании на этой основе проблем и целей ее развития.

Проблемы и цели развития теории консалтинга могут определяться на основе анализа текущих ситуаций и выявления *уже возникших* (текущих) противоречий. Это один, далеко не самый эффективный, подход к формулированию проблем теории консалтинга.

При таком подходе к теории консалтинга ее развитие будет происходить по кривой синусоидального типа относительно траектории объективного оптимального развития (рис. В.1).

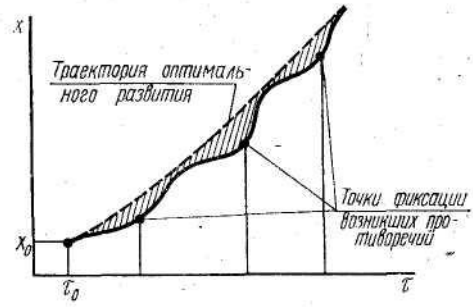


Рис. В.1. Траектория развития теории консалтинга (формирования рекомендаций) по принципу фиксации текущих противоречий:
x — управляемые параметры развития теории консалтинга; τ — время (календарное); x_0, τ_0 — базовые параметры

Сохранение высоких темпов развития теории консалтинга потребует в этом случае больших затрат ресурсов. Такой вариант управления развитием теории консалтинга приведет или к значительному ущербу от неоптимальности развития теории консалтинга при сохранении его динамики, или к снижению темпов развития теории консалтинга Более рационален другой подход к управлению теорией консалтинга, когда регулирующее воздействие на процесс развития теории консалтинга упреждает *перспективное противоречие* и система мероприятий по его предотвращению (или компенсации) минимизирует ущерб от неоптимальности развития. Именно такой подход определяет необходимость и актуальность консультирования возникших ситуаций, противоречий, проблем и целей развития теории консалтинга для формирования оптимальных рекомендаций по решению задач консультируемых проблем. В известной степени первый подход к управлению теорией консалтинга можно отнести к теории статического консалтинга, а второй — к теории динамического консалтинга.

Консультационный процесс формирования рекомендаций включает определение достаточного и необходимого множества альтернативных рекомендаций, оценку и выбор единственной, оптимальной рекомендации. Важным принципом формирования оптимальной рекомендации при этом является оценка эффективности альтернатив рекомендаций не только в рамках временно′го периода, но и их социально-экономических последствий за границами периода. Консультирование в этом смысле является формой выработки альтернативных квазиоптимальных рекомендаций, из которых затем методами теории формирования рекомендаций выбирается одна оптимальная рекомендация. Эта концепция ступенчатой процедуры формирования рекомендаций по принципу усечения «конуса рекомендаций» является предпочтительной при управлении развитием сложных консультационных комплексов с длительными сроками разработки и реализации рекомендаций.

При решении вопроса о выборе направлений развития консалтинговой науки первоначально мы сталкиваемся с неопределенным множеством направлений развития консалтинговой науки (рис. В.2).

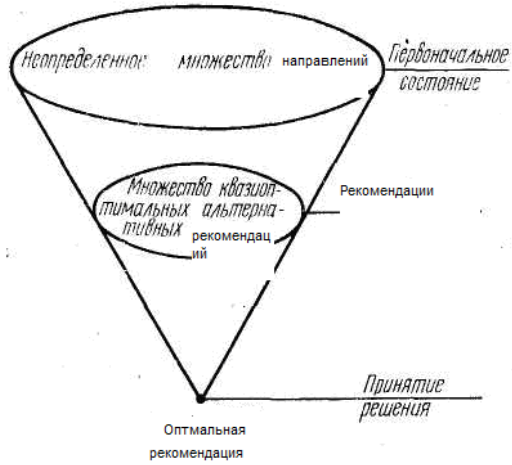


Рис. В.2. Усечение «конуса рекомендаций»

Разработка множества рекомендаций по ее направлениям развития уменьшает неопределенность и позволяет сформулировать ограниченное множество квазиоптимальных рекомендаций. В этом случае принятие решения связано, как уже отмечалось, с выбором из области альтернативных квазиоптимальных рекомендаций одной-единственной рекомендации, оптимальной по принятому критерию (вектору критериев).

Важнейшим условием повышения эффективности управления развитием теории консалтинга являются увеличение горизонта и оптимизация формируемых рекомендаций с учетом их ближайших и долговременных последствий. Тесная органическая связь консультирования и принятия решений обеспечивает оптимальность принимаемой стратегии научно-технического развития, значительно ускоряет его темпы.

Предметом исследования является изучение закономерностей развития теории консалтинга, методов консультирования существующих проблемных ситуации, противоречий, перспективных проблем и целей формирования оптимальных рекомендаций для возможности принятия на этой основе оптимальных решений по консультируемым проблемам. Результаты работы ориентированы на формирование рекомендаций и принятие на их основе обоснованных стратегических решений в области развития рыночной экономики.

Материал работы распределен по двум разделам. В первом вводятся базовые понятие, используемые в общей теории консалтинга, классификация консалтинговых структур, как организационно-консультационных систем, их основных компонент и описываются методы и процессы автоматизированного формирования рекомендаций на основе консультационных модулей. Второй раздел посвящен формированию и функционированию САК на базе консультационных модулей .

1. Общая характеристика теории консалтинга

Цель общей теории консалтинга – создание единой методологии разработки и исследования общесистемных признаков (характеристик) процессов консалтинга и систем консалтинга, посредством которых осуществляется формирование оптимальных рекомендаций для решения задач по консультируемой проблеме.

1.1. Базовые понятия и определения, используемые в общей теории консалтинга.

Прежде чем определить место общей теории консалтинга (ОТК) в общенаучном познании мира, т.е. в общей теории познания, приведем, строгие, на наш взгляд, определения ключевых (базовых) понятий и понятийных выражений, которые будут использоваться в общей теории консалтинга.

В общей теории консалтинга различные понятия в силу их общности трактуются не всегда однозначно. Чтобы достичь однозначности в понимании настоящей работы, определим эти понятия применительно к излагаемому материалу.

Начальными базовыми понятиями будут следующие: ОБЩИЙ , ТЕОРИЯ, КОНСАЛТИНГ.

Рассмотрим базовое понятие ОБЩИЙ и приведем его определение, изложенное в книге С.И. Ожегова «Словарь русского языка», М.,1963.

1. Принадлежащий, свойственный всем, касающийся всех (общий язык, общее образование (без профессиональной ориентации)).
2. Производимый, используемый совместно, коллективный (общие игры, места общего пользования).
3. Свойственный кому-нибудь одновременно с кем-нибудь другим (найти общий язык с кем-нибудь (достигнуть взаимного понимания)).
4. Целый, весь (общий итог, подсчитать общее количество чего-то)
5. *Касающийся основ чего-нибудь (общие вопросы науки).*
6. Содержащее только самое *существенное*, без подробностей изложить что-нибудь в общих чертах, без подробностей).

Как следует из изложенного, однозначного, а тем более строгого, определения понятию ОБЩИЙ нет. Это значительно затрудняет привести его строгое и однозначное определение. Постараемся выделить из приведенных выше определений общие, наиболее характерные признаки, присущие понятию ОБЩИЙ (относящиеся, прежде всего, к науке), и используя их, сформулируем сравнительно строгое определение (толкование) этого понятия.

В приведенных выше многозначных определениях понятия ОБЩИЙ, нас будут интересовать те признаки, определяющие это понятие, которые позволят дать строгое определения базовому понятийному выражению «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ».

Такими признаками будут : «свойственный всем», «касающийся основ чего-нибудь», «содержащий только самое существенное». Используя эти признаки, сформулируем довольно строгое, на наш взгляд, определение базового понятия ОБЩИЙ.

ОБЩИЙ – *содержит самое существенное, которое свойственно всем основам чего-нибудь*.

Используя содержание базового понятия ОБЩИЙ в ОТК, мы тем самым хотим сказать, что в ОТК будут изучаться общие признаки консалтинга, которые присущи (свойственны) всем видам консалтинга, независимо от природы их происхождения.

Рассмотрим базовое понятие ТЕОРИЯ и приведем его определение, изложенное в книге С.И. Ожегова «Словарь русского языка», М.,1963.

1. Учение, система научных принципов, идей, обобщающих практический опыт и отражающий закономерности природы, общества, мышления (теория познания, теория относительности).
2. Раздел какой-нибудь науки, а также совокупность правил в области какого-либо мастерства (теория вероятностей, теория шахматной игры).

Приведем еще одно толкование понятия ТЕОРИЯ, приведенное в книге «Словарь иностранных слов», М.,1964.

Теория [греческое: theoria] – логическое обобщение опыта, общественной практики, отражающее объективные закономерности развития природы и общества; система обобщающих положений в той или иной отрасли знания.

Приведем еще одно определение понятия ТЕОРИЯ

Теория (от греч. theoria — рассмотрение, исследование), система основных идей в той или иной отрасли знания; форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности.

Если говорить покороче, то **ТЕОРИЯ - это форма научного знания.**

Здесь мы также наблюдаем отсутствие однозначного определения понятия ТЕОРИЯ.

В приведенных выше многозначных определениях понятия ТЕОРИЯ нас будут интересовать такие признаки, определяющие это понятие, которые позволят дать строгое определения базовому понятийному выражению ОБЩАЯ ТЕОРИЯ.

К таким признакам можно отнести: «система научных принципов, идей, обобщающих практический опыт и отражающий закономерности природы, общества, мышления», «система обобщающих положений в той или иной отрасли знания».

Используя эти признаки, сформулируем довольно строгое, на наш взгляд, определение базового понятия ТЕОРИЯ, которое будет использоваться в общей теории консалтинга.

В общей теории консалтинга под понятием ТЕОРИЯ будем понимать *систему обобщающих положений о наиболее общих законах функционирования консультируемых проблем и формирования рекомендаций по решению задач консультируемых проблем.*

В ОТК мы будем часто использовать, помимо базовых понятий, также и базовые понятийные выражения. К одному из первых таких понятийных выражений отнесем «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ». Изложим понятийных выражений «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ» в следующей формулировке:

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ – *содержит систему обобщающих положений, которые свойственны всем теориям о наиболее общих законах жизненного цикла объектов и явлений различной природы* .

Наконец проанализируем содержание понятия одного из основополагающих ключевых понятий в ОТК, а именно: КОНСАЛТИНГ.

Понятие КОНСАЛТИНГ является одним из самых распространенных понятий, используемых в консультационных услугах в самых разных областях окружающего нас мира. По нашему мнению, до настоящего времени еще на устоялось определение понятию КОНСАЛТИНГ. В широком смысле, понятие консалтинг в переводе означает *консультирование*. Существующие определения этого понятия имеют различные смысловые нагрузки, в зависимости от того, в каких областях консалтинговых услуг это понятие используется.

Проанализируем содержание определений понятия КОНСАЛТИНГ в изложении ряда авторов, занимающихся вопросами теории и практики консалтинга.

Выделяют *два основных подхода к консультированию*.

В первом подходе используется широкий функциональный взгляд на консультирование. Фриц Стееле определяет его так: “Под процессом консультирования я понимаю любую форму оказания помощи в отношении содержания, процесса или структуры задачи или серии задач, при которой консультант сам не отвечает за выполнение задачи, но помогает тем, кто ответственен за это” .

Второй подход рассматривает консультирование как особую профессиональную службу и выделяет ряд характеристик, которыми она должна обладать. Согласно Лэрри Грейнеру и Роберту Метцгеру “(управленческое) консультирование – это консультативная служба, работающая по контракту и оказывающая услуги организациям с помощью специально обученных и квалифицированных лиц, которые помогают организации-заказчику выявить (управленческие) проблемы, проанализировать их, дают рекомендации по решению этих проблем и содействуют, при необходимости, выполнению решений” . Можно считать два эти подхода взаимодополняющими.

Европейская Федерация ассоциаций консультантов по экономике и управлению (ФЕАКО) дает следующее определение: “Менеджмент-консалтинг заключается в предоставлении независимых советов и помощи по вопросам управления, включая определение и оценку проблем и/или возможностей, рекомендацию соответствующих мер и помощь в их реализации”. Такого же определения придерживается Американская Ассоциация консультантов по экономике и управлению (АСМЕ) и Институт менеджмент-консультантов (IMC). Однако консалтинг – это понятие, пришедшее из рыночной экономики, следовательно, и отличается от научно-внедренческой деятельности так же, как рыночная экономика отличается от планово-централизованной. Как следует из книги Э.А.Уткина «Консалтинг», М., 1998, термин консалтинг означает: «управленческое консультирование». С целью полного раскрытия содержания понятия консалтинговой деятельности, следует проанализировать толкование существующих формулировок управленческого консультирования (табл. 1.1). Если в начале 1980-х гг. в них содержались только принципы, касающиеся профессиональных характеристик консалтинговых услуг, то по мере продвижения к рыночной экономике они дополнялись характеристиками консалтинга как предпринимательской деятельности.

Таблица 1.1

Определение понятий управленческого консультирования (УК)

№ п/п	Определение	Источник
1.	УК - высококвалифицированная помощь руководителям, направленная на повышение работы организаций, которая оказывается независимыми (не входящими в состав организации) экспертами, специализировавшимися в определенной области	Чакыров К. Управленческое консультирование - организация процесса. - София, 1986.
2.	УК - разновидность экспертной помощи руководителям организации в деле решения задач перестройки управления в изменяющихся внешних и внутренних условиях	Рапопорт В.Ш. Диагностика управления: (практический опыт и рекомендации). - М.: Экономика, 1988.
3.	УК - это деятельность и профессия, его содержанием является помощь руководителям в решении их проблем и во внедрении достижений науки и передового опыта.	Юксвярав Р.К., Хабакук М.Я., Лейманн Я.А. Управленческое консультирование: теория и практика. - М.: Экономика, 1988.
4.	УК - определенным образом организованный процесс взаимодействия между консультантом и персоналом предприятия (организации), результатом которого является осуществленное на нем организационное изменение или проект его внедрения	Основные положения программы (материалы к Ученому совету МЭ и ОПП СО АН СССР от 13.01.88).- Новосибирск, 1988.
5.	УК - услуги, оказываемые независимыми и профессионально подготовленными специалистами (консультантом или их группой) с целью помочь руководителю	Прокопенко И. Управленческое консультирование как услуга // Проблемы теории управления. -М.,

	организации в диагностике, анализе и практическом решении управленческих и производственных проблемах	1988.
6.	УК - услуга, оказываемая консультантом с целью помочь предприятию в диагностике, анализе и практическом решении проблем	Комаров В.Ф. Программа работ лаборатории управленческого консультирования.- Новосибирск, 1988.
7.	УК - эффективная форма рационализации управления производством на основе использования науки и передового опыта.	Елмашев О.К. Управленческое консультирование: Вопросы теории и практики. - Ижевск: Удмуртия, 1989
8.	Консалтинг - это профессиональная помощь со стороны специалистов по управлению хозяйственным руководителям и управленческому персоналу различных организаций (клиенту) в решении проблем и функционировании их развития, осуществляемая в форме советов, рекомендаций и совместно вырабатываемых с клиентом решений	Посадский А.П., Хайниш С.В. Консультационные услуги в России. - М.: Финстатинформ, 1995.
9.	Бизнес-консалтинг - обеспечение клиента специализированным опытом, методологией, техникой поведения, профессиональными навыками или другими ресурсами, помогающими ему в оптимизации сложившегося на предприятии (организации) финансово-экономического состояния в рамках действующей нормативно-законодательной базы.	Консалтинг в Украине. – Киев: Ассоциация “Укрконсалтинг”, 1996.

10.	Управленческое консультирование - это сервис, обеспечивающий клиента независимым и объективным советом, и предоставляемый специализированной компанией или специалистом для идентификации и анализа управленческих проблем и возможностей компании-клиента.	Саврук А., Красюк Р. Готовых решений не бывает. // Рынок капитала. 1998, №23-24.
11.	Под управленческим консультированием понимается консультативная служба, работающая по контракту и оказывающая услуги организациям с помощью специально подготовленных квалифицированных сотрудников, которые помогают организации-заказчику выяснить управляющие проблемы, проанализировать их, предлагают рекомендации по решению указанных проблем и содействуют ,при необходимости, практической реализации принятых решений.	Уткин Э. Консалтинг. - М., 1998.

В большинстве формулировок, приведенных в табл. 1.1, выделяется профессионализм консультантов, что можно считать одной из важнейших характеристик консалтинговой деятельности. Формулировки 5 и 10 указывает на независимость консультантов и групп консультантов, а это еще раз свидетельствует о профессионализме консультантов. Можно согласиться, что "УК - разновидность экспертной помощи..." (п. 2). Скорее экспертная помощь основывается на суждениях специалистов и является частью консультационного процесса, т. е. УК по своему объему гораздо более широкое и глубокое понятие. Более того, *экспертная помощь оказывается для клиента, а консалтинговый процесс осуществляется с клиентом*. В этой же формулировке Рапопорта В.Ш. очень верно отмечены "изменяющиеся внешние и внутренние условия", в которых приходится работать консультанту.

Анализ изложенных формулировок понятию «консалтинг» не дает нам оснований взять какую-либо из них за образец, поскольку каждая из них фиксирует лишь определенную сторону консалтинговой деятельности. Поэтому симбиоз формулировок консалтинговой деятельности, как специфической формы деятельности, может дать более полное и более системное определение понятию «консалтинг». После проведенного анализа изложенных определений понятия «консалтинг», в том числе и управленческого консультирования, и анализа состояния рынка консалтинговых услуг, предлагается следующее определение понятия «консалтинг».

Консалтинг (консультирование) *– это процесс интеллектуальной деятельности лица или группы лиц в сфере (области) консультируемых проблем (консультационных услуг), результатом реализации которого является сформированная совокупность рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, что позволяет клиенту (лицу, принимающему решение) осуществить выбор одной из них, с целью принятия оптимального (компромиссного) решение по управлению и функционированию объектом (субъектом) и/или процессами (функционирования и управления), реализация которого (решения) обеспечивает решение задач консультируемой проблемы.*

В определении понятия *консалтинг* нами использовалось также понятие «формировать». Приведем его определение. Согласно определению, приведенному в книге С.И. Ожегова «Словарь русского языка», М.,1963., оно означает : «*создавать, составлять, организовывать*». Это понятие нами будет широко использоваться при изложении дальнейшего материала.

На основании проведенного анализа содержаний различных определений понятий: ОБЩИЙ, ТЕОРИЯ, КОНСАЛТИНГ, приведем строгое, на наш взгляд, определение базового понятийного выражения - ОБЩАЯ ТЕОРИЯ КОНСАЛТИНГА.

Под ОБЩЕЙ ТЕОРИЕЙ КОНСАЛТИНГА будем понимать обобщающую целенаправленную научную систему консультационных методов (процессов, алгоритмов) и средств, функционирующую в сфере (области) консультируемых проблем (консультационных услуг), результатом деятельности которой является сформированная совокупность рекомендаций по решению задач консультируемых проблем, что позволяет клиенту (лицу, принимающему решение) осуществить выбор одной из них с целью принятия оптимального

(компромиссного) решение, реализация которого (решения) обеспечит решение задач консультируемой проблемы.

Консультирование связано с интеллектуальной деятельностью субъекта (консультанта), направленной на реализацию процесса формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

Консалтинг – это процесс, который мы будем называть *консультационным процессом.*

В консультационном процессе принимают участие два типа субъктов: субъекты, которые выполняют (осуществляют, проводят) консультирование и субъекты, которые получают консультирование.

Субъекта, который выполняет (осуществляет, проводит) консультирование будем называть *лицом, формирующим рекомендации* (ЛФР) или *консультантом.*

Субъекта, который получает консультирование будем называть *лицом, принимающим решение* (ЛПР), *контактным лицом* (КЛ) или *клиентом.*

Под ***предметом консультирования*** *мы будем понимать то, на что направлена мысль консультанта, что составляет ее содержание или на что направлено какое-либо действие консультирования, а также отдельный круг знаний, образующий учебную или научную дисциплину.*

Предметом консультирования выступают как объекты (предметы) различной природы: процессы – экономические, социальные, научные, эксплуатиционные, технологические и др., оганизационные системы, системы управления, транспортные системы и др., так и субъекты.

Под ***консультируемой проблемой*** *будем понимать теоретический или практический вопрос (задачу), требующий разрешения, объяснения, изучения, исследования, диагностики, аудита, формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.*

С системной точки зрения консалтинг может быть определен как *конкретная организационно-экономическая форма отношений в области формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы*. Консалтинг создает идейную, методологическую, теоретическую, информационную, техническую, правовую и этическую базу для формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы и процессов их (рекомендаций) форирования, совершенствования и развития. *Сложившиеся в настоящий момент времени формы консалтинга являются частным видом консультационных отношений, которые используются в области функционирования и управления и являются*

одним из способов соединения ***власти и компетентности.*** Определение отношения между властью субъекта и его компетентностью опирается на определение властных отношений и определение компетентности.

Властные отношения - один из видов субъектно-объектных отношений, в которых роль объекта играет принудительно десубъективированный субъект. *Компетентность субъекта* - способность субъекта поддерживать соответствие между его возможностями и его интересами. *Компетентность* - субъектноориентированный, активный, персонифицированный фрагмент накопленных обществом знаний. Субъект властных отношений, как правило, всегда стремится к расширению своей компетентности и с этой целью прибегает к услугам консалтинговых служб. Однако важно заметить, что существуют ситуации, когда субъект властных отношений не стремится к расширению своей компетентности. Тогда властный субъект пытается восполнить компетентность различными способами - *обучение, тренинги, рефлексия.* Однако широко известный психологический феномен несовместимости властного и компетентного типа личностей в психике одного лица, различие механизмов рефлексии субъектов власти и компетентности ограничивают эти способы и создают универсальные предпосылки для сотрудничества властного субъекта с субъектом компетентности. *Консультационные отношения являются частным случаем такого сотрудничества и основываются на профессионализации субъекта компетентности.* Таким образом, характерная для властных отношений *нестабильность* в условиях динамичного изменения внешней среды создает *основательные предпосылки для привлечения консультантов***.** Если властный субъект осознает дисбаланс между интересами и возможностями (осознает потребность в преобразованиях) и не имеет способностей этот дисбаланс преодолеть (осознает потребность в расширении компетентности для проведения преобразований), то только в этом случае можно говорить о потребности в консалтинге. Поскольку мы зафиксировали зависимость отношений консультирования от властных отношений, то для выявления всего многообразия ситуаций потребности в консалтинге необходимо *классифицировать* некоторым образом все многообразие ситуаций изменения властных отношений. Из всего многобразия ситуаций изменения властных отношений, рассмотрим основные *четыре типа властных отношений*, соответствующих четырем формам социальной деятельности:

1. *Политические властные отношения* основаны на типе социальной деятельности, характеризующемся разделением труда, специализацией и кооперацией. Этот тип властных отношений специфичен нацеленностью властного субъекта на процесс (политическую борьбу), а не на результат. Появление результата является неуправляемым следствием процесса. Властный субъект находится под влиянием институтов государства: *ответственность, власть, закон*. Одним из характерных социумов для данного типа отношений является средневековая корпорация, которая характеризовалась номинальным подчинением центральной власти, и фактической властью на местах. *Властный субъект не персонифицирован и рассредоточен*.
2. *Экономические властные отношения* основаны на типе социальной деятельности, характеризующемся производством товаров, торговле, ростовщичестве. Этот тип властных отношений специфичен нацеленностью властного субъекта на результат (экономически измеримый) и на клиента, как на источник результата. Властный субъект находится под влиянием институтов рынка: *право, деньги, капитал*. Одним из характерных социумов для данного типа отношений является бизнес-компания, которая характеризуется сильной центральной властью. *Властный субъект персонифицирован и сосредоточен.*
3. *Предпринимательские властные отношения*. Это первый постиндустриальный тип властных отношений. Состоит в связывании контрагентов властного субъекта, находящихся в разных деловых сетях, воедино в проект для получения предпринимательского результата. Здесь властный субъект осуществляет деятельность по превращению собственных возможностей по задействованию владельцев различных ресурсов в уникальный продукт, который на выбранном секторе рынка оказывается монопольным. Данный тип властных отношений основан на финансовых технологиях. Властный субъект руководствуется либеральной идеологией - идеологией свободы. Одним из характерных социумов для данного типа отношений является предприятие (компания под проект), которое характеризуется сильной центральной властью, но опосредованной системой менеджмента. Напрямую власть проявляется только в момент конструирования предпринимательского проекта. *Властный субъект сосредоточен, но не персонифицирован.*

4. *Корпоративные властные отношения*. Это второй постиндустриальный тип властных отношений. Состоит в создании организационных условий для сотрудничества предпринимателей, заинтересованных в использовании в своей предпринимательской деятельности общекорпоративного ресурса. Данный тип властных отношений основан на информационных технологиях. Властный субъект руководствуется идеологией справедливости. Одним из характерных социумов для данного типа отношений является предпринимательская корпорация, власть в которой распределена между самостоятельно функционирующими предпринимателями, выработавшими правила разрешения ресурсных конфликтов. *Властный субъект рассредоточен, но персонифицирован.*

Закономерная потребность в расширении компетентности (и, вероятно, актуализации консультационных отношений) возникает в процессе перехода от простых форм властных отношений к более сложным формам. Например, властный субъект, освоивший политические формы управления, в силу появления условий рыночной экономики вынужден для сохранения, а тем более для расширения власти, осваивать формы экономического управления (т.е. осуществлять преобразование деятельности и системы управления). Для этого ему необходимо расширить свою компетентность в продажах, маркетинге, клиентоориентированном производстве и разработках. Соответственно можно *выделить три типовые ситуации потребности в консалтинге:*

1. Освоение экономического типа властных отношений.
2. Освоение предпринимательского типа властных отношений.
3. Освоение корпоративного типа властных отношений.

Необходимо отметить, что все остальные ситуации потребности расширения компетентности являются частным случаем указанных трех типов.
Исходя из текущего состояния и динамики властных отношений в человеческом сообществе, в зависимости от ситуации может быть использована одна из трех *базовых стратегий преобразования*:

1. Освоение экономического типа деятельности и властных отношений.

2. Освоение предпринимательского типа деятельности и властных отношений.
3. Освоение корпоративного типа деятельности и властных отношений.

При решении задачи *освоения экономического типа деятельности и властных отношений* необходимо делать акцент на бизнес-ориентированные методы управления: маркетинг, сбыт, закупки, клиентноориентированное производство и разработка услуг, управление персоналом. В управлении акцент делается на централизации властных полномочий, разделении административной и академической власти, при главенстве административной, введении экономических критериев оценки эффективности. Для того, чтобы осуществить такие шаги необходима либо сильная (авторитарная) власть, либо очень серьезная проблематизация коллектива (особенно такого специфического, как академическое сообщество). К сожалению, существующие рекомендации по проведению изменений организаций (разработка миссии, создание рабочих групп, инициирование самоорганизующихся структур) здесь работают очень плохо, т.к. созданы они для освоения следующей (предпринимательской) формы властных отношений. Поэтому необходимо привлекать особые методы преобразований, учитывающие уровень развития и специфику организации.

При решении задач *освоения предпринимательского типа деятельности и властных отношений* необходимо делать акцент на опосредовании властного субъекта и организации системы регулярного менеджмента, системы реинжиниринга бизнес-процессов и системы реинжиниринг цепочки добавленной стоимости. В этом случае власть для организации становится объективизированной и заложенной в системе регулярного менеджмента, построенной по принципам саморегуляции. Для действующих властных субъектов осознание механизмов перехода к такой опосредованной системе отношений дается очень сложно. Принимая идею в общем, они с трудом преодолевают передачу власти системе. Ими зачастую не осознается, что такая передача власти развязывает лидеру руки для осуществления более высокой организационной деятельности - предпринимательского конструирования. В этой стратегии наиболее существенная часть работы связана с индивидуальным развитием первого лица. Необходимо отметить, что превалирующая масса консультационных услуг имеющихся в настоящее время на рынке, относится именно к этой стратегии расширения компетентности в силу того, что эксплуатируемые консалтингом идеи, возникшие в 50-х/60-х года 20

века, появились на волне эволюционного освоения бизнесом предпринимательских форм властных отношений. Данный вид властных отношений может быть построен только на фундаменте высокого уровня владения финансовыми технологиями. При решении задач *освоения корпоративного типа властных отношений* основной акцент делается на формировании постоянно действующей системы принятия решений по поводу распределения общекорпоративного ресурса. Здесь наиболее актуальны будут методы управления, построенные на интерактивных коммуникациях лиц, принимающих решения и оценке капитализации их деятельности. К сожалению, методически эта стратегия еще недостаточно проработана. Реализация данной стратегии не отменяет прохождение двух первых стратегий. Только в контексте перехода к предпринимательской корпорации эти предыдущие стратегии проходят более сложным образом. Для осуществления преобразований могут привлекаться методы внутреннего интерпренерства, реструктуризации, дивизионализации, создания стратегических альянсов. Данный вид властных отношений может быть построен только на базе высокого уровня использования информационных технологий. Даже испытывая объективную необходимость проведения преобразований, властный субъект привносит в эту ситуацию субъективный фактор. Учитывая это, мы полагаем, что для инициирования процессов реформирования необходима соответствующая мотивация *властного субъекта*. Можно выделить *три группы властных субъектов* с точки зрения мотивированности на проведение преобразований:

1. *Субъекты с низкой мотивацией* (ниже порогового значения). К таким с большой вероятностью относятся крупнейшие системы. Это происходит в силу квазимонопольности положения и рассредотченности властных полномочий.
2. *Субъекты со средней мотивацией* (около порогового значения). К таким субъектам относятся "продвинутые" классические небольшие промышленные структуры. Такое положение дел возможно либо в силу того, что внешние условия стали порождать возмущения, которые власти уже не удается подавлять, либо в силу опережающих интересов властного субъекта с дееспособной сильной властью.
3. *Субъекты с высокой мотивацией* (выше порогового значения). К таким субъектам относятся, прежде всего, мелкий и середний бизнес. Они, изначально оказавшись в жесткой и

динамичной внешней среде, имеют неугасающую мотивацию на опережающее развитие.

Считают, что для *субъектов с низкой мотивацией* любые формы консультационных отношений являются ненужной тратой времени и средств (классический консалтинг, тренинги, обучение, другие формы диссеминации). Однако государство как властный субъект более высокого порядка может простимулировать изменение их мотивации. Учитывая "двухплечную" природу властных отношений, могут быть использованы следующие воздействия на такие объекты:

- Изменение возможностей через искусственное изменение внешней среды - введение новых стандартов и требований.
- Изменение интересов через "идеологические инъекции" и смену руководящих кадров на субъектов - носителей новых интересов.

В этом случае консультационные отношения могут быть актуализированы для осуществления внедрения или проверки соответствия организации новым стандартам. Такая работа аналогична разновидности консультационной деятельности - *аудиту*. При этом надо понимать, что аудит является не столько экземпляром консультационного отношения между аудитором и клиентом, сколько между аудитором и властным субъектом надсистемы - государством. *Субъекты со средней мотивацией* все время находятся в состоянии полумер, что не позволяет им делать качественные шаги в развитии властных отношений. Такие категории властных субъектов часто являются активными потребителями новых компетентностей. Однако часто это происходит ради процесса, а не ради результата - реальных преобразований. Для подобного рода субъектов методы стимулирования могут быть менее жесткие (хотя и они не помешают) - best practices, проектные и стратегические интерактивные сессии, обмен опытом. Консультанты могут помочь с проведением этих мероприятий, а также с проведением методических консультаций. Это будет преждевременным шагом, однако может стать и катализатором для формирования новых возможностей и новых интересов. *Субъекты с сильной мотивацией* характеризуются тем, что самостоятельно осуществляют осмысленное движение по качественному развитию организации. Это самые благодарные потребители консультационных услуг. Здесь могут быть предложены методы самомотивации - бенчмаркинг, стажировки, методы активного

обмена опытом. Данный тип субъектов является потребителем и методических, и экспертных, и преобразующих консультационных услуг.

Властные отношения испытываются на прочность и международной конкуренцией, и недостаточным государственным финансированием, и разрушенной системой кооперации с промышленными предприятиями. С такими властными субъектами работать в режиме консультационных отношений непроизводительно. Необходимо, прежде всего, проводить стимулирующие мероприятия (как жесткого, так и мягкого характера). *Консалтинг в чистом виде появляется только в случае работы с субъектом, сильно мотивированным на преобразования и расширение компетентности.*

В целом к сфере консалтинга можно отнести широкую гамму деловых и бытовых услуг. Так, можно говорить о консультациях в области юриспруденции, как о правовом консалтинге, о внедрении автоматизированных систем, как об информационном консалтинге и т.п. В то же время понятно, что крупные, комплексные проекты не обходятся без участия консультантов самых различных направлений. Для описания таких случаев, будем говорить о наличии среди консультантов генерального подрядчика и субподрядчиков, а всех вместе их будем называть *соисполнителями*.

Успех такого масштабного мероприятия, каким является консультационный проект, подвержен разнообразным рискам. И их рассмотрение представляется нам достаточно актуальной темой: во-первых, в силу того, что консалтинг стал нормой в хозяйственной жизни предприятий; во-вторых, потому что, несмотря на развитие консультационной деятельности, до сих пор ощущается дефицит *информационных и аналитических материалов по данной тематике*. В большинстве случаев заказчик может судить о качестве выполняемых консультантами услуг только по материалам рекламного характера. В то же время судить о намерениях, опыте и добросовестности самого заказчика привлекаемый консультант может только по косвенным признакам. Все это и порождает области вероятного действия неблагоприятных факторов и нежелательных событий.

В самом общем виде ***риск*** - *это наличие вероятности наступления неблагоприятных событий и действия неблагоприятных факторов, способных отрицательно повлиять на достижение цели.*

Если проанализировать влияние рисков на исход результатов консультации, то получится всего три результирующих фактора*: качество реализации, сроки и стоимость результатов консультации*.

Если происходит хотя бы одно из неблагоприятных событий, риск наступления которого не предусмотрен и не "застрахован" в

консультационной документации и действиях участников консультации, то это событие в какой-либо комбинации отразится на результирующих факторах. Либо сроки сдвинутся, либо дорого обойдется, либо результаты консультации не будут соответствовать поставленным задачам, а значит, решение консультируемой проблемы провалено.

Рассмотрим понятие “консультант” в сопоставлении с понятием “консалтинг”. Большая часть работников интеллектуального труда проводит определённую часть рабочего времени, консультируясь с коллегами, или предоставляя консультации. Сотрудники, работающие над решением одной задачи, консультируются друг с другом. Специалисты в области информационных технологий, посвящающие некоторый процент рабочего времени разработке систем или созданию кодов, консультируются с клиентами, которых они обслуживают. Специалисты по работе с кадрами часто консультируются с менеджерами или группами сотрудников. В этом смысле, любой человек, который предоставляет рекомендации или советы другим сотрудникам, занимается консультациями, или “консалтингом”. Данный термин употребляется даже по отношению к стилю продаж, когда продавец непосредственно консультирует потенциального покупателя, помогая ему сделать выбор.

Если понятие “консалтинг” является настолько широким, то что же тогда означает слово “консультант”? Можно ли любого человека, предоставляющего консультации, считать консультантом? ***Консультант*** *– это специалист в консультируемой проблемной области, основной функцией которого является помощь другим людям (клиентам) в достижении определенных целей, в рамках общей стратегии деятельности данного предприятия*. Консультанты помогают клиентам выполнять работу (функции), но не выполняют работу сами. *Задача консультанта – помочь клиенту (заказчику) эффективно работать*. В этом смысле, консультант обычно не предоставляет клиенту непосредственных услуг, как, например, создание компьютерной программы, подбор квалифицированных претендентов на должность, или регулярное предоставление отчетов о текущей деятельности предприятия.

Будем различать следующие базовые (основные) консультационные услуги:

-методические,

-экспертные,

-преобоазующие.

Процесс выполнения и формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы как результатов консультирования может

осуществляться различными способами. Выделим *три основных*. Если весь процесс консультирования осуществляет человек, то консультирование называют *неавтоматизированным*. В настоящее время неавтоматизированное консультирование сложных вопросов практически не применяют.
Наибольшее распространение получило консультирование, при котором происходит взаимодействие челонека и ЭВМ. Такое консультирование называют *автоматизированным.*
Автоматизированное консультирование, как правило, осуществляется в режиме диалога человека с ЭВМ на основе применения специальных языков общения с ЭВМ.
Консультирование, при котором все процессы разработки и описания результатов консультирования и алгоритма реализации сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, осуществляются без участия человека, называют *автоматическим.*
Рассмотрим еще ряд ключевых понятий и их определения .

Функция консультационного процесса — это правило получения результатов (сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы), предписанных целью консультирования. Определяя функцию консультационного процесса, ее поведение описывают с использованием некоторой системы понятий — *отношений между переменными, векторами, множествами и т. п. Функция устанавливает, что необходимо сделать для достижения поставленной цели безотносительно к физическим средствам (элементам, связям).* Консультации осуществляют на разных уровнях абстракции, с использованием различных подходов, каждый из которых дает ответ на определенные вопросы. В связи с этим функции консультационного процесса и консультируемые проблемы могут описываться с разной степенью детализации. Для формального описания функций консультационного процесса и консультируемой проблемы используются *теории множеств, графов, алгоритмов, случайных процессов, информации, исчисления выражений и предикатов, массового обслуживания и т. д.*

Функционировать— значит реализовать функцию, т. е. получать результаты, предписанные консультационным процессом .

Структура консультационного процесса и консультируемой проблемы — это фиксированная совокупность элементов и связей между ними.

В общей теории консалтинга под *структурой* будем понимать только множество связей между элементами, т. е. структура

понимается как картина, *отображающая только конфигурацию консультационного процесса и консультируемой проблемы безотносительно к составляющим их элементов*. Такое толкование этого понятия удобно при *структурном подходе* к изучению свойств различных консультационных процессов и консультируемых проблем — консультационных процессов и консультируемых проблем с *параллельными, последовательными, иерархическими, реляционными структурами, обратными связями и т. п*. На практике в понятие «структура» включают не только множество связей, но и множество элементов, между которыми существуют связи. Этот смысл отражен в данном определении структуры. Наиболее часто структура консультационного процесса и консультируемой проблемы изображается в форме графа: элементы консультационного процесса и консультируемой проблемы представляются вершинами графа, а связи — дугами (ребрами) графа.

Граф — это математическая форма отображения структур. Формальной формой изображения структур консультационных процессов и консультируемых проблем являются *схемы*. *Схема и граф — понятия адекватные по содержанию, но различные по форме*. В схемах элементы и связи обозначаются *любыми фигурами*, удобными для формировании различных консультационных процессов и консультируемых проблем.

Организация — это явление аранжировки с целью осуществления определенных функций в консультационных процессах и консультируемых проблемах, состоящих из большого числа элементов. Обычно к одной и той же цели можно прийти различными способами (путями), исходя из различных принципов организации консультационного процесса и консультируемых проблем. Каждый принцип организации задает определенный способ построения множества консультационных процессов и консультируемых проблем, *аналогичных по назначению, но различных по функциям и структурам*. Конкретный консультационный процесс и консультируемая проблема представляет собой лишь пример реализации некоторого способа организации. Таким образом, *организация— понятие более высокого ранга, чем функция и структура*; ***организация*** *— это модель, на основе которой могут строиться многие конкретные консультационные процессы и консультируемые проблемы*.

Если речь идет о *способе порождения функций*, достаточных для достижения определенной цели (определенных результатов), то используется термин *функциональная организация*. Если же речь идет о *наборе элементов и способе их соединения в структуру*, обеспечивающую реализацию функций определенного класса, то

используется термин - *структурная организация.* Определяя некоторый способ функциональной организации, выявляют *класс функций, присущих консультационным процессам или консультируемым проблемам определенного назначения* (безотносительно к средствам, необходимым для реализации этих функций), а определяя *способ структурной организации, выявляют правило построения структур, реализующих некоторый класс функций*, т. е. отвечающих некоторому назначению.

Анализ консультационного процесса или консультируемой проблемы *— это процесс определения свойств, присущих консультационному процессу или консультируемой проблеме*.

Типичная задача анализа состоит в следующем. Известны функции и характеристики элементов, входящих в состав консультационного процесса или консультируемой проблемы, и определена структура консультационного процесса или консультируемой проблемы. Необходимо *определить функции или характеристики, присущие совокупности элементов в целом*.

Синтез формируемых рекомендаций *— это процесс порождения функций и структур формируемых рекомендаций, необходимых и достаточных для решения задач консультируемой проблемы*. Порождая функции, реализуемые консультационным процессом, определяют некоторый абстрактный консультационный процесс, о котором известно только то, что он должен реализовывать. В связи с этим этап порождения функций называется *абстрактным (функциональным) синтезом,* а этап порождения структуры, реализующей заданные функции,— *структурным синтезом.*

Эффективность консультационного процесса или сформированных рекомендаций *— это степень соответствия консультационного процесса или сформированной рекомендации своему назначению.*

Из двух консультационных процессов или двух сформированных рекомендаций более эффективной считается тот (та), который лучше соответствует своему назначению. Оценка эффективности консультационного процесса или сформированной рекомендации — одна из задач анализа консультируемых проблем.

Показатель эффективности **(*качества*)** *— это мера одного свойства (характеристики) консультационного процесса или сформированной рекомендации*.

Показатель эффективности всегда имеет *количественный смысл*, т. е. является измерением некоторого свойства. По этой причине использование некоторого показателя эффективности предполагает наличие способа измерения (оценки) значения этого показателя. Для

оценок эффективности консультационного процесса или сформированной рекомендации могут применяться, например, такие показатели, как производительность, стоимость, надежность, и т. п.

Критерий эффективности *— это мера эффективности консультационного процесса или сформированной рекомендации*. Критерий эффективности имеет *количественный смысл* и измеряет степень эффективности консультационного процесса или сформированной рекомендации, обобщая все его (ее) свойства в одной оценке — *значении критерия эффективности*. Эффективность консультационного процесса или сформированной рекомендации, создаваемых для одной цели, оценивается на основе одного критерия, общего для этого класса консультационных процессов или сформированных рекомендаций. Различие в назначениях консультационных процессов или сформированных рекомендаций предполагает, что для оценки эффективности таких консультационных процессов или сформированных рекомендаций используются различные критерии. Если при увеличении эффективности значение критерия возрастает, то критерий называется *прямым;* если значение критерия уменьшается, то *инверсным.* Из двух консультационных процессов или сформированных рекомендаций более эффективным(ой) считается тот (та), которому (которой) соответствует большее значение прямого критерия (меньшее значение инверсного критерия).

Оптимальный консультационный процесс или оптимальная сформированная рекомендация — это консультационный процесс или сформированная рекомендация, которому (которой) соответствует максимальное (минимальное) значение прямого (инверсного) критерия эффективности на множестве мыслимых вариантов построения консультационного процесса или сформированной рекомендации.

Модель — это физический или абстрактный объект, адекватно представляющий собой консультационный процесс или консультируемую проблему.

Физические модели образуются из совокупности материальных объектов (консультируемых материальных проблем). Для их построения используются различные материалы, причем природа применяемых в модели материальных элементов не обязательно та же, что и в консультационном процессе или консультируемой проблеме. Примером физической модели является *макет*.

Абстрактная модель — это описание консультационного процесса или консультируемой проблемы на некотором языке. Абстрактность модели проявляется в том, что ее компонентами являются ***понятия****, а не физические элементы* [например, словесные

описания, чертежи, схемы, графики, таблицы, программы (алгоритмы), математические описания].

Необходимое условие для перехода от исследования консультационного процесса или консультируемой проблемы к исследованию модели и дальнейшего перенесения его результатов на консультационный процесс или консультируемую проблему — требование *адекватности* модели и консультационного процесса или консультируемой проблемы. Адекватность предполагает воспроизведение моделью с необходимой полнотой всех свойств консультационного процесса или консультируемой проблемы, существенных для целей данного консультирования. Понятие адекватности — весьма широкое и основывается на строгих в математическом отношении понятиях *изоморфизма и гомоморфизма*. Два объекта, в данном случае консультационный процесс или консультируемая проблема и их модель, называются *изоморфными*, если между ними существует такое взаимно-однозначное соответствие, что соответствующие объекты различных процессов и проблем обладают соответствующими свойствами и находятся в соответствующих отношениях друг с другом. В общем случае обеспечение изоморфизма модели и консультационного процесса или консультируемой проблемы может быть не только трудновыполнимым, но и излишним, поскольку сложность модели при этом может оказаться настолько значительной, что никакого упрощения консультационной задачи не произойдет.

Гомоморфизм, так же как и изоморфизм, предполагает сохранение в модели всех определенных в консультационном процессе или консультируемой проблеме свойств и отношений. Однако требование ***взаимно-однозначного*** соответствия заменяется требованием ***однозначного*** соответствия модели консультационному процессу или консультируемой проблеме, тогда как обратное соответствие — соответствие консультационного процесса или консультируемой проблемы модели — не однозначно.

Концептуальная модель — это абстрактная модель, выявляющая причинно-следственные связи, присущие консультационному процессу или консультируемой проблеме и существенные в рамках определенного консультирования. Основное назначение концептуальной модели — выявление набора причинно-следственных связей, учет которых необходим для получения требуемых результатов (сформированных рекомендаций). Одна и та же консультируемая проблема или один и то же консультационный процесс могут представляться различными концептуальными моделями, которые строятся в зависимости от цели

консультирования. Так, одна концептуальная модель может отображать временные аспекты процесса или проблемы, другая — влияние определенных признаков на эффективность сформированных рекомендаций и т. д.

Математическая модель *— это абстрактная модель, представленная на языке математических отношений*.

Математическая модель имеет форму функциональных зависимостей между параметрами, учитываемыми соответствующей концептуальной моделью. Эти зависимости конкретизируют причинно-следственные связи, выявленные в концептуальной модели, и характеризуют их количественно.

Моделирование консультационного процесса или консультируемой проблемы *— это процесс представления консультационного процесса или консультируемой проблемы адекватной ей моделью и проведения экспериментов с моделью с целью получения информации о консультационном процессе или консультируемой проблеме*.

Моделирование является косвенным методом выявления свойств консультационного процесса или консультируемой проблемы в том смысле, что исследование производится не над самими процессом или проблемой, а над представляющей консультационный процесс или консультируемую проблему системой — *моделью*. Отличительная особенность моделирования как метода консультирования заключается в возможности консультирования таких проблем, прямой эксперимент с которыми трудновыполним, экономически невыгоден или вообще невозможен.

1.2. Системный подход в консалтинге и понятия, его определяющие.

Термин "система" относится к наиболее употребляемых. Это объясняется тем, что за ним стоит развитая методологическая традиция, которая характеризирует сложившийся в течение всей интеллектуальной истории человечества, и особенно в последние десятилетия, очень эффективный стиль мышления. *Системное мышление* — это мышление современного образованного консультанта. Что оно означает? Если отвечать обобщенно, то системный стиль мышления, или *системный подход*, представляет собой специфическое содержание, аспект, принцип мышления, при котором категория "система" применяется в качестве консультационного метода, инструмента познания.

Термин "системный подход" содержательно отражает группу методов, с помощью которых консультационный процесс или

консультируемая проблема описывается как совокупность взаимодействующих компонентов. Эти методы развиваются в рамках отдельных научных дисциплин и общенаучных концепций, являются результатом их междисциплинарного синтеза. Использование системного подхода в науке стимулируется также успехом частных системных теорий в других областях знаний, развитием теории консалтинга, кибернетики, общественных наук и др..

Системный подход — эффективный способ мыслительной деятельности, обеспечивший значительные открытия в науке, изобретения в технике и достижения в производстве во второй половине XX ст. Это предопределяет постоянное внимание к нему со стороны консультантов. Без владения этим методом невозможны творческая самореализация, профессиональная деятельность в системе консалтинга.

По нашему мнению, в настоящее время во всем мире наблюдается значительный спад развития как общей теории познания, так и отдельных теорий проблемных областей, в том числе и общей теории консалтинга. Это связано, прежде всего с тем, что современная подготовка магистров, аспирантов и докторантов опирается на понятия: знания, умения и навыки, в то время, когда ключевым понятием при подготовке указанных специалистов, по нашему мнению, должно стать понятие ***понимание*** или**,** точнее, ***познание*** – в смысле ***понимание знания***. Существующий подход подготовки специалистов приемлем для подготовки промышленного рабочего, водителя, летчика, но малоэффективен в обучении консультанта, менеджера, экономиста, социолога и т.п., поскольку в этих профессиях важны не просто знания, а их ***системность и понимание (познание)***. Скорее всего здесь будет эффективна формула — ***знание, понимание (познание), умение, навыки.*** Она акцентирует внимание не на том, чтобы знать, а чтобы ***понимать и понимаемое применять***. Современное же обучение напоминает хождение вокруг предмета и бесконечное его описание. От этого понимание предмета изменяется очень медленно, а знание остается поверхностным. И жизнедеятельность обучающегося превращается либо в затянувшийся отдых, а с ним и в замедленное интеллектуальное развитие, либо в каторжную работу по запоминанию, на которую толкает рост профессиональной информации. В учебниках и учебных пособиях очень мало внимания уделяется методам науки, особенностям ее исторического аспекта, доминирует ориентация на описательные знания. Отсюда в образовании постоянно обостряется потребность в освоении обучающимися современных методов и, прежде всего, системного подхода в подготовке специалистов высшей школы .

В настоящей работе предпринята попытка создать общую методологию консалтинга, ориентированную на решение консультационных задач любой природы, посредством применения такого обобщающего метода, как системный подход, который используется в качестве главного достижения общенаучной методологии.

Без системного подхода не обходится ни одна сфера высокопрофессиональной деятельности в консалтинге. Можно с уверенностью констатировать, что многие ошибки в управлении государством вызваны тем, что государственные служащие и служащие местного самоуправления не владеют ни общей теорией систем, ни системным анализом, ни общей теорией консалтинга, ни общей теорией принятия и реализации решений. Зачастую, предлагаемые рекомендации, а, следовательно, и принимаемые по ним важные решения, осуществляются нередко по принципу подброшенной монеты, без видения их воздействия на различные подсистемы сложного и взаимосвязанного общественного организма. Экономика и ее важнейшие составляющие : бизнес и финансы, отличаются незначительным инновационным тонусом, который сдерживается самим персоналом. Менеджеры, руководители фирм, директора предприятий, финансисты практически не знакомы с принципами управления сложными саморазвивающимися системами. Задачи, которые ставит перед ними жизнь, не решаются только потому, что они не могут *понять их и сформулировать в системных категориях*. Трагические последствия природных, экологических и техногенных катастроф в значительной мере обусловлены *не просто непониманием системности, а неспособностью воплотить идеи в такие действия, которые не нарушали бы системные законы природы и общества*.

Объектом изучения в настоящей работе выступают консультационные процессы и консультируемые проблемы, а предметом — основные идеи общей теории систем и системного анализа.

Мир систем изучается людьми с глубокой древности. Элементы системного мировоззрения возникли уже в античном мире. В течение всей истории развития науки, образования и культуры человечество накопило огромное богатство системных идей, которые разбросаны в различных сферах научного знания. Это знание нуждается в переосмыслении и интеграции.

Системный подход относится к числу немногочисленных, но плодотворных интеллектуальных изобретений человечества, без применения которого немыслима успешная профессиональная

деятельность практически в любой сфере, особенно, в сфере консалтинга.

Владение системным анализом, системным моделированием и консультированием,системными методами формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, системной практической деятельностью — высшая характеристика мыслительной деятельности консультанта. Немаловажно, что любому консультанту приходится "иметь дело" с систематизацией информации, системными исследованиями, которые можно осуществлять только обладая специальными знаниями, познаниями, умениями и навыками.

*Поэтому **цель настоящей работы** сводится не только к тому, чтобы методически представить уже готовое знание о консалтинге (теории консалтинга). Она заключается в том, чтобы выделить все аспекты системности в теории консалтинга, осмыслить тенденции ее развития, интегрировать различные аспекты системного знания, которые разбросаны в научных источниках, а также описать те положения общей теории консалтинга, которые еще не получили развитие.*

Исходя из этого, ***основными целями данной работы*** являются:

• обеспечить консультантов многообразным и сложным научным знанием о консультационных процессах и системах консультирования, расширить эрудицию в понимании разных аспектов системности. Показать сложность и эффективность этого знания, выделить основные тенденции его развития;

• раскрыть возможности системного подхода в научном исследовании в области консалтинга, анализе, консультационной и управленческой деятельности, т.е. в любой сфере социальной жизни;

• дать представление о понятийно-категориальном аппарате системного подхода в общей теории консалтинга;

• раскрыть принципы системного анализа, исследования, мыслительной деятельности, использование которых может существенно повысить эффективность профессиональной деятельности консультантов и консультационных служб;

• помочь овладеть некоторыми процессами системного анализа в общей теории консалтинга и их применением в практической деятельности.

Цель консультирования *состоит в поиске, фиксации, переработке и документальном оформлении информации о проблеме консультирования и формировании вариантов рекомендаций по решению задач консультируемой проблеме, которые необходимы*

клиенту для принятия по консультируемой проблеме оптимального решения.

Рассмотрим ряд понятий, которые используются при формировании рекомендаций.

Первичное описание исходных данных, необходимых при формировании рекомендаций, представленное в заданной форме, будем называть *заданием на консультирование (заданием на формирование рекомендаций для решения задач по консультируемой проблеме).* В задании на консультирование должны быть сведения о консультируемой проблеме, ее параметрах, способах функционирования, совершенствования, направлениях развития и т. п.

Консультационной рекомендацией *будем называть промежуточное или окончательное описание сформированной рекомендации по решению задач консультируемой проблемы, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания консультирования*.

Консультационная рекомендация или их совокупность, удовлетворяющие заданным требованиям для принятия решения, будем считать *результатом консультирования.* В заданные требования должны быть обязательно включены требования к форме представляемой консультационной рекомендации.

Документ, выполненный по заданной форме, в котором представлено какая-либо консультационная рекомендация, полученная при реализации консультационного процесса, будем называть *консультационным.*

Совокупность консультационных документов в соответствии с установленным перечнем, в котором представлены результаты консультирования, будем называть *комплектом консультационных докутентов* (ККД). Консультирование следует рассматривать, прежде всего, как процесс переработки информации.

Имеются информационный вход (входы) и информационный выход (выходы), а также аппарат переработки информации, т. е. аппарат творческого консультационного процесса и формирования рекомендаций.

Таким образом, ***консультирование*** *можно рассматривать как целенаправленную последовательность актов формирования консультационных рекомендаций, приводящую к построению описания сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы с заданной степенью детализации.*

Консультирование как разновидность интеллектуальной деятельности обладает рядом специфических особенностей.

1. Продуктом консультирования является упорядоченная совокупность сведений оформленных в виде сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы с заданной степенью детализации, служащих знаковой моделью результата консультирования.

2. Консультационные процедуры консульационного процесса представляются как процедуры преобразования его исходного описания в некотором конечном консультационном пространстве.

3. Вследствие сложности консультируемой проблемы на каждом этапе консультационного процесса вовлекаются различные специалисты, что придает консультированию характер коллективной деятельности.

4. Нестабильность и неопределенность постановки консультационной задачи, ее изменчивость до завершения процесса консультирования определяют трудности формирования рекомендаций, но вместе с тем и создают предпосылки для широкого поля творческой консультационной деятельности. Неопределенность может относиться как к информационным входу (*I*) и выходу (*O*), так и к аппарату консультированя *X,* которые можно рассматривать как *трехзначные переменные, заданные однозначно (индекс j), заданные множеством реализаций (индекс r) и подлежащие определению (индекс p).*

Тогда возможны 27 постановок консультационной задачи, восемь из которых, имеющих практическое значение, приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Классификация консультационных задач по степени неопределенности входа, выхода и аппарата формирования рекомендаций

Номер задачи	Комбинация значений переменных	Сущность задачи
1	$I^{(j)}O^{(j)}X^{(j)}$	Известны и однозначно определены входные данные, алгоритм консультирования, вид консультационных услуг
2	$I^{(j)}O^{(r)}X^{(j)}$	То же, но используемый алгоритм консультирования приводит к получению нескольких вариантов сформированных рекомендаций одного и того же решения
3	$I^{(j)}O^{(r)}X^{(r)}$	Существует несколько алгоритмов консультирования, приводящих к различным консультационным вариантам рекомендаций при однозначно заданной входной информации

4	$I^{(r)}O^{(r)}X^{(r)}$	То же, но входные данные сформулированы многовариантно. Этим увеличивается свобода действий консультанта, но не создаются предпосылки принципиально новых рекомендаций
5	$I^{(j)}O^{(p)}X^{(r)}$	Применяются известные алгоритмы консультирования, но ищется (формируется) новая, не известная до сих пор, рекомендация (концепция) по решению задач консультруемой проблемы
6	$I^{(r)}O^{(p)}X^{(r)}$	То же, но входные данные сформулированы многовариантно
7	$I^{(p)}O^{(p)}X^{(r)}$	Применяются известные алгоритмы консультирования, но ищутся как новые рекомендации для решения консультруемой проблемы, так и новые области их применений (входы)
8	$I^{(p)}O^{(p)}X^{(p)}$	Производится поиск новых консультационных методов с одновременным поиском новых рекомендаций. Такая постановка задачи связана с развитием методологии консультирования

5. Консультируемая проблема входит в упорядоченную иерархию проблем и выступает как часть проблемы более высокого уровня и как проблема для проблемы более низкого уровня. В связи с этим консультационный процесс состоит из двух этапов: *внешнего консультирования* (проблема — часть проблемы более высокого ранга) и *внутреннего консультирования* (проблема — совокупность компонентов).

6. Консультирование, как правило, носит итерационный многовариантный характер, в ходе которого для формирования рекомендаций используются различные научно-технические знания.

Возможности консультирования сложных проблем обусловлены использованием ряда принципов, основными из которых являются *декомпозиция и иерархичность* описаний проблем, *многоэтапность и итерационность* консультирования, *типизация и унификация* консультационных рекомендаций, методологии и средств консультирования.

Принцип декомпозиции предполагает структуризацию

(разбиение) представлений соответствующего уровня описания проблемы на составные части с целью их раздельного консультирования с учетом согласования формируемых рекомендаций.

Принцип иерархичности предполагает структуризацию представлений о проблемах и их составных частях по степени конкретизации и детализации описания с целью последовательного наращивания сложности описания проблемы в сочетании с декомпозицией.

Многоэтапность консультирования. Консультационный процесс во времени в соответствии со степенью конкретизации описаний и готовности консультационных рекомендаций подразделяют на *стадии, этапы, консультационные процедуры и операции.*

Консультационный процесс реализуется в соответствии с определенным *планом*, который принято представлять в виде *логической схемы (логического графа)* построения формируемой рекомендации. Такая схема отображает очередность выполнения основных консультационных процедур и операций.

Консультационная процедура соответствует формализованной совокупности действий, в результате выполнения которой формируется некоторая консультационная рекомендация. При этом под *консультационной рекомендацией* понимается промежуточное или конечное описание сформированной рекомендации, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания консультирования.

Консультационная процедура состоит из *элементарных консультационных операций*, имеет твердо установленный порядок их выполнения и направлена на достижение локальной цели в консультационном процессе.

Консультационной операции соответствует действие или совокупность действий, составляющих часть консультационной процедуры, алгоритм которых остается неизменным для ряда консультационных процедур.

В свою очередь, *алгоритм консультирования* отражает совокупность предписаний, необходимых для выполнения консультирования.

Примерами операций являются отдельные вычислительные работы (извлечение корня, решение уравнения и др.), способы интерпретации результатов (построение графика, таблицы и др.), виды подготовки данных и др. Примерами консультационных процедур являются процедуры моделирования, оптимизации, прогнозирования, корректировки и др.

Каждая такая процедура (ячейка) характеризуется набором параметров, включающих в общем случае *исходные данные, ограничения, математическую модель, решающую процедуру, консультационную рекомендацию и критерий оценки консультационной рекомендации.*

Консультационная процедура, алгоритм которой остается неизменным для различных консультируемых проблем или различных стадий консультирования одной и той же проблемы, называется *унифицированной консультационной процедурой.*

Выполнение консультационных работ можно распределить как во времени, так и по подразделениям консультационной организации.

При *временно́м* распределении работ по консультированию, консультационный процесс разделяется на *стадии и этапы.*

Распределение работ между *подразделениями* производится с использованием блочно-иерархического подхода (БИП) к консультированию. Этот подход основан на структурировании описаний консультируемой проблемы с разделением описаний на ряд иерархических уровней по степени детальности отображения в них свойств консультируемой проблемы и ее частей.

Каждому иерархическому уровню присущи свои формы документации, математический аппарат для построения моделей и алгоритмов консультирования.

Совокупность языков, моделей, постановок задач, методов получения описаний некоторого иерархического уровня будем называть ***уровнем консультирования***.

Уровни консультирования можно выделять не только по степени подробности отражении свойств консультируемой проблемы, но и по характеру отряжаемых свойств. Если в первом случае уровни будем называть *горизонтальными, или иерархическими*, то во втором — *вертикальными, или аспектами*.

Методология БИП базируется на трех концепциях: *разбиение и локальная оптимизация; абстрагирование; повторяемость*.

Концепция *разбиения* позволяет сложную консультационную задачу свести к решению более простых задач с учетом взаимодействий между ними.

Локальная оптимизация подразумевает улучшение параметров внутри каждой простой задачи.

Абстрагируемость заключается в построении формальных математических моделей, отражающих только значимые в данных условиях свойства проблем.

Повторяемость заключается в использовании существующего опыта консультирования.

Основное достоинство БИП—это упрощение консультационного процесса и получение возможности решать консультационные задачи доступными средствами.

Использование БИП помогает: упростить решение задач консультируемой проблемы по хранению данных, сократить размерность выполняемых программ и время консультирования, применять систесу автоматизированного консультирования (САК) один раз для решения задач проблемы (ее части) независимо от числа идентичных проблем (их частей).

Весь ***консультационный процесс*** *можно представить как последовательность этапов, связывающих концептуальное описание консультируемой проблемы и формирование рекомендаций по решению задач данной проблемы*.

Указанную связь будем реализовывать в одном из двух направлений: восходящем или нисходящем.

Восходящее консультирование (ВК), т.е. консультирование снизу вверх, характеризуется решением сначала задач низких иерархических уровней с последовательным переходом к решению задач более высоких уровней.

Нисходящее консультирование (НК), т.е. консультирование сверху вниз, является противоположным по отношению к ВК.

Введем еще два понятия, которые будут использоваться в общей теории консалтинга.

Стратегия консультирования — это поиск и определение последовательности консультационных операций, выбираемых консультантом с целью решения поставленной или сформулированной консультационной задачи. При этом используются методы и алгоритмы консультирования, однако исход применения этих методов и алгоритмов не определен и зависит от творческой деятельности консультанта. Стратегии консультирования могут быть *линейными, циклическими, разветвленными, адаптивными* (рис. 1.1) и др.

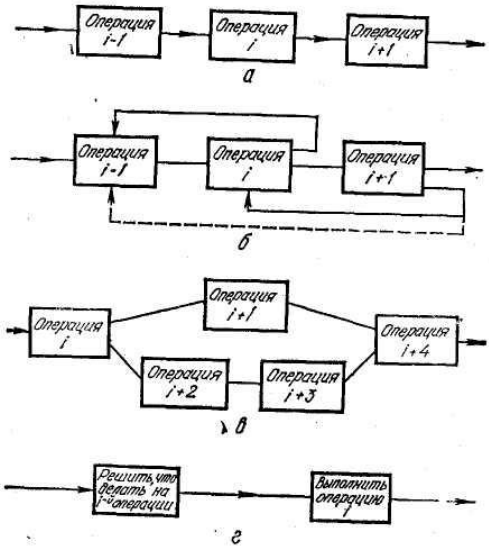


Рис. 1.1. К пояснению разновидностей стратегий консультирования: *а* — линейной; *б* — циклической; *в* — разветвленной; *г* — адаптивной

При *разветвленной стратегии*, например, в зависимости от исхода на предыдущей консультационной операции можно подключать дополнительных консультантов для работы на параллельных операциях, при *адаптивной стратегии* выбор каждого последующего действия зависит от результатов, полученных на предыдущей операции.

Технология консультирования *— это опробованная последовательность консультационных процедур (действий) или консультационных операций, позволяющая технически реализовать процесс формирования рекомендаций по решению задач заданной консультируемой проблемы*.

Важным отличием *стратегии от технологии* является то, что *технология является опробованной стратегией*, лишенной элемента *поиска и неопределенности* на ключевых этапах консультационного процесса. Будем различать два вида консультационных процессов:

1) выполняемые в соответствии с заданной технологией консультирования;

2) выполняемые при отсутствии (полном или частичном) методики и алгоритмов консультирования.

Первый вид консультационных процессов содержит меньшую долю деятельности, связанной с разработкой новой и оригинальной рекомендации, хотя окончательно разработанная рекомендация может быть и оригинальной.

Консультационные процедуры опираются на *язык консультирования***,** который служит средством лингвистического или графического представления описания и решения консультационной задачи.

Консультирование — одна из важнейших сфер проффесиональной деятельности, в связи с чем необходима *общая методология консультирования***,** которая включает в себя все аспекты консультационного процесса от формулировки проблемы до документирования результатов.

В соответствии с ней консультационный процесс независимо (инвариантно) по отношению к консультруемой проблеме содержит следующие основные составляющие: *анализ, синтез, формальную проверку или информационную оценку предложенных (сформированных) рекомендаций*.

В пределах каждой из выделенных составляющих консультационного процесса характер деятельности консультанта и состав используемых им процедур и операций достаточно неоднороден.

Методология консультирования должна быть общей, пригодной для широкого круга консультационных задач; способной находить, формировать и предлагать рекомендации для случаев консультирования задач по большим сложным проблемам; доступной для изучения и использования; гибкой и способной к расширению с целью учета всех аспектов консультирования, обеспечивающей высокое качество консультирования, его надежность и эффективность. Методология консультирования опирается на общую теорию систем (в частности, теорию многоуровневых иерархических систем), дискретную математику (в частности, математическую логику и теорию алгоритмов), теорию решений, теорию информации, праксеологию и др. Важной целью методологии консультирования является уменьшение в консультационном процессе. Любой
цикл объясняется тем, что какие-то частные результаты или задачи оказываются незамеченными, их следует учитывать, так как они приводят к изменению конечного результата.

Методы решения консультационных задач при консультировании проблем различного характера будем разделять на эвристические и систематические.

Эвристическими рекомендациями, методами, находками будем называть такие, которые создаются человеком в результате творческого акта («озарения»), когда самая важная часть творческого процесса и получения творческого результата совершается в мозгу человека и не может быть логически получена из его предшествующего опыта.

Систематическими рекомендациями, методами, находками будем называть такие, которые получены в результате использования методов, стимулирующих «творческую деятельность» (например, метода мозгового штурма, метода морфологического ящика, инверсии, синектики, эмпатии, алгоритма решения творческих задач и др.). Систематические рекомендациями базируются на осознанной процедуре поиска, формирования и нахождения рекомендации в результате упорядочения мышления и применения методов активизации мышления.

Различия между эвристическими и систематическими рекомендациями могут отсутствовать. Однако подходы к достижению результата, способы его получения в каждом случае отличаются.

Методы стимулирования консультационной деятельности основываются на логике с заранее определенной технологией консультирования. Они позволяют быстро получать ответы в виде вариантов сформированных рекомендаций тривиальных и не очень тривиальных.

Для логического консультационного процесса характерна *декомпозиция* — разбиение задачи на составные части. Будем различать следующие уровни декомпозиции задач проблемы:

- *системный* — наиболее общее описание задач проблемной ситуации и их связей с учетом тех изменений, которые консультируемая проблема вносит в окружающую искусственную и естественную среды;
- *архитектурный* — описание структуры задач и проблемы;
- *функциональный* — описание законов в которых функционирует подпроблема консультируемой проблемы, или решение задачи возможности решения проблемных функций, как системы заданной структуры;
- *элементный уровень* — детальные выбор и описание всех элементов проблемы.

При консультировании возможны и другие подходы к декомпозиции задач и проблемы.

1.3. Общенаучный подход при формировании общей теории консалтинга с учетом системных требований.

Выраженные в форме утверждений и гипотез или неявно принимаемые предположения о характере структуры реальности и способах ее репрезентации в научном знании являются одним из существенных факторов, участвующих в создании научной теории. На уровне научных гипотез, моделей или теорий эти предположения частично формулируются на специализированном языке, приобретая большую определенность и сопоставимость с опытом. По мере перехода от общих гипотез к развитой научной теории степень определенности элементарных объектов, как правило, возрастает. Элементарные объекты частной научной теории (модели) или гипотезы служат целям предварительного объединения и обобщения эмпирических факторов и объяснения некоторой группы явлений, предположительного выделения новых, еще неизвестных элементов (видов) материи. Развитие науки и общественной практики показывает, насколько было оправдано введение этих объектов. В результате одни из них со временем приобретают статус эмпирических (атом, ген, позитрон), другие не имеют прямого реального эквивалента, но являются необходимыми объектами удовлетворительной частной модели или более общей теории (центр тяжести, возможно,— фонон или виртуальная частица), третьи в значительной степени теряют свой первоначальный смысл (силовая линия), четвертые вообще изымаются из научного обихода (флогистон, нервная жидкость, эфир). Но и в последнем случае их историческая роль, как правило, бывает в целом положительной, поскольку они благодаря своей систематизирующей силе служат орудиями получения нового знания, трамплином к более адекватным теоретическим построениям.

Введение этих объектов осуществляется при помощи аналогии, экстраполирования на неизвестную область определенных онтологических схем, выдвижения математических гипотез, структурного моделирования свойств и т.д. При этом построение гипотез часто бывает связано с поисками не только более фундаментальных, чем известные, форм и видов материи, но и наиболее элементарных в структурном, генетическом и функциональном отношениях материальных фрагментов эмпирически изученной области явлений. Таковы гипотеза организма как «государства клеток» Вирхова, теоретические модели биогеоценозов, геологических элементов, фонем, этносов и пр. Сходная задача поставлена и в физике элементарных частиц, где имеется некоторая надежда найти среди них «истинно

элементарные» объекты, составляющие остальные частицы (модель «слившихся» нейтрино де Бройля, «составная» модель Сакаты и пр.),

Научные модели, гипотезы, частные теории служат исходным материалом для более глубокого обобщения организаций знания — *развитой научной теории*. Этот переход обладает рядом специфических закономерностей, одной из которых служит тенденция к усилению формализации, устранению противоречий и созданию возможностей для максимально широкого использования дедуктивного вывода. Наиболее отчетливо она может проявиться при развитии общей теории консалтинга.

Законченные теории. Любая теория ставит своей целью объяснить изучаемый круг явлений с некоторой единой точки зрения. Единый же подход может быть осуществлён только на основе единой, достаточно стройной и четкой системы понятий, какова, к сожалению, практически отсутствует в теории консалтинга, что в значительной мере затрудняет ее дальнейшее развитие. Поэтому логический аппарат любой теории, в том числе и теории консалтинга, по необходимости ограничивается определенным набором исходных терминов и правил оперирования ними. Эти термины и правила мы назвем *логическими элементами теории консалтинга*. Комбинации логических элементов приводят к более сложным логическим построениям. Без остановки на каких-то исходных элементах, смысл которых интуитивно ясен и уточняется путем соотношения с другими элементами того же рода в рамках относительно замкнутой системы, теория консалтинга была бы не возможна. *С содержательной точки зрения логические элементы консалтинговой теорий должны быть представлены определенным конечным числом независимых понятий и соотношений между ними, принимаемых в качестве законов или принципов.* В этом смысле, теория консалтинга должна строится по логической схеме, воспроизводящей в некоторых наиболее общих чертах исходные элементаристские установки древности. «Бесспорно, — пишет В. Харткопф, — что логическое мышление, и даже не только так называемая классическая логика, но также современная формальная логика оперируют с однозначно установленными, сохраняемыми и четко различаемыми между собой элементами, понятиями или терминами, суждениями или высказываниями. Логика является духовной атомистикой, которая строясь аксиоматически, закладывает фундамент для всего здания теоретических наук, которые в своей архитектуре конструируются в точности в соответствии с моделью логики». На стадии развитой научной теории формулируются фундаментальные законы

широкой группы явлений, объединяющие в себе содержание частных законов и позволяющие делать далеко идущие предсказания. Средством построения и функционирования консалтинговой теории являются специфические элементарные объекты теории, т. е. те объекты, относительно которых формулируются основные законы консалтинговой теории и относительно которых они выполняются с абсолютной строгостью. Здесь следует подчеркнуть, что мы различаем в данном контексте понятия «элементарного объекта консалтинговой теории» и «теоретического элементарного объекта» вообще (хотя в реальной практике научного познания такое различие зачастую сталкивается со значительными трудностями). Первое понятие относится нами прежде всего к логико-математическому аппарату, специфическим средствам построения и функционирования консалтинговой теории, высказывания о которых имеют вместе с тем форму онтологических утверждений (например: «Возьмем материальную точку, движущуюся со скоростью *V»,* «пусть имеется проблема *E»* и т.п.). В таком случае теоретическое описание сводится к рассмотрению консультируемой области, в плане композиции и «движения» идеальных элементарных объектов в некотором абстрактном пространстве.

Понятие «теоретический элементарный объект» более широкое. Оно не обязательно сводится лишь к средствам построения и функционирования фундаментальной теории, а может являться исходным объектом модели, гипотезы, частной теории, каковой является общая теории консалтинга, физической картины мира, служить способом непосредственного отражения в теории реальных элементарных объектов природы и т. д. Примером теоретического элементарного объекта в теории консалтинга может служить сформированная рекомендация, консультационная операция и др..

Построение такого рода объектов осуществляется с помощью операций *абстрагирования, идентификации, математической гипотезы* как на базе чувственно воспринимаемых объектов (путем их отождествления, перехода к предельному значению свойства и пр.), так и на основе более строгой и однозначной формулировки уже имеющейся модели или гипотезы. В конечном итоге выделение элементарных объектов общей теории консалтинга служит исходной ступенью для последующего синтеза, теоретической реконструкции предметной области (консультируемой проблемы). Для осуществления этой реконструкции устанавливаются правила перехода от элементарных объектов к сложным.

Наиболее отчетливо эти две стадии элементаризации фиксированы тогда, когда построение приобретает ярко выраженную дедуктивную

форму. Исторически первым примером такой теоретической системы может служить геометрия Евклида, исходящая из ряда элементарных объектов (точки, прямые) и определенных операций, посредством которых из этих элементарных объектов образуются объекты сложные. Творческая активность консультанта на этапе синтеза элементарных объектов, которыми мы будем считать сформированные рекомендации по решению задая консультируемой проблемы, теории консалтинга состоит в возможности не только точного идеального воспроизведения особенностей консультируемой проблемы, но и предсказывания новых явлений, будущих событий, описания чувственно недосягаемых явлений и т. д. путем различных преобразований в рамках целостной и ограниченной системы исходных консалтинговых понятий, без непосредственного обращения к эмпирическому материалу.

Один из основных путей увеличения теоретического единства знания в общей теории консалтинга — усиление «жесткости», «непроизвольности», «упорядоченности» взаимосвязи его элементов. *Тождественность элементарных объектов теории консалтинга, их неизменность, бесструктурность и неделимость обусловливают единство и устойчивость фундамента консалтинговой системы.* Установление четких законов и правил композиции элементарных объектов теории консалтинга обеспечивает единый ход рассуждений, логическую единственность и однозначность выводов. Чем строже определены *элементарные объекты теории консалтинга и правила перехода от них к более сложным образованиям*, тем точнее становится теория консалтинга, тем выше ее предсказательные (рекомендательные) возможности, тем больше (выше) точность получаемых результатов.

Построение «замкнутой» теории консалтинга с жестко фиксированными и однозначными элементарными объектами явится, по-видимому, итогом долгого пути научной мысли, связанного с уточнением языка науки о консалтинге (**консалтинтологии**), устранением всякого рода неопределенных, лишенных точного смысла утверждений (рекомендайий), внедрением математического аппарата и т. п.

В данном отношении физика обладает известным преимуществом перед другими описательными и нематематизированными науками. К практически нематематизированной (описательной) науке относится, на наш взгляд, и общая теория консалтинга, которая еще только встает на путь теоретического усовершенствования своего языка,

«Переход от чисто эмпирического изучения к построению точных теоретических основ,— пишут, например, У Н. В. Тимофеев-Ресовский и А. Н. Тюрюканов,— связан в естествознании с выявлением и достаточно строгой формулировкой элементарных структур и процессов в том природном материале, который подлежит исследованию данной дисциплины.... В биологии в связи с комплексностью и большой изменчивостью ее объектов (живых организмов и их сообществ) до сих не только не создана теоретическая биология (эквивалентная теоретической физике), но даже не выявлены и с достаточной строгостью не определены элементарные структуры и процессы на разных уровнях организации и изучения жизни в биосфере». Эти слова в полной мере, видимо, можно отнести и к общей теории консалтинга.

Напротив, в физике имеются логически полные и замкнутые теории, которые, по мнению ряда ученых, уже не могут быть существенно усовершенствованы и не могут быть опровергнуты в пределах своей области приложения, поскольку их понятия организуются в идеальную систему, описывающую выбранный аспект действительности, с максимальной полнотой. «Можно утверждать,— пишет к примеру В. Гейзенберг,— что механика благодаря ньютоновской теории окончена... Мы... убеждены, что ее предсказания сбудутся также и по прошествии миллионов лет и на отдаленных звездных системах, и мы полагаем, что ньютоновская физика в рамках своих понятий не способна ни к какому улучшению. Но мы отнюдь не вправе утверждать, что с помощью этих понятий могут быть описаны все феномены».

Конечно, полнота и замкнутость любой теории относительны: *строго формализовать всегда удается только часть понятийного аппарата*, никогда полностью не устраняются противоречия между частями понятийной системы, отдельные фундаментальные положения теории приходится брать из опыта или обосновывать другой теорией, в свою очередь нуждающейся в первой и т.д.

Однако основная тенденция к теоретической завершенности по мере развития науки очевидна и требует серьезного изучения. В физике эта тенденция выражается в последовательной цепочке относительно замкнутых теорий, степень общности которых, как правило, возрастает. Поскольку каждая из этих теорий характеризуется своими элементарными объектами, а единая всеохватывающая теория физических явлений не создана (возможно, и не будет создана), встает вопрос об их отношении к объективной реальности.

В истории науки, как уже указывалось, мы действительно имеем примеры ряда понятий, главная функция которых состоит в

упрощении, унификации эмпирических знаний, их предварительной схематизации и систематизации. Однако в достаточно развитой научной теории содержание элементарных объектов отнюдь не сводится к обозначению комбинаций чувственных элементов. Так, в неопозитивизме появилось понятие «конструктов», т. е. не проецируемых на чувственную область компонентов научной теории. С этой точки зрения конструктом является даже такой «наглядный» объект механики, как центр тяжести. На заре возникновения механики еще можно было считать, что это реально существующая особая точка в теле, подвешивание за которую сохраняет фигуру в равновесии. Но в дальнейшем было показано, что это только воображаемая точка, поскольку она может находиться и вне фигуры. В соответствии со своими исходными посылками позитивизм видит в создании конструктов только еще больший отход мышления от реальности.

На инструментальном характере теоретических объектов настаивал, в частности, Р. Карнап, считая, впрочем, что различия между «инструментализмом» и «реализмом» не существенны. «... Конфликт между двумя подходами,—писал он,— в сущности, является лингвистическим. Весь вопрос в том, какой способ речи предпочитают при данной совокупности обстоятельств. Сказать, что теория есть надежный инструмент,— то есть утверждать, что предсказания наблюдаемых событий, которые она дает, будут подтверждаться на опыте,— в сущности, означает то же самое, что сказать — теория истинна и что о теоретических, ненаблюдаемых объектах она говорит как о существующих». Вопрос, однако, не в том, какова форма высказываний теории, не в том, как «теория говорит», а в том, насколько этот «способ говорения» соответствует действительности.

В литературе также можно встретить высказывания, которые можно понять как признание чисто фиктивного, лишь «орудийного» характера элементарных объектов физических теорий. Так, В. М. Гительсон, указав на то, что именно с замены реального объекта на идеальный и начинается физическая теория, подчеркивает, однако, что «*сам идеальный объект — чистое создание нашего ума*». По мнению И. С. Алексеева, не следует искать «онтологических коррелятов» таких «символов подсистемы искусственного языка», как материальная точка в классической механике, векторы **E** и **H** в электродинамике, Ψ-функция в квантовой механике, поскольку «*основной задачей теории является объединение, объяснение и предсказание новых эмпирических знаний* — вне зависимости от средств, которыми эта задача решается». Но раз в задачу теории входит объяснение известных и предсказание новых явлений, то такая теория должна иметь больше информации, чем ее содержится в данном

эмпирическом материале. Она должна включать в себя знания о более глубокой сущности явлений и о неизвестных еще формах проявления этой сущности.

Совершенствование логики высказываний с помощью теории вероятностей и нечеткой логики позволяет аксиоматически построить общую теорию консалтинга, которую можно рассматривать как теорию изменения (поведения, совершенствования) любого консультируемого объекта (любой проблемы).

В распоряжении ученых нет другого аппарата познания, чем проверяемые в ходе практики научные понятия и теории.

Поэтому только в развитии науки с ее элементарными объектами можно видеть залог все более полного и адекватного постижения неисчерпаемого мира. Создаваемая на базе общей теории познания, общая теория консалтинга, займет достойное место в постижении неисчерпаемого мира.

1.3.1. Основные характеристики системности в общей теории консалтинга

Начиная развивать идеи общей теории консалтинга, сразу приходится сталкиваться с проблемой изначальной неопределенности в понятиях. Довольно часто в литературе используются такие понятия, как "системный подход", "теория систем", "системный анализ", "принцип системности" и др. При этом их не всегда различают и часто применяют как синонимы.

При построении общей теории консалтинга мы будем считать, что, по нашему мнению, наиболее общим понятием, которое обозначает всевозможные проявления консультационных процессов и консультируемых проблем, является "системность". Причем в этом термине заключается два смысла. Первый составляет отождествление системности с объективным, независимым от человека свойством действительности. Такое понимание делает ее объективно-диалектическим свойством всего сущего. В другом смысле, под системностью подразумевают накопленные людьми представления о самом свойстве, т.е. она представляет собой общую теорию познания, определенные знания о системах различной природы.

Общетеоретическая системность познания— довольно сложное и многообразное явление. Оно проявляется в общей теории консалтинга в четырех аспектах:

- в системном подходе,
- в системном объекте (проблеме, предмете, процессе),
- в системном методе ,
- в системной теории.

Термин "**подход**" в общей теории консалтинга (ОТК), по нашему мнению, означает *совокупность приемов, способов воздействия на консультируемую проблему, в изучении проблемы и формировании рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, видении сущности проблемы и т. д*. В этом смысле подход — скорее это не детальный алгоритм действия консультанта, а множество некоторых обобщенных правил. Это лишь подступ к консультированию проблемы, но не модель самой проблемы. Поэтому системный подход в ОТК можно рассматривать как принцип деятельности. Ведь под *принципом понимается наиболее общее правило деятельности, которое обеспечивает его правильность, но не гарантирует однозначность и успех.* Системный подход в ОТК следует рассматривать как некоторый методологический подход лица, формирующего рекомендации (ЛФР) к действительности, представляющий собой некоторую общность принципов. Это по сути дела системный образец, системное мировоззрение. Назначение системного подхода в ОТК заключается в том, что он направляет ЛФР на системное видение консультируемой проблемы. Он заставляет рассматривать мир в виде проблемы с системных позиций, точнее — с позиций его системного устройства.

Системный подход в ОТК состоит в том, что любой более или менее сложный объект (проблема, предмет, процесс) в ОТК рассматривается в качестве относительно самостоятельной системы со своими особенностями функционирования и развития. Основываясь на идеях целостности и относительной независимости объектов, находящихся в целостном мире, принцип системности в ОТК предполагает представление исследуемого (консультируемого) объекта (проблемы, предмета, процесса) как некоторой системы, характеризующейся:

- элементным составом;
- структурой, как формой взаимосвязи элементов;
- функциями элементов и целого;
- единством внутренней и внешней среды системы;
- законами развития системы и ее составляющих.

Как пишет А. Н. Аверьянов, системное познание и преобразование мира предполагают:

- рассмотрение объекта деятельности (теоретической и практической) как системы, т.е. как ограниченного множества взаимодействующих элементов;
- установление состава, структуры и организации элементов и частей системы, обнаружение ведущих взаимодействий между ними;

выявление внешних связей системы, выделение главных;

- определение функций системы и ее роли среди других систем;

• анализ структуры и функций системы;
• обнаружение на этой основе закономерностей и тенденций развития системы.

Принцип системного познания представляет собой дальнейшее раскрытие и обогащение в ОТК таких всеобщих принципов, как всеобщая связь и взаимодействие, развитие и др.

Использование методологии общей теория систем в ОТК призвано объяснить жизненный цикл системы в роли которой выступает консультационный процесс и консультируемая проблема : *происхождение, устройство, функционирование, развитие и гибель* систем (проблем) различной природы, которые изучаются в ОТК. Это — не просто мировоззрение, а строгое научное знание о мире консультируемых проблем.

Системный метод в ОТК выступает как некоторая *интегральная совокупность относительно простых методов и приемов консультирования, а также формирования рекомендаций, которые призваны обеспечить решение задач консультируемой проблемы*.

Составляющие системности в ОТК реализуют специфические функции. Так, системный подход, будучи принципом познания, выполняет ориентационную и мировозренческую функции, обеспечивает не только видение мира, но и ориентацию в нем.

Системный метод в ОТК реализует познавательную и методологическую функции, а системная теория в ОТК— объясняющую и систематизирующую.

Таким образом, системность в ОТК выступает в качестве инструмента познавательной деятельности, значительного арсенала конкретных методов консультирования существующих проблем. Системная теория консалтинга, как знание о консультируемых проблемах, накапливает их, приводит в порядок и использует для объяснения и решения проблем различной природы.

Развитие аспектов системности особенно интенсивно началось со второй половины XX ст. Значительную роль в этом сыграла научно-техническая революция. Многообразные и кардинальные открытия в области науки в значительной степени были вызваны системным мировоззрением и широким применением системного анализа. Последовавшая за научной техническая революция также была обусловлена системным подходом в создании технических нововведений. Наконец, успехи консалтинга также обусловлены системностью.

Можно констатировать, что XX в. был не только веком покорения атома и создания компьютера. Одним из главных его **достижение** — *создание системного мировоззрения, системного метода получения*

знаний, которые в конечном итоге предопределили и мирное использование атомной энергии, и появление компьютера, становление и развитие консалтинга и еще многие достижения в области науки, техники, производства, политики и культуры.

1.3.2. Консалтология - наука о консалтинге

Одной из важнейших особенностей развития науки вообще, и, в частности, науке о консалтинге, является возникновение очень сложной иерархии специализированных дисциплин. На место древнего ученого-философа, такого как Аристотель, который мог охватить практически всю совокупность доступных в его время знаний, пришли поколения ученых, обладающих все большей глубиной знаний и все большей узостью интересов и компетенции.

Вероятно, основной причиной, породившей тенденцию к раздроблению науки на узкие специальности, является ограниченность возможностей человеческого разума. Поскольку объем знаний стал больше того, который человек в состоянии воспринять, всякое увеличение знания необходимо приводит к тому, что человек может охватить все меньшую его часть. Чем глубже это знание, тем более специализированным оно становится.

Углубление специализации по дисциплинам присуще не только естественным наукам, но и консалтингу, как науке.

Еще одной из причин дробления науки на узкие специальности явилось то, что многие ученые (и прежде всего те, которые имеют мощный интеллектуальный потенциал) стали удовлетворять свое научное любопытство не из научных (идейных) побуждениях, а из меркантильных, т. е. исходя из личностного интереса (денежной и др. личной заинтересованности).

На этой почве основной научный потенциал «перетек» из области изучения фундаментальных наук, в том числе и общесистемных, в область прикладных наук. А так как ученые, особенно ученые – аналитики, товар «штучный» и ограниченный в своей численности, то в области консалтинговой науки их катастрофически не хватает. Как только удастся привлечь наиболее интеллектуальную часть аналитически мыслящих ученых в русло консалтингового анализа, науке о консалтинге сразу же будет дан толчок к ее развитию.

Одной из главных особенностей науки второй половины XX столетия является появление ряда родственных научных направлений, таких, как кибернетика, общесистемные исследования, теория информации, теория управления, математическая теория систем, теория консалтинга, теория принятия решений, исследование операций, искусственный интеллект и др. Все эти области, появление и

развитие которых тесно связано с возникновением и прогрессом компьютерной технологии, обладают одним общим свойством — они имеют дело с такими системными задачами, в которых главенствующими являются *информационные, реляционные и структурные аспекты,* в то время как тип сущностей, образующих систему, имеет значительно меньшее значение. Становится все более очевидным, что полезно было бы посмотреть на эти взаимосвязанные интеллектуальные разработки как на части более общего поля исследований, которую мы будем называть *наукой о консалтинге* или *консалтологией*. Дадим следующее определение понятию «консалтология».

Консалтология —междисциплинарная область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, практических методов исследования, анализа и синтеза консультационных процессов и формирования рекомендаций по решению задач консультируемых проблем, а также консультационных методов производства и применения продуктов с заданной структурой путем контролируемого манипулирования сформулированными рекомендациями.

Сущность *консалтологии* заключается в том, что она *представляет собой интегральную науку о методах и средствах, обеспечивающих исследование (анализ) консультационных процессов и консультируемых проблем и разработку (формирование) научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию консультационных процессов и решению задач консультируемых проблем*.

Общая теория консалтинга интегрирует наиболее обобщенное знание о процессах и функционировании систем (проблем). Она находится под воздействием двух наук: *общей теории познания, которая дает ей обоснование категориального аппарата, методы и приемы познания, качественное видение систем (проблем), и математики, обеспечивающей количественный анализ консультационных процессов, консультируемых проблем и разрабываемых (формируемых) научно-обоснованных рекомендаций*.

Огромную роль в развитии общей теории консалтинга играют логика, теория множеств, теория отношений, теория графов и другие разделы дискретной математики, кибернетика и другие науки. Предметные (отраслевые) теории консалтинга раскрывают специфику консалтинга различной природы. Речь идет о теории физических, химических, биологических, экономических, социальных методах и средствах консалтинга, которые описываются соответствующими

отраслями наук. Общая теория консалтинга направлена на отражение их отдельных сторон, аспектов, срезов, этапов, которые являются общими для всех отраслевых теорий консалтинга. Они находятся под влиянием соответствующих теорий. Например, теория консалтинга в системотехнике (прикладная инженерная дисциплина) находится под воздействием техники, моделирования, проектирования и конструирования, т.е. технической, биологической, информационной и социальной инженерии .

В общей теории консалтинга – консалтологии, следует различать три основных компонента:

1) *область* консультирования;
2) совокупность *знаний* об этой области;
3) *методологию* (совокупность согласованных методов) накопления новых знаний об этой области и использования этих знаний для совершенствования существующих консультационных процессов, консультирования возникших проблем с целью формирования рекомендаций по их разрешению.

Охарактеризуем эти три компонента: *область, знания* и *методологию* науки о консалтинге. Следует отметить, что науку о консалтинге нельзя непосредственно сравнивать с другими науками, а правильнее было бы рассматривать ее как *новое измерение в науке*.

Первый компонент науки о консалтинге включает в себя *область консультирования*, коими является консультируемые проблемы по системам, методам и средствам.

В *область науки о консалтинге* входят все типы свойств отношений, существенные для отдельных классов консультируемых проблем и/или консультационных процессов, или, в очень редких случаях, существенные для всех объектов (консультируемых проблем) и/или консультационных процессов. Классификация консультируемых проблем и/или консультационных процессов по отношениям определяет способ разбиения области консультирования проблем в консалтинтологии на подобласти точно так же, как традиционная наука подразделяется на подобласти — различные дисциплины и специальности.

Знания в консалтологии, т. е. знания, относящиеся к различным классам свойств отношений в консультируемых проблемах и/или консультационных процессах, можно получать либо с помощью математики, либо с помощью экспериментов с моделями консультируемых проблемах и/или консультационных процессов на компьютерах. Примерами знаний в консалтологии, полученных математическим путем, являются закон необходимого разнообразия Эшби, принципы максимума энтропии и минимума кросс-энтропии

или различные законы об информации, управляющими системами. Если говорить о знаниях, полученных экспериментальным путем, то *лабораторией в консалтологии* является компьютер. Он позволяет экспериментировать ЛФР точно так же, как это делают другие ЛФР в своих лабораториях, хотя экспериментальные понятия, которыми он оперирует, представляют собой абстрактные структурные (моделируемые на компьютере), а не конкретные свойства реального мира.

Третий компонент консалтологии — *системная методология*— это стройная совокупность консультационных методов изучения свойств различных классов систем (проблем) и решения консалтинговых задач, т. е. задач, касающихся отношений в консультируемых проблемах. *Хорошая классификация консалтинговых методов и средств с точки зрения отношений — ядро консалтинговой методологии.* Соответствующим образом разработанная классификация является основой для исчерпывающего описания и таксономии консалтинговых задач. Главная задача консалтинговой методологии — предоставление в распоряжение потенциальных пользователей, котрыми, прежде всего, являются лица, формирующие рекомендации (ЛФР), представляющих разные дисциплины и предметные области, методов решения всех типов консалтинговых задач.

Если проанализировать разделение традиционной науки на дисциплины, то станет очевидно, что наука о консалтинге носит междисциплинарный характер. Этот факт имеет, по крайней мере, два следствия. Во-первых, системные знания и методология научного консалтинга в принципе могут быть использованы практически во всех разделах традиционной науки. Во-вторых, наука о консалтинге обладает гибкостью, позволяющей изучать свойства отношений в таких системах и, следовательно, в задачах, где фигурируют характеристики, исследуемые обычно в самых разных областях традиционной науки. Это позволяет изучать подобные объекты и процессы и решать такие задачи в целом, а не рассматривать их как собрание несвязанных предметных объектов (процессов) и подзадач.

Как уже говорилось выше, консалтинтология, имеет определенную область исследования, обладает совокупностью знаний и методологией. И тем не менее это не наука в обычном смысле: *традиционная наука ориентируется на исследование разных категорий явлений*, а *консалтинтология изучает различные классы отношений*. По существу, ее нужно рассматривать как новое измерение науки, а не как новую науку, сопоставимую с другими.

Традиционное измерение науки определяет смысл и место любого исследования. С другой стороны, системное измерение позволяет

содержательно работать с любым наперед выбранным объектом (субъектом) или процессом, независимо от того, ограничены ли они рамками одной традиционной научной дисциплины или нет.

1.3.3. Системные характеристики общей теории консалтинга

Исследования последних лет дали значительный объем знаний о научном консалтинге и его использовании. Полученный эмпирическим путем материал и способы его получения можно считать достоверным. А вот интерпретация и оценка полученных данных различными группами исследователей в области теории консалтинга трактуется по-разному. Например, статистически установленный факт экспоненциального удельного роста публикаций в области консалтинга может быть истолкован и как положительное явление в рамках концепции «индустриального» периода развития теории и практики консалтинга, и как явление отрицательное, которое говорит о том, что нынешняя форма организации этой науки (ее «распыленность) не может решить проблему интегрирования научного потенциала для ускорения создания общесистемной методологии развития общей теории консалтинга .

Вопрос о методологической общности исследований в области научно-практического консалтинга, о необходимости концептуальной разработки этой общности и сопряжения ее методов с отдельными направлениями в теории консалтинга не ограничивается научно - теоретическими потребностями. В условиях широкой конкуренции и научно-технической гонки запрос на средства стимулирования консалтинговой деятельности, ускорения темпов переработки научных знаний, сокращения сроков разработки и внедрения новых систем, технологий и организационных схем делает все более актуальными проблемы теоретического обоснования концепции развития в области научного консалтинга.

В настоящее время в области организации консалтинговых служб преобладают административно - организационные структуры, проявляющиеся в различного рода подразделениях, которые выступают в качестве средств проведения практической и научной политики в области консалтинга - лабораторий, обществ, экспертных групп, советов, центров. Каждое из таких подразделений , включенных в организационную структуру консалтинговых подразделений (организаций) и подготовки профессиональных, в том числе и научных, кадров использует в своей деятельности стандартный набор целевых ориентиров (координация, ускорение, обеспечение, сближение, стимулирование) и, как правило, своими силами и по

своему усмотрению интерпретирует смысл этих ориентиров на уровне практических действий – критикует параллелизм в научном и практическом консалтинге, распыление сил и средств, оценивает исследования на актуальность и перспективность и т.д. и т.п.

Возникающие в результате такой деятельности различные модели консалтинга и консалтинговой деятельности отличаются большой пестротой и методологической неоднородностью исходных оснований (положений). В этих условиях видна потребность объединить разнородные (эмпирические и теоретические) представления о консультруемой проблеме в единый предмет. Один из способов построения такого предмета исследования с использованием понятийной терминологии системного подхода и излагается ниже. При этом консалтология будет рассматриваться со стороны функционирования системно- организованного знания в нынешних социальных структурах. Такой подход определяет как интерпретацию основных понятий, так и способ анализа материала.

1.3.3.1. Этапы обновления знания о консалтинге

В исследованиях ученых различной научной ориентации довольно детально изучена структурная специфика так называемых развитых обществ, отличительной чертой которых является использование «научной формы познания природы». В этих обществах выработался эффективный механизм социального обновления иерархически-замкнутого типа, в котором используется знаковый способ хранения общесистемных знаний в безличной и лишенной утилитарных характеристик общесистемной форме.

*Под **общесистемным знанием** в общей теории консалтинга при данном способе членения предмета будем понимать тот тип знания, который после его всесторонней практической проверке включается в постоянный, «абсолютный » банк научных файлов, используемый своими элементами в самых различных сферах консалтинговой деятельности.*

Если взять за основание последовательность движения элементов консалтингового (фундаментального) знания с момента их обнародования (сообщения), то механизм его участия в обновлении можно представить примерно в следующей системе этапов, организованных по иерархически-замкнутому принципу (циклу обновления):

1. *Порождение и хранение элементов консалтингового* знания о воспроизводимых свойствах и закономерностях живой и неживой природы в знаковой форме с внутренним распределением по содержанию знания (массив публикаций, банк научных файлов).

2. *Приложение* — синтез принципиальных консультационных схем из элементов консалтингово знания и возможного их использования без строгих ограничений по областям применения, хранение таких схем в знаковой форме (патенты).

3. *Разработка* — синтез консультационных принципиальных схем и схем формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы в строго ориентированные по функции и области применения знаковые консультационные схемы и их реализация в виде вариантов сформированных рекомендаций.

4. *Внедрение* — количественное умножение консультационных схем, с подключением обеспечивающей деятельности лица, формирующего рекомендации, которая производно от них структурирована.

5. *Эксплуатация* — стабильное функционирование консультационных структур (предприятий, организаций, центров, отдельных субъектов и др.) соответствующих этим схемам деятельности ради формирования рекомендаций по решению задач производства социально необходимого продукта в заданном объеме за единицу времени, причем сами эти структуры сосуществуют с другими, вступают в конкурентные отношения по рентабельности, эффективности, надежности и т. п.

6. *Селекция и регенерация* — исключение из наличной консультационной структуры устройств (систем), методов (технологий), организационных и управленческих схем, средств и соответствующих им видов консультационной деятельности в результате морального старения, неспособности продолжать конкуренцию с другими постоянно внедряемыми способами консультирования той же или близкой по свойствам проблемы консультирования.

Исключение этих устойчивых консалтинговых комплексов, средств и видов консультационной деятельности из существующей консультационной структуры ведет к распаду комплекса и регенерации его составляющих: люди и средства вовлекаются в другие внедряемые или эксплуатируемые комплексы, знание возвращается в форму принципиальных схем приложений или консалтингового знания. В этом циклическом, обновляющем социальные типы консультационной деятельности движении консалтингового знания присутствуют два эпицентра устойчивости:

а) консалтинговое знание, которое не столько движется, сколько циркулирует в циклах обновления, не обнаруживая в процессе

эксплуатации сколько-нибудь заметного износа и старения. Даже такие древнейшие «вклады» типа колеса, рычага, обжига функционируют столь же надежно и исправно, как и более поздние;

б) замкнутые на конечные цели потребности общества, которые по способам их удовлетворения могут быть представлены в виде цепи преемственности, объединяемые лежащей в их основе функцией; например, «светильник» (костер — лучина — свеча — фонарь — керосиновая лампа — электролампа...), «тяга» (бык — лошадь — паровая машина — двигатель внутреннего сгорания»...) и т. д. Это постоянство функции допускает экстраполяцию на будущее, стимулирует конкуренцию комплексов (знание — материал — люди) за право монопольного обеспечения функции и вынуждает стохастично или детерминировано (осознано) производить операции сравнения, оценки и выбора наилучших альтернатив среди сформированных рекомендаций.

По отношению к эпицентрам устойчивости и преемственности социального движения знания все остальные компоненты системы под названием «развитое общество» — люди, средства, комплексы (знание — средства — деятельность) — являются краткоживущими элементами. Их функции могут быть представлены как производные от текущего состояния массива консалтингового знания, конечных целей общества, структуры эксплуатации знания и ряда *эмпирически* выводимых констант, характеризующих темпы и объемы движения консалтингового знания.

Такой подход позволяет увидеть в «развитом обществе» открытую консалтинговую систему с более или менее компенсированными процессами анаболизма и катаболизма, целостность в ее приемственном изменении к конечным целям за счет «потребления» материалов природы и человеческой деятельности. Существенной особенностью такой системы являлось бы лишь отсутствие в ней «встроенных» конечных целей (как дуб «встроен» в желудь). Использующее общенаучную теорию консалтинга общество сознательно, на основе теории формулирует конечные цели и связывает с ними функциональные основания (сформированные рекомендации) накопления данного определяющего качества, что позволяет ранжировать эти основания (сформированные рекомендации) по степени актуальности и важности, активно воздействовать на распределение теоретической и практической консультационной деятельности.

В условиях жесткой конкуренции большое значение имеют темпы и объемы замены альтернативных комплексов в процессе эксплуатации консалтингового знания или, как можно еще сказать, подвижность

«пространства» эксплуатации консалтингового знания, т. е. темпы суммирования качества. В этих условиях, конечная цель общей теории консалтинга, если она призвана ускорить суммирование социально необходимых качеств, допускает простую формулировку: ***обеспечить максимальное число реализаций сформированных рекомендаций за единицу времени при сохранении минимальной альтернативности в пространстве жизненного цикла.***

Наука — по самому существу своей функции — создает и поддерживает такую ситуацию, когда любое функциональное основание (формирование рекомендаций по производству электроэнергии, например) становится ареной конкуренции и борьбы нескольких способов производить одно и то же. Иначе говоря, силами консалтинговой науки число альтернатив постоянно увеличивается. Все такие альтернативы эквифинальны, способны формировать одни и те же рекомендации, но, будучи эквифинальными, они различны по совершенству с точки зрения затрат на единицу рекомендации, и, если реализация принятых рекомендаций ведется грамотно, более поздние по времени внедрения альтернативы более совершенны. В условиях рынка оценка на совершенство и отбор на выживание альтернатив производятся автоматически: с появлением более совершенных альтернатив нижний предел эффективности используемой рекомендации смещается и оказавшиеся в опасной близости к этому пределу альтернативы гибнут. В условиях рыночного ценообразования и конкурентной борьбы повышенная альтернативность и ее сохранение выгодно фирме, внедряющей более совершенную альтернативную рекомендацию, и как способ получить дополнительную прибыль за счет конкурентов, и как способ устранить конкурента.

Здесь научная консалтинговая политика смыкается с управленческой политикой: сокращение сроков сосуществования альтернатив и снижение альтернативности в пространстве эксплуатации консалтингового знания есть нечто находящееся за пределами науки и ее компетенции, как и само внедрение. К консалтинговой науке правомерно лишь требование на выдачу в любой данный момент максимального и более совершенного многообразия возможных рекомендаций, максимальной альтернативности существующему и функционирующему в пространстве эксплуатации консалтинговому знанию.

Вместе с тем требование сокращения срока сосуществования неравноценных по совершенству альтернатив, выступая связующим звеном между научной и управленческой политикой и явно имея тяготение к управлению, а не к науке, проектируется на весь контур обновления как единое, обязательное основание связи всех этапов

движения консалтингового знания и его производства. Пространства *порождения, приложения и разработки* как области соответствующей научной консалинговой деятельности должны быть в их последовательности и каждое по отдельности, с одной стороны, предельно емкими по количеству разнообразия продукта (рекомендаций), а с другой — предельно «плоскими» по координате времени (по *лагу*). С научной точки зрения высшей степенью совершенства обладал бы такой цикл движения консалтингового знания — *последовательность пространств порождения, приложения, разработки, а также и внедрения*,—в котором значение переменной длительности, т. е. лага, приближалось бы к нулю.

В таком спрессованном по времени, «безлаговом» цикле обновления любой новый элемент консалтингового знания мгновенно проскакивал бы, выявляя все свои утилитарные потенции. Объединяясь с наличными элементами, средствами, деятельностью через пространства *приложения, разработки и внедрения*, он мгновенно включался бы в эксплуатацию, выталкивая из нее наличные альтернативы. *Организационная структура*, имея на вооружении безлаговый цикл, получила бы возможность мгновенно в меру собственных сил и познанных законов природы наилучшим, с точки зрения собственных целей, способом реагировать на любые изменения условий существования или на любую необходимость менять условия существования, могла бы в кратчайший срок накапливать любую степень качества по любому из признанных социально необходимыми оснований.

Теоретически и практически невозможна реализация безлагового цикла обновления — это недостижимый абстракт типа к.п.д. в 100%. Но здесь очень важно подчеркнуть: какими бы ни были формально зафиксированные в тот или иной момент времени значения лагов в цикле обновления, *всегда необходимо стремиться к безлаговому циклу*, и только он будет представлять собой цель теоретически обоснованной научной политики общей теории консалтинга. Рассматриваемые альтернативы научных предложений в цикле движения консалтингового знания будут, при прочих равных условиях (объем деятельности в пространствах порождения, приложения и разработки; численность консультирующих работников, затраты на внедрение), ранжироваться по признакам эффективности в соответствии с уменьшением значений лаговой характеристики.

1.3.4. Роль математики в общей теории консалтинга

Решения консалтинговых задач позволяет исходить из двумерной (дихотомной) классификации консультируемых проблем, объектов

(субъектов) и консультационных процессов. Они предназначены для работы со свойствами отношений консультируемых проблем, объектов (субъектов) и консультационных процессов, не зависящими от интерпретаций и контекста. Однако тем же занимается и математика. Какая же тогда между ними разница?

Очень приближенно математику можно разделить на фундаментальную и прикладную.

Фундаментальная математика занимается в основном разработкой разных аксиоматических теорий независимо от того, имеют они практическое значение или нет. Фундаментальная математика особенно интересуется доказательством теорем, следующих из постулированных предположений (аксиом), и не ее цель определять, существует ли некая интерпретация теории, для которой эти предположения истинны. Эта позиция «искусства для искусства», очень влиятельная в математике еще с XIX в., даже подчеркивается некоторыми математиками, считающими ее принципиальной позицией для этой науки. Однако, несмотря на такой подход многие математические теории в разной степени, но все же имеют отношение к реальности. Иногда обнаружение подобной связи является счастливой случайностью. Чаще, однако, оно представляется результатом бессознательного процесса в сознании математика (интуиции, озарения) или его осознанной попытки (часто скрытой или, по крайней мере, недекларируемой) абстрагировать и формализовать некоторые аспекты реальности.

Здесь необходимо упомянуть о том, что аксиоматическая формализация по своей природе имеет некоторые ограничения. В 1931 г. К. Гёдель показал, что аксиоматические теории (например, аксиоматическая теория обычной арифметики) таковы, что нельзя доказать их внутреннюю непротиворечивость (т. е. то, что из аксиом нельзя вывести взаимоисключающие теоремы). Точнее, непротиворечивость аксиоматической теории не может быть доказана с помощью ее собственных правил вывода. Доказательство непротиворечивости, опирающееся на более мощные правила вывода, может существовать, но тогда следует доказать непротиворечивость положений, используемых в новых правилах вывода. Для этого могут потребоваться еще более мощные правила. Повторение этого рассуждения показывает, что на вопрос о полноте каких-то математических теорий окончательно ответить нельзя. Что еще важнее, Гёдель также показал, что если некие аксиоматические теории, непротиворечивость которых недоказуема, являются непротиворечивыми, то они будут неполны (т. е. некие истинные утверждения этих теорий нельзя вывести из их аксиом).

Следовательно, существуют математические теории, которые *или противоречивы, или неполны*, и невозможно определить, к какой из двух категорий каждая из них принадлежит.

Назначение *прикладной* математики — поиск практических интерпретаций математических теорий и после нахождения таких интерпретаций создание на основе теорий методических средств работы с интерпретированными системами и связанными с ними задачами. В этом смысле прикладная математика ориентирована на разработку методов, базирующихся на определенных математических теориях, и использование их в как можно большем числе конкретных приложений. Эти методы, конечно, подчиняются фундаментальным ограничениям математических теорий, на которые указал Гёдель. Более того, любая математическая теория выводится из некоторых определенных предположений (аксиом) и, следовательно, любая методика, опирающаяся на эту теорию, применима только к тем задачам, которые отвечают этим предположениям. Если задача им не отвечает, а математик-прикладник, владеющий данной методикой, все-таки хочет ее применить, ему нужно переформулировать свою задачу так, чтобы она удовлетворяла этим ограничениям. Однако это означает, что теперь будет решена другая задача. Очень часто изменение задачи явно не констатируется, в результате чего создается впечатление, что была решена исходная задача, хотя на самом деле это не так**.**

Таким образом, математики-прикладники предоставляют пользователям (ученым, инженерам, лицам формирующим рекомендации и т. д.) набор методических средств, каждое из которых получено из какой-либо математической теории, которая, в свою очередь, опирается на определенный набор предположений. Чаще всего математические теории разрабатываются в предположениях, представляющих интерес или подходящих с точки зрения математического аппарата. Как следствие порожденные ими методы покрывают лишь отдельные небольшие фрагменты всего спектра консалтинговых задач. Идея решения консалтинговых задач с использованием математических теорий, является в некотором смысле реакцией на это неудовлетворительное положение.

В противоположность прикладной математике решение консалтинговых задач предназначено для исследования области консультируемых проблем как единого целого. Оно, в частности, пытается определить практически ценные подзадачи, возникающие в как можно более широком классе реальных консалтинговых задач. Эта направленность решения консалтинговых задач на полноту и практическую значимость проводимых исследований отличает ее от

математики, ориентированной на исследование методик, базирующихся на подходящих (и часто произвольных) математических свойствах.

Таким образом, *приоритет задач* в решении консалтинговых задач резко контрастирует с *приоритетом методов* в прикладной математике. Наиболее важным назначением науки о решении консалтинговых задач является разработка методов решения консалтинговых задач в их естественной формулировке, либо не использующих при решении упрощающих предположений, либо, если это невозможно, с упрощениями, позволяющими решить задачу, но в то же время как можно меньше искажающими ее. Методологические методы решения консалтинговых задач имеют подчиненное значение и выбираются так, чтобы как можно лучше соответствовать консалтинговым задачам, а не наоборот. Более того, эти методы по природе своей не обязаны быть чисто математическими, а могут представлять собой сочетание математических, вычислительных, эвристических, экспериментальных и других методов.

При управлении сложностью консультационного процесса формирования рекомендаций для решения задач консультируемой проблемы редко удается обойтись без упрощающих предположений. Однако для любой консалтинговой задачи такие упрощающие предположения могут быть введены самыми разными способами. Всякий такой набор предположений определенным образом сокращает диапазон возможных решений и в то же время снижает сложность консультационного процесса формирования рекомендаций для решения задач консультируемой проблемы.

Для конкретной консалтинговой задачи множество рекомендаций относительно ее решений будем называть *методологической парадигмой.* Если консалтинговая задача решается при определенной методологической парадигме, то найденное решение не содержит особенностей, несовместимых с этой парадигмой.

Целесообразно рассматривать парадигму, являющуюся подмножеством рекомендаций другой парадигмы, как обобщение последней. При заданном множестве всех рекомендаций, рассматриваемых для данного типа консалтинговых задач, отношение «парадигма А является более общей, чем парадигма В» (т. е. А содержит подмножество рекомендаций, содержащихся в В) задает частичное упорядочение для всех содержательных парадигм, относящихся к данному типу задач. Термин «содержательная парадигма» может пониматься строго как характеристика множества рекомендаций, гарантирующего возможность решения всех конкретных консалтинговых задач данного типа. В то же время строго

его можно понимать и как более слабое требование, чтобы только некоторые частные консалтинговые задачи данного типа решались при данной парадигме.

Самая общая парадигма для консалтинговой задачи любого типа единственна — это *парадигма без предположений*. Однако обычно существует несколько менее общих, но плодотворных для решения консалтинговых задач данного типа парадигм. Наблюдается тенденция к обобщению парадигм, стимулируемая достижениями в развитии вычислительной техники. Любое обобщение парадигмы расширяет множество возможных рекомендаций по решению консалтинговой задачи и во многих случаях позволяет получить лучшее решение. Однако одновременно это требует усложнения процедуры решения. Изучение связей между возможными методологическими парадигмами и классами консалтинговых задач является предметом *метаметодологии общей теории консалтинга.* Это важная, предлагаемая нами, новая область исследований в области общей теории консалтинга, в которой пока еще мало сделано. Центральным вопросом метаметодологии общей теории консалтинга является разработка таких парадигм, которые для различных классов консалтинговых задач и нынешнего состояния вычислительной техники обеспечивали бы наилучший компромисс для двух противоречивых критериев — *качества сформированных рекомендаций и сложности процедуры формирования рекомендаций*. Основная трудность подобного исследования состоит в том, что для данной консалтинговой задачи при одной и той же методологической парадигме может быть разработано множество альтернативных процедур формирования рекомендаций.

Другой консалтинговой задачей метаметодологии ОТК является определение и описание кластеров консалтинговых парадигм, хорошо дополняющих друг друга так, что можно эффективно использовать параллельно при решении одной и той же консалтинговой задачи. Вместе они могут дать исследователю (консультанту) значительно больше, чем каждая из них в отдельности.

Всякая математическая теория, имеющая смысл с точки зрения схемы решения консалтинговых задач, является по существу методологической парадигмой. Она связана с типом консалтинговой задачи и представляет собой локальную систему, в которой могут разрабатываться методы решения конкретных консалтинговых задач данного типа.

Одна из консалтинговых задач методологии консалтинга— *это компиляция (составление) математических теорий и определение их места в полном пространстве консалтинговых задач*.

Другая задача — *предложение новых содержательных парадигм , при этом конечной целью является описание и упорядочение всех возможных парадигм для каждого типа консалтинговых задач.* Поскольку выявление новой парадигмы служит толчком для создания новой математической теории, всесторонние исследования в метаметодологии ОТК послужат мощным стимулом для фундаментальных математических исследований, имеющих большое практическое значение. Таким образом, математика вносит свой вклад в решение консалтинговых задач и способствует ее развитию.

1.3.5. Роль вычислительной техники в общей теории консалтинга

Современная консалтинтология сильно зависит от средств вычислительной техники, представляющих собой одновременно и ее лабораторию, и важнейшее методологическое средство. Поэтому не удивительно, что современный системный подход начал формироваться почти сразу после появления в конце 40-х — начале 50-х гг. полностью автоматизированных цифровых вычислительных машин. Все это время консалтинтология и компьютерная технология развивались бок о бок и влияли друг на друга.

Прогресс компьютерной технологии совместно с достижениями в области искусственного интеллекта дали новые методологические возможности, помогли прояснить или уточнить формулировку некоторых фундаментальных познавательных проблем, сделать более конструктивными некоторые умозрительные идеи, а также сделали возможным реализацию некоторых простейших функций человеческого мозга на компьютере. Однако цель решения консалтинговых задач — не заменить мозг человека машиной, а симбиотически дополнить его компьютером, снабженным пакетом соответствующих консультационных методических средств. Такой подход основан на том, что при столкновении с очень сложными системами мозг проявляет способности, намного превосходящие самые сложные методы, реализованные на самых современных компьютерах. Современное понимание этих способностей достаточно примитивно и, безусловно, неудовлетворительно. Несмотря на успехи искусственного интеллекта, а также нейрофизиологии, психологии и других наук есть основания считать, что некоторые способности человеческого мозга никогда не будут поняты до конца.

Возможно, самыми ценными свойствами человеческого мозга являются интуиция, озарение, способность к глобальному охвату, особенно если они хорошо развиты. Сложные проблемы, однако, часто обладают свойствами, не поддающимися интуитивному пониманию и

глобальной оценке. Эти свойства являются ловушками для ума в том смысле, что подталкивают его к неправильным представлениям, а отсюда, и к неправильным формированиям рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы. Для обнаружения этих ловушек нужно, как правило, проделать утомительную работу по детальному анализу консультруемой проблемы. В этом отношении мозг не очень силен и ограничен в возможностях, а детальный анализ — это как раз та область, где компьютер его превосходит. Это свойство компьютера позволяет ему играть важную роль *гаранта* и *усилителя интуиции ЛФР*.

Симбиоз человека (ученого; лица, формирующего рекомендации, конструктора и т. п.) и методологически вооруженного компьютера, позволяет ввести и применить новые подходы к решению различных интеллектуальных задач, к которым относятся и консалтинговые задачи, существенно более мощные, чем используемые ЛФР или компьютером в отдельности. Сила ЛФР в его знании консультируемой проблемы, понимания и использовании контекста, в котором производится консультирование, в интуиции, способности к глобальному охвату, в чувстве правильного формирования рекомендации, аудиовизуальных возможностях, творчестве и тому подобное. Сила компьютера — это его вычислительная мощность, легкость, с которой он производит огромное число операций, значительно превосходящая в этом отношении возможности человека. Правильно использованная вычислительная мощность компьютера существенно увеличивает интеллектуальную силу ЛФР, осуществляя для него необходимый детальный анализ и, как уже отмечалось, помогая избежать многих интуитивно не обнаруживаемых ловушек, связанных со сложностью решаемых консалтинговых задач.

Одной из таких ловушек является обычно принимаемое без доказательств предположение, что свойства консультируемой проблемы в целом могут быть восстановлены по знаниям о соответствующих свойствах, связанных с ее подпроблемами. Например, в междисциплинарных социологических проектах обычно предполагается, что мы понимаем проблему в целом, если мы понимаем ее экономическую, правовую, политическую, экологическую и другие рассматриваемые подпроблемы. Подобное предположение, к сожалению, подтверждается очень редко, и, даже если подтверждается, его обоснованность зависит от выбранных подпроблем. Нет оснований считать, что «естественные» подпроблемы (экономические, политические и т. д.) являются адекватными в том смысле, что они содержат достаточно информации, чтобы можно было достаточно точно реконструировать (понять) проблему в целом. Если же

предположение о возможности реконструкции всей проблемы по определенным ее подпроблемам не подтвердилось, то всевозможные выводы относительно всей проблемы, полученные из подпроблем, могут оказаться некорректными и вводящими в заблуждение. Хотя информация о возможностях реконструкции неявно содержится в данных о проблеме в целом, явное ее определение требует детального анализа этих данных. Методы проведения такого анализа, называемого анализом реконструируемости, разрабатывались в последние годы. Человек, если не считать весьма небольших проблем, с анализом реконструируемости не справляется, в то время как у компьютера есть огромные возможности по проведению такого анализа для проблем, имеющих практическое значение.

Анализ реконструируемости — это просто один из примеров важной методологической области, практическая значимость которой определяется применением сложной компьютерной технологии. При решении консалтинговых задач такие примеры отнюдь не редки, а скорее типичны. Использование компьютера как гаранта и усилителя интуиции консультанта при решении консалтинговых задач — это одно из двух важнейших его применений в консалтинтологии. Другим является его использование в качестве лаборатории консалтинтологии. В этом случае он используется для проведения экспериментов со смоделированными на нем консалтинговыми задачами. Можно выделить по крайней мере три цели проведения таких экспериментов.

1. *Традиционное использование моделирования.* Проблема, воспроизводящая соответствующие свойства консультируемой проблемы, моделируется на компьютере для порождения сценариев при различных предположениях относительно среды проблемы, а также при различных параметрах самой проблемы.

2. *Открытие или проверка законов консалтинтологии в задачах.* Эксперименты такого рода проводятся на компьютере с большим числом разных *консалтинговых задачах* одного и того же класса. Цель таких экспериментов — открытие полезных свойств, описывающих класс исследуемых консалтинговых задачах, или, наоборот, проверка выдвинутых относительно этого класса предположений (рекомендаций). Один из наиболее характерных экспериментов такого рода был проведен Гарднером и Эшби. Целью эксперимента было определение влияния размера системы (числа переменных) и ее связанности (числа зависимостей между переменными) на вероятность устойчивости в определенном классе систем. Гарднер и Эшби ограничили свое исследование весьма конкретным классом систем (линейными динамическими системами, описываемыми системой линейных дифференциальных уравнений первого порядка с

постоянными коэффициентами). Среди других результатов их исследование привело к открытию критической связности и дало следующий статистически достоверный закон для изучаемого класса систем: если линейная динамическая система (как она описана выше) достаточно велика (состоит из 10 или более переменных) и ее связанность (процент ненулевых недиагональных элементов в матрице, описывающей эту систему) меньше 13% (критическая связанность), тогда данная система почти наверняка *устойчива*. Если ее связанность больше 13%, она почти *наверняка неустойчива*; 2%-го отклонения от критической связанности оказывается достаточно для того, чтобы ответ на вопрос об устойчивости из «почти наверняка устойчива» превратился в «*почти наверняка неустойчива*» (рис. 1.2).

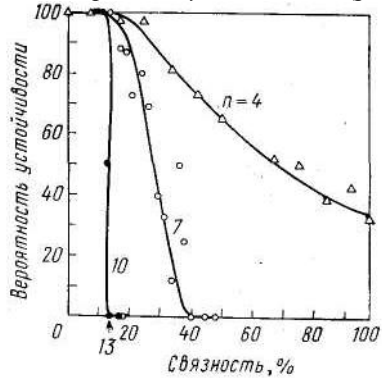


Рис. 1.2. Зависимость устойчивости системы от связности (экспериментальные результаты получены Гарднером и Эшби)

Подобного рода экспериментальные исследования для более широкого класса динамических систем, описываемых нелинейными меняющимися во времени дифференциальными уравнениями, проведены Макридакисом и Фошо. Некоторые свои результаты для разных случаев они представили в виде математических формул. Так, например, *вероятность устойчивости* произвольно выбранной системы описанного выше класса с *n* переменными задается функцией

$$p(n)=e^{1-1,1n},$$

что очень хорошо соответствует экспериментальным данным.

Аналогичные модельные исследования для биологических систем, описываемых взаимосвязанными логическими элементами, проведены Кауфманом .

Уолкер, Эшби и Гельфанд экспериментировали с системами, состоящими из функционально одинаковых элементов,

представляющих собой конечные автоматы с двумя входами и двумя внутренними состояниями. Задачей этих исследований было определение зависимости длины цикла и других характеристик от размера системы для различных типов автоматов.

В качестве примера совершенно иного рода экспериментального исследования определенных свойств систем приведем эмпирическую формулу

$$C = K_1 (K_2)^n gh / (g+h)$$

для вычисления средней цены C двухуровневой переключающей схемы, реализующей одну булеву функцию с n независимыми переменными, g узлами «один» и h узлами «нуль». Эта формула получена Келлерманом на основе большого числа вычислительных экспериментов, K_1 и K_2 — это константы, зависящие в общем случае от используемой технологии, типов компонентов и определения цены. Келлерман определил также значения этих констант для практически важных случаев. Данная формула может помочь консультанту сравнить несколько различных рекомендаций, а также проливает некоторый свет на главный вопрос: при использовании одной технологии, объективных критериев и ограничений является ли переключающая схема с a входами и b выходами дешевле или дороже (в среднем) переключающей схемы с c входами и d выходами, где или $a<c$ и $b<d$, или $a>c$ и $b<d$?

3. *Экспериментальные характеристики методов.* Постановка консалтинговой задачи, решение которой известно, моделируется на компьютере. Для решения этой задачи используется исследуемый метод (обычно это метод решения задач, имеющих недедуктивную природу). Полученный результат сравнивается с известным решением. Эта процедура повторяется достаточное число раз для различных постановок консалтинговых задач исследуемого класса, что позволяет определить полученные характеристики введенного метода. Такие характеристики очень важны для ЛФР, применяющих разные методы, так как дают возможность правильно интерпретировать полученные результаты и сформировать рациональные рекомендации.

Таким образом, связи между решением консалтинговых задач и вычислительной техникой весьма важны. Можно с уверенностью сказать, что решение консалтинговых задач не имело бы в действительности никакой практической ценности, если бы не использование мощной вычислительной техники.

1.4. Классификация объектов и процессов, исследуемых в общей теории консалтинга

1.4.1. Введение в научную классификацию и таксономию

Классифика́ция (от лат. classis — разряд, класс), в логике — система соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания или деятельности человека, используемая как средство для установления связей между этими понятиями или классами объектов. То есть **КЛАССИФИКАЦИЯ — это система понятий какой-либо области знания или деятельности человека. Классифика́ция** — процесс *группировки объектов* исследования или наблюдения в соответствии с их общими *признаками*. В результате разработанной классификации создается *классифицированная система* (часто называемая так же, как и процесс —классификацией). **Научная классификация** выражает систему законов, присущих отображенной в ней области действительности. Различают *естественные классификации*, основания которых — существенные признаки объектов (напр., периодическая система химических элементов), и искусственные классификации, в которых используются несущественные признаки; к *искусственным классификациям* относятся т. н. вспомогательные классификации (алфавитно-предметные указатели, именные каталоги в библиотеках). В нашей жизни повседневно мы постоянно занимаемся тем, что группируем или как-то выделяем предметы и вещи из общего нашего окружения, то есть постоянно пользуемся *классификацией*. Куртка зимняя, саморез, полотенце, хлеб черный и так далее и тому подобное. Почему куртка зимняя - потому что по внешним признакам она скорее всего теплая. Почему саморез, а не гвоздь или болт - опять же по внешним признакам. Вот эти внешние признаки и определяют в данном случае такие понятия как куртка зимняя и саморез. А эти два понятия являются системой понятий. А *то что мы можем* ***группировать предметы по определенным признакам или свойствам*** *называется* ***классификацией.*** А *собрать признаки и свойства для описания группы или понятия называется* ***таксономией.*** Являясь в большей или меньшей степени условной (соответственно субъекту её осуществляющему и его восприятию «общности признаков»), классификация может позволить упростить общение людей ее применяющих (в случае, если это восприятие «общности признаков» само оказалось достаточно общим). Например, можно использовать понятие монотонной функции, не обращаясь каждый раз

к определению, выделяющему это подмножество функций из множества функций вообще.
ТАКСОНОМИЯ (от греч. taxis — расположение, строй, порядок и nomos — закон), *теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей действительности, имеющих обычно иерархическое строение (органический мир; объекты географии, геологии, языкознания, этнографии; консультируемые проблемы и т. д.).*
Термин (предложен в 1813 швейцарским ботаником О. Декандолем) длительное время употреблялся как синоним систематики. В 60-70-х гг. 20 в. возникла тенденция *определять таксономию как раздел систематики, как учение о системе таксономических категорий, обозначающих соподчиненные группы объектов — **таксоны***.
Если сформулировать это коротко, то получится что **ТАКСОНОМИЯ - это теория классификации и систематизации. ТАКСОНОМИЯ - это знания системы понятий и их систематизации.**
Таксономия занимается тем, что *разрабатывает систему понятий и признаки, описания, свойства по которым можно будет определять что в это понятие входит*. Например понятие инструмент. Определим это понятие как то, что помогает человеку выполнять работу. Инструмент может быть механический и электрический, садовый и столярный. Вот уже есть *система понятий*, описывающая инструмент. В данном случае понятиями здесь выступают: инструмент механический, инструмент электрический, инструмент садовый, инструмент столярный. Теперь осталось добавить к этим понятиям *признаки, описания и перечень свойств* по которым можно определять относится предмет к инструменту электрическому или инструменту садовому и у нас готовая *система классификации*.
Таксономия - *процесс создания систем классификации*.
Исключительно сложное строение системы органического мира, серьезные трудности, с которыми приходится сталкиваться при построении теории этой системы (отсутствие во многих случаях ясной границы между таксонами, порождаемая этим необходимость оперировать огромными множествами признаков и свойств), стимулировали многочисленные попытки теоретического, в том числе формального, обоснования таксономии и её основных категорий (так называемая численная, или нумерическая таксономия.). Эти попытки позволили привлечь в таксономии методы современной математики, но пока еще не привели к общепринятым фундаментальным результатам.
Таксономию следует рассматривать в отношении к информации, т. е. *деление информации по каким либо признакам называется*

таксономией. То есть, *определение о чем будет сайт, какая информация будет представлена на сайте, какие темы эта информация будет освещать и как определить куда, в какие темы, будет добавляться новый материал и* ***есть таксономия***. Допустим наш сайт о геометрических фигурах. Будем описывать геометрические фигуры. Чтобы как то упорядочить информацию о фигурах будем её группировать по характерным чертам этих фигур (понятиям): размер, форма, цвет и так далее. Вот этот *процесс* определения как делить информацию о фигурах по их характеристикам и *есть таксономия* в данном конкретном случае.

1.4.2. Место классификации в теории консалтинга

Классификационные методы и процедуры широко применяются в научном исследовании для решения самых различных познавательных задач, в том числе и консультационных. Достаточно строго и четко проведенная классификация одновременно подытоживает результаты предшествующего развития данной отрасли познания, а именно - общей теории консалтинга, и вместе с тем отмечает начало нового этапа в ее развитии. Такая классификация обладает большой эвристической силой, позволяя предсказать возникновение неизвестных ранее проблем, которые требуют консультационных услуг или вскрыть новые связи и зависимости между уже существующими консультруемыми проблемами. Достаточно вспомнить, например, классификацию химических элементов, осуществленную Д. И. Менделеевым на основе открытого им периодического закона. Она не только позволила Менделееву предсказать существование и свойства химических элементов, но и послужила основанием для дальнейших исследований, углубивших наши представления об их природе. В классификации, таким образом, отчетливо проявляется диалектический характер развития научного знания: *процесс получения нового знания в определенной мере детерминируется уже имеющимся знанием и вместе с тем новое знание оказывается несводимым к старому как более глубокое, более организованное, более упорядоченное.* Полем применения классификационных процедур являются *объекты* практически всех научных дисциплин, а также и сама система наук в целом. По словам известного логика Х. Зигварта, «классификация всей совокупности того, что содержит вселенная, являлась бы вообще — если представить себе ее в ее завершении — последним и самым зрелым результатом эмпирического исследования... логически самым завершенным познанием, заключающим в себе все». Можно согласиться со столь высокой оценкой значимости классификационной

процедуры, хотя в сколько-нибудь обозримом будущем едва ли можно рассчитывать на приближение к такой всеобъемлющей классификации. Пока же классификация используется для решения широкого круга познавательных задач, и не случайно в глазах представителей как разных наук, так и пределах одной науки, например, общей теории консалтинга, создание классификации расценивается по-разному. В настоящее время наиболее интенсивно, на наш взгляд, вопросы классификации разрабатываются в биологии, геологин и науковедении. Параллельно происходит обмен классификационными приемами между разными областями знаний, все более широко внедряются в практику классификации различные методы *логики и математики*. Происходит становление общей теории классификации, постепенно выявляются ее методологические аспекты, которые будут рассмотрены ниже.

Каковы же в общих чертах особенности построения классификаций в различных областях научного знания? В математике содержательная классификация аксиоматически определенных объектов возникает чаще всего как завершение некоторой области исследований, как некий «окончательный» результат, вскрывающий сущность изучаемого класса объектов. Примерами такого рода результатов могут служить теоремы о приведении матриц к жордановской нормальной форме (дающей полный перечень инвариантов линейного преобразования), теорема о спектральном представлении самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве, классификация простых групп Ли и т. п. Все подобные классификации строятся по следующему принципу. *Сначала аксиоматически определяется некоторый класс математических объектов путем формального описания некоей теории. Затем выясняется, что с точностью до некоторого естественного в данных условиях изоморфизма все модели этой теории могут быть описаны «конструктивно»— заданы определенной структурой. Между аксиоматическим определением и конструктивным описанием всех допустимых возможностей и простирается собственно история конкретной области математики.* На практике все происходит не столь гармонично, каждая область математики варьирует разные аксиоматические определения и корректирует их в зависимости от того, получается ли «интересная» классификация определяемых объектов и отвечают ли эти объекты некоторому интуитивному представлению о них. Естественно, что в наиболее интенсивно развивающихся областях математики классификации не закрыты, но ставят все новые проблемы. В фундаментальных разделах физики отчетливее видно противопоставление «*дескриптивных*» классификаций, позволяющих

просто привести к удобному виду накопленные результаты, и *«структурных»* классификаций, позволяющих увидеть сущность классифицируемых объектов. Скажем, *известные фундаментальные частицы делятся по заряду, спину, массе, странности, по участию в разных типах взаимодействий.* ***Это «дескриптивные» классификации***. С другой стороны, какие-то группы частиц удается проклассифицировать по каким-то типам симметрии. Например, строятся теории о кварковой структуре частиц, позволяющей описать все существующие и возможные частицы как *некоторые* ***структуры*** из гипотетических субчастиц — кварков. Получение такой классификации есть цель физики элементарных частиц. В такой гуманитарной науке, как лингвистика, наряду с чисто *дескриптивными классификациями* (генетическая классификация языков, классификация частей речи, различные классификации лексики и т. п.), возникающими в ходе начального процесса накопления данных, есть и четкие *структурные классификации* (классификация фонем по дифференциальным признакам и звуков по артикуляционным признакам, классификация языков по четырем строям и т. п.), каждая из которых является своеобразной вершиной развития определенной области лингвистики. Однако *в большинстве естественных, технических и гуманитарных наук мы имеем дело только с «дескриптивным» делением объектов изучения, необходимым для дальнейшего их исследования*. В частности, примерно такой статус имеют классификация живых организмов в биологии или существующие классификации наук, используемые в информатике. В биологии смысл таксонов разного ранга нередко считается неодинаковым. Существует точка зрения, согласно которой реальны только таксоны более низкого ранга (виды, в крайнем случае роды и семейства), тогда как остальные таксоны — абстракции. Вместе с тем предпринимаются попытки создания формализованных процедур биологической классификации с применением методов логики и математики. В частности, важный шаг в этом направлении был сделан Дж. Р. Греггом. Ему принадлежит одна из первых попыток формализации таксономических понятий, аксиоматизации таксономии и изложения некоторых ее теорем на языке теории множеств. При этом он опирался на выполненную Дж. Вуджером формализацию понятий «иерархия» и «уровень иерархии». Следует, однако, отметить, что Грегг, как и многие другие теоретики таксономии, не касался *неиерархических классификаций*. Ограниченность формализации Грегга сказывается также и в том, что для него содержательная классификация организмов (другие объекты его не интересовали) сводится к *разбиению их множества на подмножества*. Он не

учитывал, что еще в XVIII веке была введена и постепенно стала основной иная ***последовательность классификационной работы*** — *не «сверху», от крупных таксонов к мелким, а «снизу», то есть путем постепенного объединения объектов в низшие таксоны, а этих таксонов — в таксоны более высокого ранга*. В силу этого предложенная Греггом формализация таксономических процедур не оказала заметного влияния на практику биологической классификации. В рамках теории классификации рассматривается весь спектр возможных классификаций на шкале «Экстенсиональность — интенсиональность». *На одном полюсе находятся классификации экстенсиональные, дескриптивные, использующие внешние характеристики объектов, а на другом полюсе — классификации интенсиональные, сущностные*.

1.4.3. Таксономия и мерономия

Целесообразно различать понятия «таксономия», «классификация» и «систематика».
Под *классификацией* будем понимать разбиение любого множества (класса) объектов на подмножества (подклассы) по любым признакам.
Систематикой будем называть установление такой упорядоченности объектов, которая приобретает статус привилегированной системы, выделенной самой природой. Это примерно то же, что и естественная классификация (система).
Таксономией назовем учение о любых классификациях с точки зрения *структуры таксонов и признаков*. Таксономия — *это аспект метаклассификации.*
Экстенсиональное описание таксономии (классификации) ограничивается *выделением особых подмножеств (таксонов) классификационного поля и установлением между ними обычных теоретико-множественных отношений* (включение, пустота или непустота пересечения). С этой точки зрения ***иерархическая*** *классификация экстенсионально соответствует случаю, когда множество всех таксонов образует* ***дерево*** *по отношению включения, а множество таксонов, соответствующих произвольному срезу дерева, образует* ***разбиение классификационного поля***. Наоборот, ***комбинативная (фасетная) структура таксонов*** *экстенсионально определяется тем условием, что в таксонах можно выделить такие* ***группы (фасеты****), образующие разбиения классификационного поля, когда любой таксон есть пересечение таксонов из некоторых фасетов*.
Интенсиональный подход заставляет расширить классификационное

поле до *классификационного универсума*, состоящего не только из *наличных, но и из всех мыслимых объектов*, а вместо структуры таксонов рассматривать *двойственную* ей структуру классификационных признаков.

Такое понимание интенсионального подхода, видимо, недостаточно. В самом деле, *интенсионалом предиката*, по Р. Карнапу, называется класс всех мыслимых объектов, для которых этот предикат истинен. Тем самым предполагается, что именно интенсионал предиката есть экспликация того, что интуитивно понимается под смыслом Но тогда смысл сам по себе не существует, но лишь раскрывается в классе мыслимых денотатов. Исходя из этого тезиса, *структуру признаков с их значениями можно было бы рассматривать как изоморфную структуре соответствующих таксонов в классификационном универсуме.* В этом случае у значений признаков нет никаких свойств, внеположенных соответствующим таксонам в классификационном универсуме.

Для дальнейшего изложения нам необходимо уточнить, что есть ***понятие***. *Мы будем рассматривать* ***неотвлеченные понятия****, то есть такие, имя которых может означать конкретный предмет, явление или ситуацию, а* ***не признак таковых***. Иначе говоря, мы будем изучать понятия типа лошадь, продажа, красный, а не такие, как лошадность, продажность, краснота. Мы *будем отличать имя понятия (слово, выражающее понятие) от самого понятия*. *Объем понятия*—это класс объектов, воплощающих данное понятие, или, иначе, класс (в том числе мыслимых) денотатов имени этого понятия. (По Р. Карнапа *класс мыслимых денотатов есть интенсионал имени, то есть связан скорее не с объемом, но с содержанием понятия*.) Рассмотренный класс объектов удобно назвать ***таксоном***, ассоциированным с данным понятием.

Содержание понятия естественно отождествить с концептом имени понятия, то есть, согласно Г. Фреге, с информацией, которую это имя несет о денотате имени. ***Под денотатом имени подразумевается любой объект, к которому это имя приложимо***. Это содержание мы будем далее связывать с некоторой *структурой (архетипом)*, которую можно обнаружить во всех объектах соответствующего таксона. Тем самым *имя несет ту информацию об объекте, что в нем присутствует данный архетип*.

Заметим, что имя понятия одновременно служит именем таксона (в русском языке оно может в этом случае переходить во множественное число: понятие «лошадь» — таксон «лошади»). Именем архетипа можно было бы считать соответствующее отвлеченное понятие (в данном примере «лошадность»). Описанное выше соотношение

между понятием и его «окружением» иллюстрируется схемой на рис. 1.3.

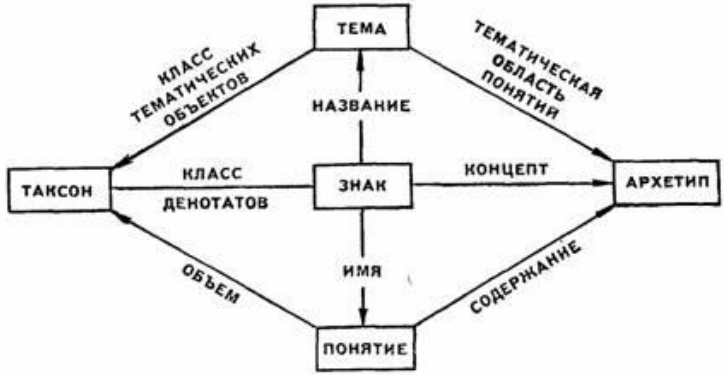


Рис. 1.3.

Архетип *понимается нами как структура частей (морфология) и внешних функциональных связей (экология) объекта*. Эти элементы, из которых складывается архетип, мы будем называть ***мерóнами***. Поэтому можно сказать, что ***мерóн*** *— это обобщенная часть архетипа, и отношение мерóна к архетипу есть не отношение элемент — множество, но отношение типа часть — целое, понимаемое в широком смысле слова.* Это отношение можно дифференцировать, различая отношения часть — целое, цель — средства и т. п. Тем самым структура архетипа характеризуется некоторым списком отношений. В свою очередь, каждому мерону архетипа соответствует свое понятие. Совокупность этих понятий образует ***тему*** *(тематическую область)*, обозначаемую тем же именем, что и исходное понятие. (В тему «лошадь» входят понятия «копыто», «грива», «овес», «седло» и т. п.). ***Классификационная систе****ма* при такой трактовке понятия — *это система понятий, связанных родо-видовыми отношениями, которая определяет соответствующую структуру таксонов.* Собственно *структура таксонов составляет таксономическую компоненту классификации, или* ***таксономию***. Последнюю можно трактовать как *экстенсиональный аспект классификаций*. *Систему архетипов, соответствующих классификационным понятиям, равно как методы обнаружения архетипов в классификационных объектах, мы будем относить к* ***мерономии***.

Итак, ***интенсиональный аспект классификации*** *мы будем теперь связывать с* ***мерономией****, поскольку именно архетип как структура меронов оказывается содержанием понятия (концептом имени).* Слабость чисто таксономического подхода к проблемам классификации состоит в том, что мы рассматриваем *интенсиональные отношения между признаками*, но природа интенсионала нигде явным образом не фигурирует. Так, например, хотя и говорится, что признак должен делить таксон на части по общему основанию, этот принцип никак не удается формально эксплицировать. Дело в том, что интенсионал по Р. Карнапу отождествляется с самим понятием. Иначе говоря, само понятие отождествляется с идеей, которая воплощается в объектах, образующих соответствующий таксон. Однако естественнее считать, *что идеей является не само понятие, но его содержание (концепт имени понятия)* — некоторая ***абстрактная структура***. А ***понятие есть уже синтез своего объема и содержания***. ***Объем понятия*** *— это таксон, обозначаемый именем этого понятия*. Можно говорить о *реальном объеме понятия* — множестве наличных объектов реального мира и о *мыслимом (идеальном) объеме* — множестве мыслимых объектов, обозначаемых именем этого понятия. ***Содержание понятия****—это некоторая структура (архетип), которая может быть сопоставлена определенным образом каждому элементу таксона в классификационном универсуме и только этим элементам*. Ввиду этого мы будем рассматривать классифицируемые объекты в мерономии не просто как целостные образования, но как объекты, которым присуща некоторая структура (архетип). Ниже мы перейдем к точным определениям, а пока примем, что *архетип членится на мерóны*.

Архетип *— это структура частей и внешних связей (те и другие являются меронами), присущая всем объектам данного таксона*. Исследование форм живого путем сведения их к общим архетипам, начиная от Гете, лежало в основе биологической морфологии. ***Поясним, что такое архетип, на простом примере***. Рассмотрим понятие «стол» (в значении «предмет мебели»). В любом столе можно выделить *три мерона*: рабочая поверхность (крышка, доска), основание (ножки, тумбы) и назначение стола. Первые две части (мероны) связаны между собой отношением «на». Первый и третий — отношением «для». В стандартном обеденном столе основание само членится на мероны (отдельные ножки). В некоторых обеденных столах (раздвижных) рабочая поверхность членится на два мерона: основную и дополнительную (скрытую в нераздвинутом состоянии) поверхности. В письменных столах выделяются мероны — тумбы, а в письменных столах типа «бюро» есть дополнительный мерон —

картотека на поверхности стола. В этом примере отчетливо виден важный принцип — ***меньшим таксонам соответствуют более сложные архетипы.***

Итак, ***таксону соответствует некоторый архетип*** — *структура, обнаруживаемая во всех объектах таксона и только в них*. Помимо меронов в архетипе (как некоторых частей абстрактной структуры), нужно рассматривать и мероны в конкретных объектах таксона, то есть *реальные части и связи этих объектов*. Благодаря тому, что во всех объектах таксона обнаруживается присущий им всем архетип, мероны этих объектов можно поставить во взаимооднозначное соответствие — ***биекцию***, сохраняющую как отношение часть — целое, так и другие специфичные для архетипа отношения.

Мероны, находящиеся во взаимнооднозначном соответствии, называются ***гомологами****, а процедура установления соответствия —* ***гомологизацией*****.**

Говоря, что гомологичные мероны двух объектов таксона — это те, которые соответствуют одному и тому же мерону общего архетипа, мы подразумеваем, что ***гомология является следствием существования общего архетипа для данного таксона***. Но существует точка зрения, когда сначала устанавливается гомология между элементами как некоторое отображение их структур друг на друга, а затем архетип таксона вводится как инвариант этих отображений. В свою очередь, только возможность установить гомологию между любыми парами объектов, принадлежащих к определенному таксону, придает смысл самому понятию мерона. Скажем, понятие «копыто» возникает только тогда, когда мы научились сопоставлять между собой роговые образования на ногах у всех обладающих ими животных. Более того, после установления гомологии между конечностями высших позвоночных (тетрапод) мы можем говорить, что у змеи конечности редуцированы. Сам *процесс установления гомологии нетривиален*. Не так уж очевидно, что крыло птицы — это гомолог передней конечности млекопитающих, а крыло летучей мыши — гомолог кисти у человека. Иногда установление конкретных гомологий в данном таксоне позволяет обнаружить присущий ему архетип и тем самым убедиться в законности выделения таксона. Иногда уже выделенный архетип используется при обнаружении гомологии в таксоне и определении естественных границ таксона. ***Чаще всего оба этих подхода образуют компоненты некоторой итеративной процедуры научного исследования.***

Подчеркнем существенность разницы между отсутствием мерона в архетипе (конечности у растений) и мероном в нулевом состоянии

(конечности у змей). Во втором случае есть гомология с остальными тетраподами, а в первом случае гомологии почти нет. Слово «почти» означает, что гомология между, скажем, веткой и конечностью в действительности останется, если мы выведим общий архетип древесного растения и млекопитающего. В таком резко обедненном архетипе останутся лишь такие обобщенные мероны, как «осевая часть» (ствол дерева, позвоночный столб), «аппендикулярные части» (ветки, конечности) и т. д.

Итак, *весь круг вопросов, связанный с описанием структуры архетипа и составляющих его морфологических (экологических) частей — меронов, мы будем называть* ***мерономией*** *и связывать с* ***интенсионалом классификации***. Этот термин следует сопоставить с термином ***мереология***, принадлежащим польскому логику С. Лесневскому, который имел в виду ***построение формальной теории членения объектов на части***. Эта теория, по его мысли, призвана была заменить классическую теорию множеств. Мы считаем, что мерономия есть область, двойственная таксономии, то есть не замена, но дополнительное (в смысле Н. Бора) теоретико-множественному описание реальности, а именно интенсиональный аспект классификации.

Как мы видели выше, в ***мерономии*** возможен *реалистический* подход (через обнаружение общего архетипа, задающего гомологии объектов) и *номиналистический* подход, при котором вначале устанавливаются частные гомологии, а это уже дает возможность путем абстракции перейти к архетипу. При обоих подходах появляется возможность говорить *о структуре меронов в данном архетипе*. Каждый мерон может находиться в разных состояниях (иметь разные модальности). Тогда каждому мерону в архетипе таксона можно сопоставить признак, действующий на этом таксоне, одноименный с данным мероном, а значения этого признака будут соответствовать состояниям (модальностям) мерона.

Состояния некоторого мерона m в архетипе Т можно интерпретировать как корреспонденцию некоторого другого архетипа Т′ на Т, при которой все мероны, кроме мерона m, имеют единственный прообраз (см. рис. 1.4). Каждая из допустимых корреспонденции указанного типа — это состояние мерона m.

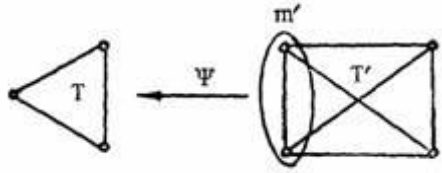


Рис. 1.4.

Например, наличие у травоядных млекопитающих гомологичного мерона «копыто» позволяет выделить таксоны «парнокопытных» и «непарнокопытных», соответствующие возможным состояниям этого мерона.

Итак, каждому архетипу (в мерономии) соответствует свой таксон (в таксономии). Подчеркнем, что *в таксон, соответствующий данному архетипу, входят все мыслимые объекты из классификационного универсума, в которых данный архетип может быть обнаружен регулярным и корректным с определенной точки зрения методом*. Тем самым архетип раскрывает содержание понятия, одноименного с таксоном. Например, «слон» как понятие имеет содержание типа: «живой организм, имеющий определенное строение (в частности, обладающий хоботом)».

Наметим общую картину *соотношения между таксономией и мерономией.* Эта картина схематически изображена на рис. 1.5 и постулирует следующую *связь между таксономическими и мерономическими категориями*.

Рис. 1.5.

Таксон в классификационном универсуме характеризует (идеальный) объем понятия — множество (или, точнее, класс) всех мыслимых объектов, которые можно назвать именем понятия, иными словами, класс объектов, воплощающих данное понятие. Имя этого таксона, вообще говоря, совпадает с именем понятия во множественном числе. В языках с артиклями имя понятия (= имя таксона) употребляется с неопределенным артиклем, а таксон состоит из всех объектов, к которым применимо то же имя с определенным артиклем. ***Содержание понятия*** *— это архетип, присущий каждому из объектов таксона*. ***Архетип проявляется при исследовании понятия как синдром признаков, по которым можно членить понятие.***

Перейдем теперь ко *второй* горизонтали на рис. 1.5. Понятие можно делить по некоторому основанию на *видовые понятия.* Для этого необходимо ввести признак, позволяющий выделить в нем видовые понятия. Заметим, что имя признака может совпадать с именем понятия («цвет» — понятие и признак) и не совпадать («лошадь» — понятие, «масть»—признак; «стол»—понятие, «назначение»—признак). Важно, что «область действия» признака совпадает с таксоном или является более широкой. Вообще говоря, таких признаков может быть много, но мы на рис. 1.5 описываем ситуацию, связанную только с одним из них. Выбранное основание деления понятия определяет членение таксона в таксономии. Если признак *дистинктивный* (то есть принимающий на каждом объекте таксона ровно одно значение), то это расчленение задает разбиение таксона на непересекающиеся подтаксоны, в противном случае — покрытие пересекающимися подтаксонами.

В мерономии естественному признаку отвечает один мерон. Это и означает, что признак дает членение таксона по единому основанию. Наконец в *третьей* горизонтали мы от членения таксона переходим к определенному подтаксону, от основания деления понятия — к видовому понятию, отвечающему конкретному значению признака, а от мерона к конкретному состоянию — корреспондирующему архетипу. На рис. 1.6 изображено содержание этих переходов в таксономии и мерономии.

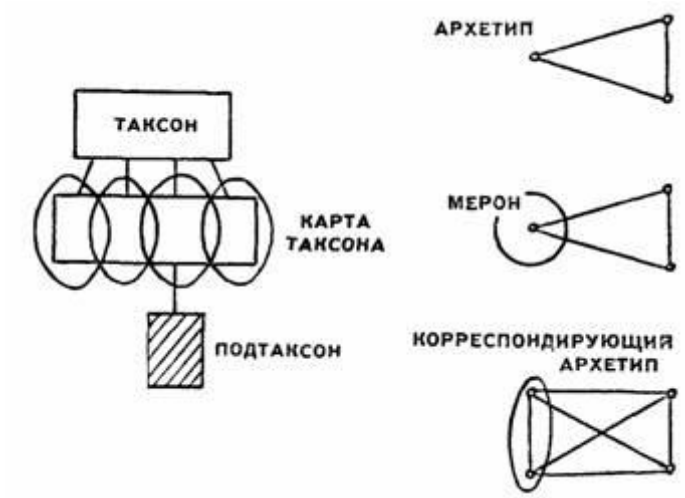


Рис. 1.6.

Смысл рассмотренной картины можно изобразить в виде следующей диаграммы, где φ — соответствие, которое таксону *t* сопоставляет архетип T, а ψ — правило корреспонденции архетипов:

$$\begin{array}{ccc} t_1 & \xrightarrow{\varphi} & T_1 \\ \downarrow & & \uparrow\psi \\ t_2 & \xrightarrow{\varphi} & T_2 \end{array}$$

Эта диаграмма для математика означает, что теория классификации есть *функтор*, отображающий категорию таксонов по вложению в категорию архетипов. В этом, по-видимому, содержится направление дальнейшего развития данной теории. С точки зрения традиционной логики здесь имеется экспликация известной двойственности (закона обратного отношения) между *объемом и содержанием понятия*. Совершенно очевидно, что *таксон есть объем понятия.* Столь же ясно, что *архетип есть экспликация содержания понятия*. Из приведенной диаграммы следует, что *увеличение содержания понятия (переход к более богатому архетипу) соответствует уменьшению объема понятия*. Самый бедный архетип соответствует всему классификационному универсуму. Самый богатый

— минимальному таксону (в пределе — *таксону, состоящему из одного объекта с бесконечным набором признаков*). Эта ситуация в точности соответствует известному закону обратного соотношения между *объемом и содержанием понятия*. ***Рассмотренная схема есть основной блок классификационной системы***. Так, проведя членение по одному признаку, мы можем вернуться к исходному таксону и провести членение по другому признаку, соответственно выбрав другой мерон. Несколько таких повторений дадут комбинативную (фасетную) структуру на первоначальном таксоне. Наоборот, применение этой же процедуры на выделенных при первом ее проведении подтаксонах приводит к появлению иерархии таксонов и признаков. Определение содержания понятия через архетип естественно сопоставить с определением смысла (семантики) слова через некоторую *ассоциированную структуру понятий*. Эти понятия (соответствующие меронам) могут быть не менее сложными, чем определяемое понятие. Скажем, строение живой клетки в известном смысле не проще, чем строение организма. Ведь клетка содержит генотип организма, а элементы клетки способны к очень сложному поведению. Поэтому определение содержания понятия через архетип никак не связано с редукцией понятия к простейшим. Это совсем разные постановки проблемы. ***Идеальная (интенсиональная, сущностная) классификационная система имеет дело со структурой архетипов, раскрывающих сущность соответствующих понятий***. Так, периодическая система элементов (таблица Менделеева) связывает каждый элемент с определенной структурой электронной оболочки, а разные изотопы (не отличимые как элементы) имеют изоморфные электронные оболочки, различаясь между собой составом и строением атомного ядра. Но при практической классифицировании объектов мы обычно используем целый ряд *сопутствующих (диагностических) признаков*, которые не содержатся непосредственно в архетипе, но коррелированы с ним. Так, мы обнаруживаем железо по его способности притягиваться к магниту, а новорожденного слепого котенка относим к кошкам, поскольку он родился от кошки.

1.4.4. От логики к практике классификации

Хотя литература по теории классификации огромна, нельзя сказать, чтобы это обилие революционизировало классификационную практику. Такая сравнительно низкая эффективность теории не связана только с тем, что теория слишком возвышена, а практика слишком

«приземлена». Существует предположение, что в теоретических разработках поставлены граничные условия, препятствующие продуктивному приложению теоретических заготовок к конкретным предметным областям.

В предыдущем разделе была сделана попытка показать, что при традиционном, чисто таксономическом подходе к проблемам классификации остается в стороне природа *интенсионала*. Явно или неявно предполагается, что нам заранее *даны* и ***предметная область*** *и* ***архетип объектов*** (то есть совокупность их меронов с уже установленными соответствиями). Но дело в том, что классификатору-практику все это не дано в окончательном виде. В ходе классифицирования меняется набор используемых признаков, соответственно меняется и гомология меронов. Это влечет изменение структуры архетипа и объема таксона. Иными словами, сама *классификационная работа ведет к изменению как объема, так и содержания исходных понятий предметной области*. *Именно потому классификация* ***— это и цель и инструмент познания***. Как заметил Дж. С. Милль, ***классификация заставляет идеи о предметах сопровождать одна другую, дает власть над уже приобретенным знанием и ведет к приобретению нового знания***.

Ясно, что чисто экстенсиональный таксономический подход не может справиться с этой задачей без поддержки мереномии с ее интенсиональной ориентацией. Соответственно *аппарат* ***таксономии*** *должен быть существенно дополнен аппаратом* ***мереномии****, описывающим процедуры выделения меронов, установления их соответствия, то есть выведения* ***архетипа***. Можно сказать, что такого формального аппарата мереномия пока не имеет, хотя некоторыми разработками можно воспользоваться уже сейчас, например, взяв их из ***теории симметрии***.

Выше говорилось, что *в архетип объекта входят как внутренние* ***(морфологические)****, так и внешние* ***(экологические)*** *связи.* Ясно, что классификационное исследование меняет по крайней мере наше представление о таких внешних идеальных связях, как *сходство или различие*. Уже одно это, не говоря о том, что *в ходе исследования происходит изменение набора признаков (а при взвешивании признаков — и изменение их веса*), приводит к тому, что на выходе классификационного исследования мы получаем *иную систему не только* ***таксонов****, но и* ***архетипов*** *этих таксонов*. Так же обстоит дело и в мереномическом исследовании. Углубляя представление об архетипе, оно неизбежно сказывается на представлениях о таксономических отношениях объектов.

Таким образом, в ***конкретном классификационном исследовании с***

логической неизбежностью взаимопереплетаются таксономические и мерономические процедуры. Это и должно найти отражение в ***алгоритме классификации***, если таковой претендует на продуктивность. Насколько нам известно, алгоритмы, в полной мере отражающие эту связь, пока не найдены. Попытаемся теперь разобраться в том, как практически осуществляется переход от ***конкретной предметной области к классификационному полю и от объекта к архетипу***. Прежде всего заметим, что *ни одному классификатору не доводится столкнуться с совершенно девственной, не затронутой хотя бы какой-то классификацией предметной областью*. Ему не приходится иметь дело и с объектами, о которых он ничего не знает, то есть архетип которых ему неведом. Такая ситуация означала бы абсолютное невежество классификатора, что противоречит условию задачи, ибо исходное множество (класс) объектов обратилось бы в пустое. Поскольку это не так и поскольку практика классификации имеет дело с *наличными* или хотя бы *мыслимыми объектами*, то уже из этого следует, что *выделение этих объектов из универсума происходит с помощью некоторого архетипа, пусть гипотетического*. ***Коль скоро мы ставим классификационную задачу, значит, существующая классификация нас не устраивает.*** В общем случае это означает необходимость пересмотра наличных мерономических представлений. Так как архетип любого таксона неисчерпаем, то учитываемый в таксономическом анализе архетип не может претендовать на окончательность. То же можно сказать об *объеме и структуре таксона*. Таким образом, *связь таксономии и мерономии становится* ***рекурсивной*** *(рис. 1.7), а классификация неизбежно строится* ***методом последовательных приближений***.

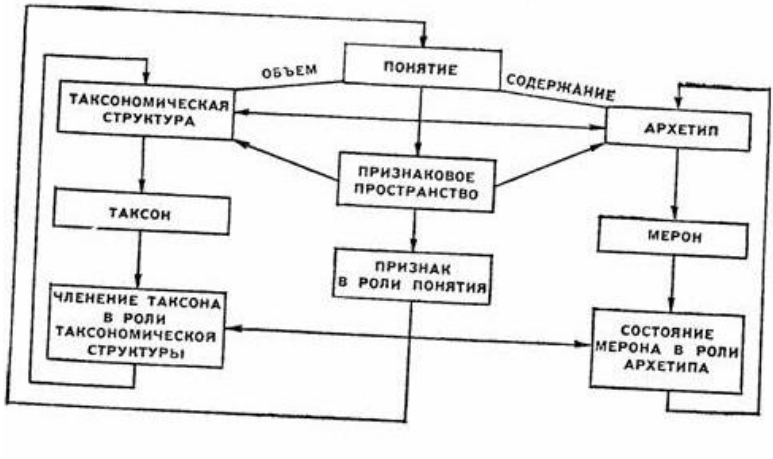


Рис. 1.7.

На каждом этапе последовательных приближений таксон можно рассматривать как ***размытое множество***, в котором мы умеем выделить некоторое «ядро». Попытка установить гомологии между объектами из ядра дает нам некоторый архетип, который затем проверяется на соответствие со всеми объектами таксона. Те из объектов (не входящих в ядро), которые этому архетипу не соответствуют, исключаются из таксона. Наоборот, в таксоны могут добавляться новые объекты, в которых обнаруживается данный архетип. Вместе с тем архетип ядра таксона берется не произвольно, а на основе некоторого исходного архетипа, полученного на предыдущем шаге *метода последовательных приближений*. Такова общая схема, допускающая различные реализации на практике. Здесь, однако, уместен вопрос: о приближении к чему идет речь? Где та идеальная цель, к которой стремится классификатор? Этот вопрос возвращает нас к затронутой в начале проблеме ***«естественной классификации (системы)».***

1.4.5. Место естественного консультационного образования (структуры) среди классификаций

У. Уэвелл сформулировал критерий, отличающий естественные классификации от искусственных: ***чем больше общих утверждений об объектах дает возможность сделать классификация, тем она***

естественнее. Иными словами, классификация тем более естественна, чем более существенные связи она отражает. Этот критерий точнее сформулировал А. А. Любищев: «Наиболее совершенной системой является такая, где все признаки объекта определяются положением его в системе. Чем ближе система стоит к этому идеалу, тем она менее искусственна, и естественной системой следует назвать такую, где количество свойств объекта, поставленных в функциональную связь с его положением в системе, является максимальным». Поскольку при этом *объекты группируются в таксоны не произвольно, а так, что между ними устанавливается наибольшее количество связей,* то естественная система (классификация) приобретает статус системы, отвечающей многим критериям реальности: ***объективности*** *(в том числе воспроизводимости),* ***надежности*** *(стабильности, помехоустойчивости),* ***прогностической силы и др***. Иными словами, есть все основания постулировать (утверждать), что привилегированное положение некоторых классификаций, обычно разрабатываемых в каждой предметной области, не является просто данью прагматизму. Оно подкрепляется выделенностью соответствующей «естественной» таксономической (и мерономической) структуры самой природой. Это положение принято иллюстрировать естественной системой организмов и системой элементов Менделеева.

Существование в каждом конкретном случае естественной системы среди возможных дескриптивных классификаций — очень важный *методологический постулат*. Для его принятия недостаточны никакие эмпирические основания. Из того, что в определенных случаях удается обнаружить естественную систему, никак не следует ее существование в общем случае. Основания в пользу принятия такого постулата имеют двоякий характер. С одной стороны, имеются онтологические доводы, состоящие в том, что ***архетип существует в некотором естественном многообразии***. Это многообразие и порождает естественную систему объектов с фиксированным исходным архетипом. С другой стороны, постулат о существовании естественной системы имеет *эвристическую ценность*, стимулируя процесс последовательного уточнения таксонов и меронов, который без указанного постулата теряет направленность. *Второй*, не менее важный, *постулат* состоит в признании *единственности естественной системы*. Принятие этого постулата является не столь обязательным, как принятие первого. В самом деле, *само наличие привилегированных систем не означает, что в каждой предметной области с необходимостью должна быть лишь одна такая система*. Поскольку каждое явление входит в сферу действия

различных законов и поскольку мы не можем полностью абстрагироваться от субъект-объектных отношений, следует допускать как принципиальную возможность *существования нескольких привилегированных систем в одной предметной области, так и известную субъективность самой этой привилегированности*. Эта субъективность следует, *во-первых, из того, что познающий субъект сталкивается с неисчерпаемыми объектами (**принцип неисчерпаемости архетипа**). Во-вторых, принципиально невозможно на каждом объекте удостовериться в наличии всех известных (даже наиболее весомых) систематических признаков.* Ведь последние часто устанавливаются путем применения сложных методов исследования или их установление дается ценой уничтожения объекта (например, чтобы определить такой важный признак организма, как состав ДНК в ядре клетки, надо применить сложные биохимические и иные методы исследования, разрушив конкретное ядро и закрыв тем самым пути для его дальнейшего исследования). *Многие признаки поэтому изучаются на выборочных объектах, а затем полученные данные просто экстраполируются на другие объекты того же таксона на основе гипотезы о корреляции этих признаков с более легко наблюдаемыми.* Последние обстоятельства привносят в практику классификации естественных объектов *принцип «**негэнтропии информации**»: для получения исчерпывающей информации об объекте (то есть для построения полного архетипа) необходимо затратить неограниченное количество энергии*. Поэтому в общем случае ***абсолютно естественная система недостижима*** и остается высокой целью, к которой нужно стремиться, несмотря на все практические и теоретические трудности.

В заключенние изложения основ теории классификации отметим, что любая научная теория, - это прежде всего научная классификация объектов, которые изучает данная теория. В общей теории консалтинга выделим четыре базовые группы образований, которые будем классифицировать, руководствуясь изложенной выше основой теории классификации. К этим видам образований относятся:

-консультируемая проблема (услуга),
-консультационная организация (служба, учреждение, индивидуальный консультант) ,
-консультационный метод (процесс, алгоритм),
-консультационная система (система автоматизированного консультирования).

Эти виды образований находятся в следующей взаимосвязи: *задачи , возникающие в консультируемой проблеме, решаются консультационной организацией (индивидуальным консультантом) путем реализации консультационного метода (процесса, алгорита) средствами консультационной системы (системы автоматизированного консультирования).*
Результатом такого взаимодействия являются *сформированные рекомендации по решению задач консультируемой проблемы*.
Ниже будут рассмотрены принципы классификации приведенных выше видов образований, которые изучаются в общей теории консалтинга.

1.4.6. Классы консультируемых проблем, понятия большой и сложной консультируемой проблемы, типы сложности консультируемых проблем, примеры способов определения (оценки) сложности.

Цель раздела: введение в способы классификации консультируемых проблем, большие и сложные консультируемые проблемы.

Классификацию консультируемых проблем можно осуществить по разным критериям. Проводить ее жестко невозможно, она зависит от цели и ресурсов. Предложим классификацию консультируемых проблем по ниже приведенным консультационным критериям, руководствуясь изложенными выше основами теории классификации.

1. По отношению консультируемой проблемы к окружающей среде:
    - открытые (есть обмен ресурсами с окружающей средой);
    - закрытые (нет обмена ресурсами с окружающей средой).
2. По происхождению консультируемой проблемы (элементов, связей, подсистем):
    - искусственные (орудия, механизмы, машины, автоматы, роботы и т.д.);
    - естественные (живые, неживые, экологические, социальные и т.д.);

- виртуальные (воображаемые и, хотя реально не существующие, но функционирующие так же, как и в случае, если бы они существовали);
- смешанные (экономические, биотехнические, организационные и т.д.).

3. По описанию переменных консультируемой проблемы:
   - с качественными переменными (имеющие лишь содержательное описание);
   - с количественными переменными (имеющие дискретно или непрерывно описываемые количественным образом переменные);
   - смешанного (количественно-качественное) описания.
4. По типу описания закона (законов) функционирования консультируемой проблемы:
   - типа "Черный ящик" (неизвестен полностью закон функционирования консультируемой проблемы; известны только входные и выходные сообщения);
   - не параметризованные (закон не описан; описываем с помощью хотя бы неизвестных параметров; известны лишь некоторые априорные свойства закона);
   - параметризованные (закон известен с точностью до параметров и его возможно отнести к некоторому классу зависимостей);
   - типа "Белый (прозрачный) ящик" (полностью известен закон).
5. По способу управления консультируемой проблемой (в консультируемой проблеме):
   - управляемые извне консультируемые проблемы (без обратной связи, регулируемые, управляемые структурно, информационно или функционально);
   - управляемые изнутри (самоуправляемые или саморегулируемые - программно управляемые, регулируемые автоматически, адаптируемые - приспосабливаемые с помощью управляемых изменений состояний, и самоорганизующиеся - изменяющие во времени и в пространстве свою структуру наиболее оптимально, упорядочивающие свою структуру под воздействием внутренних и внешних факторов);
   - с комбинированным управлением (автоматические, полуавтоматические, автоматизированные, организационные).

6. По предметному признаку (проблемы жизнеобеспечения человека (человедчества)):

-финансовые;
-социальные;
-промышленные;
-аграрные;
-транспортные;
-экономические;
-здравохранения;
-образования;
-науки;
-культуры;
-правоохранительные;
-оборонные;
- экологические.

Пример. Рассмотрим экологическую консультируемую проблему "Озеро". Это открытая, естественного происхождения консультируемая проблема, переменные которой можно описывать смешанным образом (количественно и качественно, в частности, температура водоема - количественно описываемая характеристика), структуру обитателей озера можно описать и качественно, и количественно, а красоту озера можно описать качественно. По типу описания закона функционирования консультируемой проблемы, эту консультируемую проблему можно отнести к непараметризованным в целом, хотя возможно выделение подпроблем различного типа, в частности, различного описания подпроблемы "Водоросли", "Рыбы", "Впадающий ручей", "Вытекающий ручей", "Дно", "Берег" и др.

Консультируемая проблема "Компьютер" - открытая, искусственного происхождения, смешанного описания, параметризованная, управляемая извне (программно).

Консультируемая проблема "Логический диск" - открытая, виртуальная, количественного описания, типа "Белый ящик" (при этом содержимое диска мы в эту проблему не включаем!), смешанного управления.

Консультируемая проблема "Фирма" - открытая, смешанного происхождения (организационная) и описания, управляемая изнутри (адаптируемая, в частности, проблема).

Консультируемую проблему будем называть большой, если ее исследование или моделирование затруднено из-за большой размерности, т.е. множество состояний консультируемой проблемы *S*

имеет большую размерность. Какую же размерность нужно считать большой? Об этом мы можем судить только для конкретной проблемы, конкретной цели исследуемой проблемы и конкретных средств (ресурсов). Большая консультируемая проблема сводится к проблеме меньшей размерности использованием более мощных консультационных средств (или ресурсов) либо разбиением консультационной задачи на ряд задач меньшей размерности (если это возможно).

Это особенно актуально при консультировании больших консультируемых проблем, например, при формировании рекомендаций по разработке компьютеров с параллельной архитектурой или алгоритмов с параллельной структурой данных и с их параллельной обработкой.

Во многих печатных работах можно встретить словосочетания "сложная задача", "сложная проблема", "сложная система" и т.п. Интуитивно, как правило, под этими понятиями понимается какое-то особое поведение консультируемой проблемы или консультационного процесса, делающее невозможным (непреодолимая сложность) или особо трудным (преодолимая сложность) описание, исследование, предсказание или оценку поведения, развития проблемы.

Существуют различные определения сложности. Консультируемую проблему будем называть сложной, если в ней не хватает ресурсов (главным образом, информационных) для эффективного описания (состояний, законов функционирования) и управления проблемой: определения, описания управляющих параметров или для принятия решений в таких проблемах (в таких проблемах всегда должна быть подпроблема принятия решения). Сложной будем считать и такую консультируемую проблему, для которой по ее трем видам описания нельзя выявить ее траекторию, сущность, и поэтому необходимо еще дополнительное интегральное описание (интегральная модель поведения, или конфигуратор) - морфолого-функционально-инфологическое.

Пример. Сложными консультируемыми проблемами являются, например, химические реакции, если их исследовать на молекулярном уровне; клетка биологического образования, взятая на метаболическом уровне; мозг человека, если его исследовать с точки зрения выполняемых человеком интеллектуальных действий; экономика, рассматриваемая на макроуровне (т.е макроэкономика); человеческое общество - на политико-религиозно-культурном уровне; ЭВМ, как средство получения знаний; язык - во многих аспектах его рассмотрения.

В сложных проблемах результат функционирования не может быть задан заранее, даже с некоторой вероятностной оценкой адекватности. Причины такой неопределенности - как внешние, так и внутренние, как в структуре, так и в описании функционирования, эволюции. Сложность этих проблем обусловлена их сложным поведением. Сложность проблемы зависит от принятого уровня описания или изучения проблемы - макроскопического или микроскопического. Сложность проблемы может определяться не только большим количеством подпроблем и сложной структурой, но и сложностью поведения.

Сложность проблемы может быть *внешней и внутренней*. *Внутренняя* сложность определяется сложностью множества внутренних состояний, потенциально оцениваемых по проявлениям проблемы и сложности управления проблемой. *Внешняя* сложность определяется сложностью взаимоотношений с окружающей средой, сложностью управления проблемой, потенциально оцениваемых по обратным связям проблемы и среды. Предложим классификацию сложных проблем по различным типов сложности:

- структурной или организационной (не хватает ресурсов для построения, описания, управления структурой);
- динамической или временной (не хватает ресурсов для описания динамики поведения проблемы и управления ее траекторией);
- информационной или информационно-логической, инфологической (не хватает ресурсов для информационного, информационно-логического описания проблемы);
- вычислительной или реализации результатов исследования (не хватает ресурсов для эффективного прогноза, расчетов параметров проблемы, или их проведение затруднено из-за нехватки ресурсов);
- алгоритмической или конструктивной (не хватает ресурсов для описания алгоритма функционирования или управления проблемой, для функционального описания проблемы);
- развития или эволюции, самоорганизации (не хватает ресурсов для устойчивого развития, самоорганизации).

Чем сложнее рассматриваемая проблема, тем более разнообразные и более сложные внутренние информационные процессы приходится актуализировать для того, чтобы была достигнута цель

консультирования проблемы, т.е. в результате реализации сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы она (консультируемая проблема) продолжала бы функционировать или развиваться.

Пример. Поведение ряда различных реальных консультируемых проблем (например, соединенных между собой проводников с сопротивлениями x_1, x_2, ... , x_n или химических соединений с концентрациями x_1, x_2, ... , x_n, участвующих в реакции химических реагентов) описывается системой линейных алгебраических уравнений, записываемых в матричном виде:

$$X=AX+B$$

$$X = \begin{Vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ . \\ x_n \end{Vmatrix}$$

$$A = \begin{Vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots a_{2n} \\ . & . & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots a_{nn} \end{Vmatrix}$$

$$B = \begin{Vmatrix} b_1 \\ b_2 \\ . \\ b_n \end{Vmatrix}$$

Заполнение матрицы **A** (ее структура) будет отражать сложность описываемой проблемы. Если, например, матрица **A** - верхнетреугольная матрица (элемент, расположенный на пересечении *i*-ой строки и *j*-го столбца всегда равен 0 при $i>j$), то независимо от *n* (размерности проблемы) она легко исследуется на разрешимость. Для этого достаточно выполнить обратный ход метода Гаусса. Если же матрица **A** - общего вида (не является ни симметричной, ни ленточной, ни разреженной и т.д.), то проблему сложнее исследовать (так как при этом необходимо выполнить более сложную вычислительно и динамически процедуру прямого хода метода Гаусса). Следовательно, проблема будет обладать структурной сложностью (которая уже может повлечь за собой и вычислительную сложность, например, при нахождении решения). Если число *n* достаточно велико, то неразрешимость задачи хранения матрицы **A** верхнетреугольного вида в оперативной памяти компьютера может стать причиной вычислительной и динамической сложности исходной задачи. Попытка использовать эти данные путем считывания с диска приведет к многократному увеличению времени счета (увеличит динамическую сложность - добавятся факторы работы с диском).

Пример. Пусть имеется динамическая проблема, поведение которой описывается задачей Коши вида

$$y'(t)=ky(t),\ y(0)=a$$

Эта задача имеет решение:

$$y(t)=ae^{-kt}$$

Отсюда видно, что $y(t)$ при k=10 изменяется на порядок быстрее, чем $y(t)$ при k=1, и динамику проблемы сложнее будет отслеживать: более точное предсказание для $t \to 0$ и малых k связано с дополнительными

затратами на вычисления. Следовательно, алгоритмически, информационно, динамически и структурно "не очень сложная проблема" (при a, $k \neq 0$) может стать вычислительно и, возможно, эволюционно сложной (при $t \to 0$), а при больших t ($t \to \infty$) - и непредсказуемой. Например, для больших t значения накапливаемых погрешностей вычислений решения могут перекрыть значения самого решения. Если при этом задавать нулевые начальные данные $a \neq 0$, то проблема может перестать быть, например, информационно несложной, особенно, если a трудно априорно определить.

Пример. Упрощение технических средств работы в сетях, например, научные достижения, позволяющие подключать компьютер непосредственно к сети, "к розетке электрической сети", наблюдается наряду с усложнением самих сетей, например, с увеличением количества абонентов и информационных потоков в интернет. Наряду с усложнением самой сети интернет, упрощаются (для пользователя!) средства доступа к ней, увеличиваются ее вычислительные возможности.

Структурная сложность проблемы оказывает влияние на динамическую, вычислительную сложность. Изменение динамической сложности может привести к изменениям структурной сложности, хотя это не является обязательным условием. Сложной проблемой может быть и проблема, не являющаяся большой проблемой; существенным при этом может стать связность (сила связности) элементов и подпроблем проблемы (см. вышеприведенный пример с матрицей системы линейных алгебраических уравнений). Сложность консультируемой проблемы определяется целями и ресурсами (набором задач, которые она призвана решать).

Пример. Сложность телекоммуникационной сети определяется:

1. необходимой скоростью передачи данных;
2. протоколами, связями и типами связей (например, для селекторного совещания необходима голосовая телеконференция);
3. необходимостью видеосопровождения.

Само понятие сложности консультируемой проблемы не является чем-то универсальным, неизменным и может меняться динамически, от состояния к состоянию. При этом и слабые связи, взаимоотношения подпроблем могут повышать сложность консультируемой проблемы.

Пример. Рассмотрим процедуру деления единичного отрезка [0; 1] с последующим выкидыванием среднего из трех отрезков и достраиванием на выкинутом отрезке равностороннего треугольника (рис. 1.8); эту процедуру будем повторять каждый раз вновь к каждому из остающихся после выкидывания отрезков. Этот процесс является структурно простым, но динамически сложным, более того, образуется динамически интересная и трудно прослеживаемая картина консультируемой проблемы, становящейся "все больше и больше, все сложнее и сложнее". Такого рода структуры называют *фракталами*, или *фрактальными структурами* (фрактал - от fraction - "дробь" и fracture - "излом", т.е. изломанный объект с дробной размерностью). Его отличительная черта - *самоподобие*, т.е. сколь угодно малая часть фрактала по своей структуре подобна целому, как ветка - дереву.

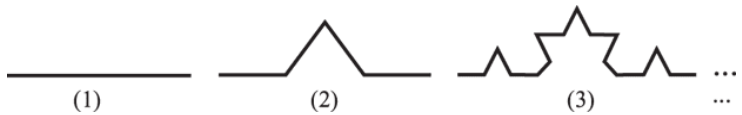


Рис. 1.8. Фрактальный объект (кривая Коха)

Уменьшив сложность консультируемой проблемы, часто можно увеличить ее информативность, исследуемость.

Пример. Выбор рациональной проекции пространственного объекта (т.е. более оптимальная визуализация связей и отношений его частей) делает чертеж более информативным. Используя в качестве устройства эксперимента микроскоп, можно рассмотреть некоторые невидимые невооруженным глазом свойства объекта.

Консультируемая проблема называется *связной*, если любые две подпроблемы обмениваются ресурсом, т.е. между ними есть некоторые ресурсоориентированные отношения, связи. При определении меры сложности консультируемой проблемы важно выделить инвариантные свойства консультируемых проблем или информационные инварианты и вводить меру сложности консультируемых проблем на основе их описаний.

Приводем математический аппарат, позволяющий формализовать понятие сложности, хотя отметим, что понятие сложности - "сложное".

Мерой консультируемой проблемы *будем называть некоторую непрерывную действительную неотрицательную функцию, определенную на множестве проблем (событий, систем, множеств) и являющуюся аддитивной, т.е. мера конечного объединения проблем (событий, систем, множеств) равна сумме мер каждой проблемы (события).*

Как же определять меру сложности для консультируемой проблемы различной структуры? Ответ на этот не менее сложный вопрос не может быть однозначным и даже вполне определённым.

Сложность консультируемой проблемы связывается с мерой μ*(S) - мерой сложности или числовой неотрицательной функцией (критерием, шкалой) заданной (заданным) на некотором множестве элементов и подпроблем консультируемой проблемы S.* Возможны различные способы определения меры сложности консультируемой проблемы. *Сложность структуры консультируемой проблемы можно определять топологической энтропией* - сложностью конфигурации структуры (проблемы):

$$S = k \ln W,$$

где k=1,38×10^{-16} (эрг / град) - постоянная Больцмана, W - вероятность состояния консультируемой проблемы. В случае разной вероятности состояний эта формула будет иметь вид (мы ниже вернемся к детальному обсуждению этой формулы и ее различных модификаций):

$$S = -k\sum_{i=1}^{n} p_i \ln p_i$$

Пример. Определим сложность *иерархической* консультируемой проблемы как число уровней иерархии. Увеличение сложности консультируемой проблемы при этом требует больших ресурсов для достижения цели. Определим сложность линейной структуры как количество подпроблем консультируемой проблемы. Определим сложность *сетевой* структуры как максимальную из сложностей всех линейных структур, соответствующих различным стратегиям достижения цели (путей, ведущих от начальной подпроблемы к конечной). Сложность консультируемой проблемы с *матричной* структурой можно определить количеством подпроблем консультируемой проблемы. Усложнение некоторой подпроблемы консультируемой проблемы приведет к усложнению всей консультируемой проблемы в случае линейной структуры, и, возможно, в случае иерархической, сетевой и матричной структур.

Пример. Для многоатомных молекул число межъядерных расстояний (оно определяет конфигурацию молекулы) можно считать оценкой сложности топологии (геометрической сложности) молекулы.

Из химии и математики известна эта оценка: 3N-6, где N - число атомов в молекуле. Для твердых растворов можно считать W равной числу перестановок атомов разных сортов в заданных позициях структуры; для чистого кристалла W=1, для смешанного - W>1. Для чистого кристалла сложность структуры S=0, а для смешанного - S>0, что и следовало ожидать.

Пример. В эколого-экономических консультируемых проблемах сложность консультируемой проблемы может часто пониматься как эволюционируемость, сложность эволюции консультируемой проблемы, в частности, мера сложности - как функция изменений, происходящих в консультируемой проблеме в результате контакта с окружающей средой, и эта мера может определяться сложностью взаимодействия между консультируемой проблемой (организмом, организацией) и средой, ее управляемости. Эволюционную сложность эволюционирующей консультируемой проблемы можно определить как разность между внутренней сложностью и внешней сложностью (сложностью полного управления консультируемой проблемой). Решения в данных консультируемых проблемах должны приниматься (для устойчивости консультируемой проблемы) таким образом, чтобы *эволюционная сложность равнялась нулю, т.е. чтобы совпадали внутренняя и внешняя сложности. Чем меньше эта разность, тем устойчивее консультируемая проблема*, например, чем более сбалансированы внутрирыночные отношения и регулирующие их управляющие государственные воздействия - тем устойчивее рынок и рыночные отношения.

Пример. В математических, формальных консультируемых проблемах, сложность консультируемой проблемы может пониматься как алгоритмизируемость, вычислимость оператора системы S, в частности, как число операции и операндов, необходимых для получения корректного результата при любом допустимом входном наборе. Сложность алгоритма может быть определена количеством операций, осуществляемых командами алгоритма для самого "худшего" (самого длительного по пути достижения цели) тестового набора данных.

Пример. Сложность программного комплекса L может быть определена как логическая сложность и измерена в виде $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$, где L_1 - общее число всех логических операторов, L_2 - общее число всех исполняемых операторов, L_3 -

показатель сложности всех циклов (определяется с помощью числа циклов и их вложенности), L_4 - показатель сложности циклов (определяется числом условных операторов на каждом уровне вложенности), L_5 - определяется числом ветвлений во всех условных операторах.

Пример. Аналогично примеру, приведенному в книге Дж. Касти, рассмотрим трагедию В. Шекспира "Ромео и Джульетта". Выделим и опишем 3 совокупности: *A* - пьеса, акты, сцены, мизансцены; *B* - действующие лица; *C* - комментарии, пьеса, сюжет, явление, реплики. Определим иерархические уровни и элементы этих совокупностей.

A:

уровень *N*+2 - Пьеса;

уровень *N*+1 - Акты$\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$;

уровень *N* - Сцены$\{s_1, s_2,..., s_q\}$;

уровень *N*-1 - Мизансцены$\{m_1, m_2, ..., m_{26}\}$.

B:

уровень *N* - Действующие лица$\{c_1,c_2,...,c_{25}\}$={Ромео, Джульетта,...}.

C:

уровень *N*+3 - Пролог (адресован непосредственно зрителю и лежит вне действий, разворачивающихся в пьесе);

уровень *N*+2 - Пьеса;

уровень *N*+1 - Сюжетные линии $\{p_1, p_2, p_3, p_4\}$={Вражда семейств Капулетти и Монтекки в Вероне, Любовь Джульетты и Ромео и их венчание, Убийство Тибальда и вражда семейств требует отмщения, Ромео вынужден скрываться, Сватовство Париса к Джульетте, Трагический исход};

уровень N - Явления $\{u_1, u_2, ..., u_8\}$={Любовь Ромео и Джульетты, Взаимоотношения между семейством Капулетти и Монтекки, Венчание Ромео и Джульетты, Схватка Ромео и Тибальда, Ромео вынужден скрываться, Сватовство Париса, Решение Джульетты, Гибель влюблённых};

уровень N-1 - Реплики $\{r_1, r_2, ..., r_{104}\}$={104 реплики в пьесе, которые определяются как слова, обращённые к зрителю, действующему лицу и развивающие неизвестный пока зрителю сюжет}.

Отношения между этими совокупностями на различных уровнях иерархии определяемы из этих совокупностей. Например, если Y - сюжеты, X - действующие лица, то естественно определить связь l между X, Y так: действующее лицо из совокупности X уровня N+1 участвует в сюжете Y уровня N+1. Тогда связность структуры трагедии можно изобразить следующей схемой (рис. 1.9):

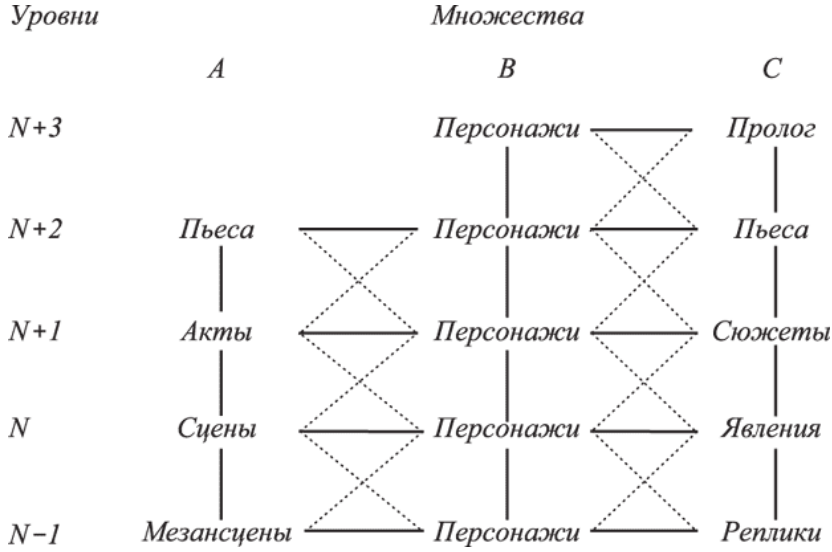


Рис. 1.9. Схема структурных связей пьесы

В этом комплексе $K(Y, X)$ все три сюжета становятся отдельными компонентами только на уровне связности q=8. Это означает, что сюжетные линии могут быть различны только для зрителей, следящих за 9 действующими лицами. Аналогично, при q=6 имеются всего 2

компоненты $\{p_1,p_2\}$, $\{p_3\}$. Следовательно, если зрители могут отслеживать только 7 персонажей, то они видят пьесу, как бы состоящую из двух сюжетов, где p_1, p_2 (мир влюбленных и вражда семейств) объединены. В комплексе $K(Y, X)$ при q=5 имеются 3 компоненты. Следовательно, зрители, видевшие только 6 сцен, воспринимают 3 сюжета, не связанные друг с другом. Сюжеты p_1 и p_2 объединяются при q=4, и поэтому зрители могут видеть эти два сюжета как один, если следят только за 5 сценами. Все 3 сюжета сливаются, когда зрители следят лишь за 3 сценами. В комплексе $K(Y, X)$ явление u_8 доминирует в структуре при q=35, u_3 - при q=26, u_6 - при q=10. Следовательно, u_8 вероятнее всего поймут те зрители, которые прослушали 36 реплик, хотя для понимания u_3 необходимо 27 реплик, а для понимания u_6 - только 11 реплик.

Таким образом, проведенный анализ дает понимание сложности консультируемой проблемы.

Будем различать так называемые "жесткие" и "мягкие" консультируемые проблемы, в основном, по используемым критериям рассмотрения. Исследование "жестких" консультируемых проблем обычно опирается на категории: "консультирование", "формирование рекомендаций" "оптимизация", "реализация сформированных рекомендаций", "функция цели консультирования" и другие. Для "мягких" систем используются чаще категории: "возможность", "желательность", "адаптируемость", "здравый смысл", "рациональность" и другие. Методы также различны: для "жестких" консультируемых проблем - методы оптимизации, теория вероятностей и математическая статистика, теория игр и другие; для "мягких" консультируемых проблем - многокритериальная оптимизация и принятие решений (часто в условиях неопределенности), метод Дельфи, теория катастроф, нечеткие множества и нечеткая логика, эвристическое программирование и др.

1.4.7. Классификация консалтинговых услуг

Рассмотрим классификацию консалтинговых услуг, предложенную Трофимовой О.К.
Рынок консалтинговых услуг предлагает клиентам практически весь спектр услуг, учтенных международными классификаторами. Рынок консалтинговых услуг хаотичен. Зачастую фирмы, занимающиеся консалтингом в широком смысле этого слова, даже не предполагают об этом, а фирмы, называющиеся консалтинговыми, не имеют

представления о консалтинге как таковом. В довольно нестабильной экономике наблюдается определенное переплетение консалтинговых услуг и других видов профессиональных услуг, которые не всегда сразу можно отнести к консалтинговым. Автор данной классификации представляет это переплетение в виде схемы (рис.1.10), в которой менеджмент-консалтинг выступает в качестве ядра этой схемы.

Рис. 1.10. Связь менеджмент-консалтинга и других видов консалтинговых услуг

Автор данной классификации, проанализировав предложение консалтинговых услуг, приводит наиболее распространенные виды оказываемых консалтинговых услуг, разбивая их на 13 разделов.

1. Управленческий консалтинг.
    1. Оргдиагностика, экспресс-диагностика.
    2. Организационное развитие.

3. Антикризисное управление.
4. Стратегическое планирование и управление.
5. Инновационный консалтинг.
6. Разработка организационных структур и систем управления.
7. Управление организационными изменениями.
8. Реструктуризация.
9. Управление корпоративными финансами.
10. Управленческий учет.
11. Аутсорсинг.
12. “Прокат директоров”.
13. Делопроизводство (разработка должностных инструкций).

2. Инвестиционный консалтинг.
    1. Управление проектами.
    2. Подготовка инвестиционных меморандумов.
    3. Разработка и комплексная экспертиза инвестиционных проектов.
    4. Разработка бизнес-планов, ТЭО.
    5. Управление финансовыми рисками.
    6. Лизинг.
    7. Анализ и мониторинг инвестиционных проектов.
    8. Сопровождение инвестиционных проектов.
    9. Фандрайзинг.
3. Аудитинг.
    1. Общехозяйственный аудит.
    2. Аудит финансовых институтов.
    3. Внутренний аудит.
    4. Системный и финансовый анализ хозяйственной деятельности.
    5. Постановка и ведение бухгалтерского учета.
    6. Налоговое планирование и оптимизация налогообложения.
    7. Взаиморасчеты.
    8. Бюджетирование.
4. Фондовый консалтинг.
    1. Управление финансовыми ресурсами.
    2. Оценка имущественных комплексов.
    3. Оценка и котировка ценных бумаг.
    4. Размещение и покупка ценных бумаг.
    5. Эмиссия ценных бумаг.
    6. Брокерское обслуживание.

7. Оценка неимущественных прав и интересов.

5. Управление качеством.
    1. Создание системы качества.
    2. Сертификация системы качества.
    3. Проведение аудита системы качества.
    4. Проведение внутренних проверок системы качества.
    5. Анализ документации системы качества.
    6. Написание Руководства по качеству.
    7. Разработка и внедрение элементов TQM.
6. Инжиниринг.
    1. Оценка технологических возможностей предприятия.
    2. Подготовка производственного процесса.
    3. Обеспечение процесса производства.
    4. Внедрение новых технологий, новой техники.
    5. Производственный дизайн.
7. Информационно-технологический консалтинг.
    1. Автоматизация офисов и документооборота.
    2. Автоматизация бизнес-процессов (BPA).
    3. Реинжиниринг бизнес-процессов (BRP).
    4. Планирование ресурсов предприятия (ERP).
    5. Разработка и сопровождение специализированного программного обеспечения (СПО).
    6. Создание и сопровождение специализированных баз данных (СБД).
    7. Системное интегрирование.
    8. Создание и сопровождение компьютерных систем.
    9. Проектирование и установки компьютерных сетей.
    10. Предоставление Интернет-ресурсов.
    11. Установка Web-серверов и разработка Web-сайтов в Интернете.
8. Маркетинговый консалтинг.
    1. Маркетинг-планирование.
    2. Комплексный анализ рынка.
    3. Разработка систем стимулирования рынка.
    4. Анализ тенденций сбыта.
    5. Ценообразование и ценовая политика.
    6. Поиск деловых партнеров.
    7. Оптимизация логистики.
9. Реклама и отношения с общественностью (public relations).
    1. Формирование имиджа организации.
    2. Комплексные рекламные компании.
    3. Медиа-планирование.

4. Подготовка и проведение компаний public relations.
5. Информационная поддержка.
6. Предвыборные технологии.

10. Кадровый консалтинг.
    1. Оптимизация организационной структуры.
    2. Оптимизация взаимодействия подразделений (формирование команды).
    3. Разработка стратегии мотивации персонала.
    4. Разрешение внутренних конфликтов.
    5. Медиаторство.
    6. Психологическое консультирование.
11. Обучение.
    1. Конференции.
    2. Курсы.
    3. Семинары.
    4. Круглые столы.
    5. Тренинги.
    6. Деловые игры.
    7. Организационно-деловые игры.
    8. Ролевые игры.
    9. Метод мастер-класса.
    10. Кейс-технологии.
    11. Системно-мыследеятельностная (СМД) методология.
    12. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).
12. Безопасность организации.
    1. Технические системы безопасности.
    2. Охранные услуги.
    3. Проверка благонадежности потенциальных партнеров.
    4. Проведение экспертизы объектов и информации.
    5. Патентная деятельность.
    6. Защита информации.
13. Юридический консалтинг.
    1. Создание, регистрация, аккредитация, инкорпорация предприятий.
    2. Акционирование предприятий.
    3. Экспортно-импортные операции (ВЭД).
    4. Offshore.
    5. Патентоведение и лицензирование.
    6. Возврат долгов, банкротство, ликвидация.
    7. Реструктуризация задолженности.
    8. Ведение дел в арбитражных и третейских судах.
    9. Юридическая экспертиза документов.

10. Лоббирование интересов клиента.
11. Участие в переговорах (медиаторство).

Рассмотрим основные тенденции развития консалтинговых услуг, приведенных в данной классификации.

1. **Управленческий консалтинг**, главная цель которого заключается в разработке комплекса мероприятий, направленных на улучшение качества руководства и повышение эффективности работы как предприятия в целом, так и каждого из сотрудников. Диагностика состояния предприятия является исходной точкой в процессе управленческого консультирования как при разработке любого инвестиционного проекта, так и любых других изменений, планируемых на предприятии. Данный вид услуг наряду с такими услугами как: стратегическое планирование, реструктуризация, разработка управленческих решений, управление организационными изменениями и инновационный консалтинг имеют относительно постоянный спрос у клиентов.
Наиболее перспективными видами консалтинга являются аутсорсинг и "прокат директоров". Аутосорсинг (outsourcing) основан на полной или частичной передаче рутинных функций предприятия (например, таких, как бухгалтерские расчеты, расчет налогов, управление персоналом и т.п.) консалтинговой фирме с целью сосредоточения собственных усилий на решении ключевых стратегических задач. "Прокат директоров" используется при временном отсутствии руководства или недавнем увольнении.
Организационное развитие и делопроизводство или администрирование, хотя и являются отдельными видами консалтинга, мы отнесли к управленческому консультированию в силу неразвитости спроса на них в отдельных клиентов.
Такие услуги, как управление корпоративными финансами и управленческий учет при переходе на международные стандарты управления финансовыми ресурсами весьма актуальны. Основной целью создания системы управленческой отчетности является обеспечение менеджеров предприятия своевременной и необходимой информацией для принятия эффективных управленческих решений. В основе реализации практически всех услуг лежит анализ существующих и ожидаемых финансовых потоков предприятия. Наиболее эффективной и рекомендуемой методикой является эффективный инструментарий "Business Toolkits", подготовленный группой компаний, среди которых можно отметить Arthur Andersen, Carana Corporation, Deloitte Touche Tohmatsu International, а также

специалистами Международного Корпуса Экспертов (International Executive Service Corps).

2. **Инвестиционный консалтинг**. Сохранение и наращивание производственного, технологического, финансового и экономического потенциала предприятий является наиболее важной задачей современного бизнеса. Деятельность в данном направлении носит название инвестиционной, и служит условием развития предприятия. Пока существуют инвестиционные фонды, банки, программы развития, частные вкладчики и т.п., данный вид консалтинга будет иметь наибольший спрос, особенно в развивающихся странах. Фандрайзинг (поиск инвестирования) является одним из базовых видов инвестиционного консалтинга. Одним из первых шагов при получении инвестирования является получение и изучение информации о наиболее вероятных источниках финансирования, поскольку условия получения тех или иных видов финансовых ресурсов напрямую определяют конкретные финансовые показатели продвигаемого инвестиционного проекта и саму возможность его реализации. Многие консалтинговые фирмы имеют свои базы данных потенциальных инвесторов или же являются официальными посредниками при получении финансирования.
Лизинг является видом инвестиционной деятельности по приобретению имущества и передаче его на основании договора лизинга физическим или юридическим лицам за определенную плату, на определенный срок и на определенных условиях, обусловленных договором, с правом выкупа имущества лизингополучателем. Лизинговая схема, за счет отнесения лизинговых платежей в себестоимость у лизингополучателя, может иметь существенные преимущества перед обычными схемами финансирования инвестиционных проектов.
Управление проектами мы считаем наиболее перспективной на рынке консалтинговых услуг. Данный вид услуг включает в себя все вышеперечисленные виды инвестиционного консалтинга.

3. **Аудитинг**. Согласно определению комитета Американской бухгалтерской ассоциации, "***аудит*** *- это системный процесс получения и оценки объективных данных об экономических действиях и событиях, устанавливающий уровень их соответствия определенному критерию и предоставляющий результаты заинтересованному пользователю".*
Основной ***целью*** *аудиторской деятельности является установление достоверной бухгалтерской (финансовой) отчетности экономических*

субъектов и соответствия совершенных ими финансовых и хозяйственных операций нормативным актам. Первоочередная цель аудита, таким образом, заключается в защите интересов пользователей экономической информацией, в предоставлении им объективных данных о финансовом состоянии того или иного предприятия. Задача аудитора состоит в оценке достоверности финансовых отчетов и снижении риска появления в них искаженных данных.
Наряду с уже давно распространенными аудиторскими услугами является весьма перспективный вид услуг – *бюджетирование*. Внедрение системы бюджетирования позволяет руководству предприятия получить значительный положительный эффект за счет возможности согласования деятельности подразделений внутри компании и подчинения ее общей стратегической цели. Беспристрастные бюджеты позволяют менеджерам вначале конкретизировать поставленные задачи, а потом проанализировать состояние дел в компании: как прошел текущий период - принес ли прибыли или убытки, есть ли деньги на счету, что можно ожидать в ближайшем будущем.

4. **Фондовый консалтинг** является одним из стабильных консалтинговых рынков. Постоянно наблюдается рост спроса на оценочные услуги. Одним из принципиально новых видов фондового консалтинга являются ***нематериальные активы***. К *нематериальным активам относят объекты, не имеющие физических свойств, но включаемые в активы предприятия и обычно требующие постепенной амортизации в течение срока их использования. Таковыми являются: патенты, авторские права и др. интеллектуальная собственность, права на собственность и пользование землей и полезными ископаемыми, торговые марки, программное обеспечение ЭВМ и т.п.*

5. **Управление качеством**. В последнее десятилетие отмечен повышенный интерес к качеству поставляемой потребителю продукции. Наличие у поставщика системы качества становится важным фактором повышения конкурентоспособности его продукции и необходимым условием для выхода на мировой рынок. Разработка систем качества ведется в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 9000. Стандарты ИСО серии 9000 имеют главные цели: удовлетворение потребителей, вовлечение персонала фирмы в борьбу за качество и предпочтение внимания процессам. Принципиальным отличием создаваемых у поставщика систем качества, основанных на стандартах ИСО серии 9000, является их четкая направленность на

удовлетворение конкретных запросов потребителя. Самым новым и, к сожалению, недостаточно востребованным является услуга по разработке и внедрению элементов всеобщего качества (Total Quality Management – TQM). Автор считает данный вид услуг базовым и ставит вопрос об управлении качеством консалтинговых услуг и внедрения системы качества в консалтинговых фирмах.

6. **Инжиниринг** является одним из родоначальников консалтинга и *представляет собой услуги по инженерной подготовке и обеспечению процесса производства, строительства и эксплуатации различных объектов.*

7. **Информационно-технологический консалтинг**. Все услуги на данный вид консалтинга являются новыми и очень перспективными вследствие роста спроса на информационную технику и ***информационные технологии***. *Под информационными технологиями понимаются способы автоматизированной переработки информации*. Новыми и весьма перспективными являются услуги по моделированию бизнес-процессов и по их реинженирингу. Впервые термин "***реинжиниринг бизнес-процессов***" (от англ. business process reengineering, BPR) был введен М.Хаммером и Д.Чампи, которые определяют этот вид деятельности как "*фундаментальное перепроектирование бизнес-процессов компаний для достижения коренных улучшений в основных показателях их деятельности: стоимость, качество, услуги и темпы*". BPR является направлением, возникшим на стыке двух различных сфер деятельности - управления (менеджмента) и информатизации. Именно поэтому реинжиниринг требует новых специфических средств представления и обработки проблемной информации, понятных как менеджерам, так и разработчикам информационных систем. Подобные средства требуют интеграции ключевых достижений информационных технологий и создания соответствующих инструментальных средств поддержки реинжиниринга. Таким образом, *реинжиниринг бизнес-процессов ориентирован на коренную перестройку всей деятельности предприятия, а не на частичные изменения в той или иной сфере управления.*

8. **Маркетинговый консалтинг**. Самое распространенное заболевание в бизнесе - "рыночная слепота", которое порождает множество осложнений. По статистике свыше 75 процентов всех

банкротств в мире объясняются плохим знанием своего собственного продукта, потребителя, каналов распространения (сбыта) и конкурентов. *Самым новым видом услуг является оптимизация логистики предприятия*.

9.**Реклама и отношения с общественностью**. Целью этого вида услуг является создание в глазах общественности положительного и вместе с тем особенного, отличающегося от конкурентов, образа (имиджа) товара или фирмы.
Одним из новых и непривычных для нашего общества, но наиболее эффективных видов услуг являются предвыборные технологии. Большинство новоиспеченных, а также и старых политиков часто используют такие услуги.

10. **Кадровый консалтинг (рекрутмент)** – это услуги по подбору и оценке кадров. Данная область услуг развилась как отдельный вид в связи с постоянно растущей потребностью в руководящих кадрах и высококвалифицированных специалистах. Кадровый консалтинг является одним из наиболее распространенных видов услуг. Консалтинг в области конфликтологии является новым видом услуг в области кадрового консалтинга и требует своего значительного развития.

11. **Обучение**. Обучающее консультирование является одним из самых старым видом консалтинга. *Отличие различных видов обучения от управленческого консультирования состоит в том, что тренер не рекомендует менеджерам управленческие решения по различным проблемам, а лишь передает им свои знания о том, как их надо принимать, и предоставляет информацию по соответствующей проблематике.*
Автор считает, что обучение в действии, а именно активно-игровые методы - деловые игры, организационно-деятельностные игры, ролевые игры и метод мастер-класса являются наиболее эффективными и перспективными, так как предоставляют не только информацию по интересующей проблеме, но и заставляют менеджера самому принимать решения в экстремальных ситуациях, проигрывая различные варианты исхода проблемы.

12. **Безопасность организации** – одно из новых направлений консалтинга. ***Экономическая безопасность предприятия*** *– это обеспечение защищенности хозяйственных отношений, развитие*

экономического потенциала компании, повышение уровня благосостояния всех ее сотрудников и формирующих основы защищенности фирмы от различных опасностей и угроз, источником зарождения и развития которых выступают внутренние и внешние противоречия.

Защита информации является наиболее актуальной на сегодняшний день и наиболее распространенным видом услуг по безопасности. Британский Институт Стандартов (BSI) при поддержке группы коммерческих организаций, среди которых были Shell, National Westminster Bank, Midland Bank, Unilever, British Telecommunications, Marks & Spencer, Logica и другие, осуществил разработку стандарта информационной безопасности, получившего обозначение BS 7799. Стандарт BS 7799 определяет общую организацию, классификацию данных, системы доступа, направления планирования, ответственность сотрудников, использование оценки риска и т.д. в контексте информационной безопасности.

13. **Юридический консалтинг** является одним из основных родоначальников консалтинга и вообще профессиональных услуг. *Юристы оказывают услуги как в форме советов, так и путем непосредственного ведения дел своих клиентов. Они также могут давать экспертные заключения о соответствии действия или документа юридическим нормам.*

Приведенный автором классификатор является предметным, т.е. по видам предоставляемых услуг. Автор также разделяет консалтинговую деятельность и по другим критериям и признакам, представленными в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Признаки	Типы
• По предмету работы:	• Проектное консультирование • Процессное консультирование
• По типам консультирования	• Экспертное • Процессное • Обучающее
• По целям	• Целевое • Многоцелевое

• По результату на выходе	• Нормативное • Ценностное • Проблемное
• По задачам	• Оперативное • Стратегическое • Организационное • Развивающее
• По специализации консультантов	• Специалисты • Дженералисты
• По месту расположения консультантов	• Внешние • Внутренние
• По длительности проведения работ	• Краткосрочное • Среднесрочное • Долгосрочное • Разовое • Периодическое • Абонементное
• По клиенту	• Индивидуальное • Организационное
• По масштабу клиента	• Государственные предприятия •Крупные приватизированные предприятия • Средние предприятия • Малые предприятия • Частные предприниматели • Некоммерческие предприятия
• По отрасли клиента	• Банковское дело • Энергетика • Транспорт • Здравоохранение и т.д.
• По месторасположению консалтинговой фирмы	• Локальные • Региональные • Государственные • Межгосударственные

• По методу работы	• Диагностика • Расчеты • Разработки • Документирование • Информирование • Обучение • Переговоры
• По функциям консультанта (ролям)	• Диагностик • Эксперт • Аудитор • Разработчик • Идеолог • Преподаватель • Тренер • Медиатор
• По типу консультант-клиентских отношений	•Рекомендации по конкретным изменениям • Новые ценностные ориентации • Решение проблем • Новые методы совместного решения проблем

1.4.8. Международная классификация консалтинговых услуг

Как и любой другой продукт консалтинговые услуги имеют свой жизненный цикл: *стадии проектирования и разработок, апробирования, выпуска на рынок, роста, зрелости, насыщения и упадка*. Этот процесс имеет также и временное измерение, так как некоторые услуги устаревают, и их следует заменять, а некоторые услуги появляются, и их следует внедрять. Поэтому классификация консалтинговых услуг необходима, особенно при идентификации каждого нового вида консалтинга. Системность характеристик, даваемых каждому новому виду консалтинга, позволяет сравнить его возможности и оценить его эффективность по отношению к другим. Оценивая соотношение видов консалтинга в хозяйственной практике, можно наблюдать тенденции этих наблюдений в динамике, что позволяет вносить соответствующие коррективы в развитие консалтинговой деятельности.

Существует множество классификаторов консалтинговой деятельности. Одну классификацию мы рассмотрели, ниже приведены некоторые другие.
Современный набор консалтинговых услуг в мире сложился в 1950-60-е годы, которые называют “золотым веком консалтинга”. В Европейском справочнике-указателе консультантов по менеджменту в настоящее время выделено 84 вида консалтинговых услуг, объединяемых в 8 групп. Классификация видов консалтинговых услуг приведена ниже.

1. Общее управление.
    1. Определение эффективности системы управления.
    2. Оценка бизнеса.
    3. Управление нововведениями.
    4. Определение конкурентоспособности / изучение конъюнктуры рынка.
    5. Диверсификация или становление нового бизнеса.
    6. Международное управление.
    7. Оценка управления.
    8. Слияние и приобретение.
    9. Организационная структура и развитие.
    10. Приватизация.
    11. Управление проектом.
    12. Управление качеством.
    13. Реорганизация инженерных служб.
    14. Исследование и развитие.
    15. Стратегическое планирование.
2. Администрирование.
    1. Анализ работы канцелярии.
    2. Размещение и перемещение отделов.
    3. Управление офисом.
    4. Организация и методы управления.
    5. Регулирование риска.
    6. Гарантии безопасности.
    7. Планирование рабочих помещений и их оснащение.
3. Финансовое управление.
    1. Системы учета.
    2. Оценка капитальных затрат.
    3. Оборот фирмы.
    4. Снижение себестоимости.
    5. Неплатежеспособность (банкротство).
    6. Увеличение прибыли.

7. Увеличение доходов.
8. Налогообложение.
9. Финансовые резервы.

4. Управление кадрами.
    1. Профессиональное движение и сокращение штатов.
    2. Культура корпорации.
    3. Равные возможности.
    4. Поиск кадров.
    5. Отбор кадров.
    6. Здоровье и безопасность.
    7. Программы поощрение.
    8. Внутренние связи.
    9. Оценка работ.
    10. Трудовые соглашения и занятость.
    11. Обучение менеджменту.
    12. Планирование рабочей силы.
    13. Мотивация.
    14. Пенсии.
    15. Анализ функционирования.
    16. Психологическая оценка.
    17. Вознаграждение.
    18. Повышение квалификации работников.
5. Маркетинг.
    1. Реклама и содействие сбыту.
    2. Корпоративный образ и отношения с общественностью.
    3. Послепродажное обслуживание заказчиков.
    4. Дизайн.
    5. Прямой маркетинг.
    6. Международный маркетинг.
    7. Исследование рынка.
    8. Стратегия маркетинга.
    9. Разработка новой продукции.
    10. Ценообразование.
    11. Розничная продажа и дилерство.
    12. Управление сбытом.
    13. Обучение сбыту.
    14. Социально-экономические исследования и прогнозирование.
6. Производство.
    1. Автоматизация.

2. Использование оборудования и его техническое обслуживание.
3. Промышленный инжиниринг.
4. Переработка материалов.
5. Регулирование внутреннего распределения материалов.
6. Упаковка.
7. Схема организации работ на предприятии.
8. Конструирование и совершенствование продукции.
9. Управление производством.
10. Планирование и контроль за производством.
11. Повышение производительности.
12. Закупки.
13. Контроль качества.
14. Контроль за поставкой узлов и деталей.

7. Информационная технология.
    1. САПР/АСУ.
    2. Применение компьютеров в аудите и оценке.
    3. Электронная издательская деятельность.
    4. Информационно-поисковые системы.
    5. Административные информационные системы.
    6. Проектирование и разработка систем.
    7. Выбор и установка систем.
8. Специализированные услуги.
    1. Обучающее консультирование.
    2. Консалтинг по управлению электроэнергетикой.
    3. Инженерный консалтинг.
    4. Экологический консалтинг.
    5. Информационный консалтинг.
    6. Юридический консалтинг.
    7. Консалтинг по управлению распределением материалов и материально-техническому снабжению.
    8. Консалтинг в государственном секторе.
    9. Консалтинг по телекоммуникациям.

Приведенная классификация является предметной. *Консультанты вырабатывают рекомендации по выполнению вышеперечисленных функций менеджеров.* Они советуют им как осуществлять общее управление, администрирование, финансовое управление, управление кадрами и т.д.
Рассмотрим основные задачи, которые выполняют консультанты по вышеперечисленной классификации.

1. Консультанты по общему управлению решают проблемы, связанные с самим существованием бизнеса и его перспективами.
2. Консультанты по административному управлению решают проблемы, связанные с ведением бизнеса, т.е. помогают оптимизировать управление организацией.
3. Консультанты по финансовому управлению оказывают помощь в решении трех основных задач:
    1. поиск источников финансирования и эффективного его использования;
    2. анализ финансовой деятельности организации и повышение ее эффективности;
    3. перспективное укрепление финансового положения организации.
4. Консультанты по управлению кадрами содействуют менеджерам в оптимизации привлечения и использования человеческого ресурса.
5. Консультанты по маркетингу содействуют такому функционированию организации, при котором производимая продукция будет куплена потребителем.
6. Консультанты по организации производства решают задачи, связанные с инжинирингом, аудитом и контролем качества и т.д.
7. Консультанты по информационным технологиям решают задачи, связанные с проектированием и внедрением информационных технологий на предприятии.
8. Консультанты по специализированным услугам решают специализированные задачи, не связанные ни с одним из перечисленных видов услуг, и отличающиеся от них по методам, по объектам или по характеру внедряемых знаний.

Американский консультант J.H.Fuchs определяет 100 областей, входящих в компетенцию управленческого консультирования, которые он группирует в десять крупных разделов. Ассоциация консультантов Великобритании выделяет 63 области консультационной активности, сгруппированные под семью следующими заголовками:

1. Развитие организации и разработка политики.
2. Управление производством.
3. Маркетинг, сбыт и распределение.
4. Финансы и управление.
5. Управление персоналом и его отбор.

6. Экономический анализ.
7. Управленческие информационные системы и электронная обработка данных.

1.4.9. Классификация консультационных организаций (учреждений)

1.4.9.1. Проблема построения классификации консультационных организаций

Классификация консультационных организаций представляет собой исключительно сложную проблему, которая еще не разрешена в теории консалтинга. Причин несколько. Наиболее существенная из них заключается в том, что конкретных разновидностей консультационных организаций столь много, что создается ощущение их полного совпадения со всеми типами имеющихся объектов. Другая причина состоит в абстрактности понимания самой консультационной организаций. Сказывается также и то обстоятельство, что до сих пор не выработаны общие параметры, характеризующие консультационную организацию.

Заметим, что с развитием различных наук и практики обостряется необходимость разработки *сущностной классификации* консультационных организаций. Важнейшее требование к научной классификации консультационных организаций — обоснованность ее оснований, которые должны получить концептуальное обоснование. Сама классификация консультационных организаций, как некоторая умозрительная система, должна удовлетворять требованиям достаточности оснований и охвата совокупности имеющихся и возможных консультационных организаций. Таким образом, лучшая классификация, подобно периодической системе элементов Д. И. Менделеева, должна помочь предсказать появление или открытие принципиально новых консультационных организаций.

Самое важное назначение классификации — *описание свойств ее классов и подклассов, видов и подвидов консультационных организаций,* что позволяет использовать ее для идентификации конкретных консультационных организаций, с которыми сталкиваются люди в тех или иных областях деятельности.

Существуют самые разнообразные подходы к классификации консультационных организаций. Автор анализирует классификации видов, представленных на рис. 1.11.

Рис. 1.11. Виды классификаций консультационных организаций

Предметная классификация строится на основе выделения всех видов конкретных консультационных организаций. Такова, например, приведенная в табл. 1.4 классификация, которая представляет собой матрицу.

Таблица 1.4

Консультационная организация	**Простые**	**Сложные**	**Очень сложные**
Детерминированные			
Вероятностные			

В клетки данной матрицы заносятся конкретные разновидности существующих консультационных организаций (консультационный пункт — простая детерминированная консультационная организация, а общегосударственное консультационное объединение — вероятностная очень сложная консультационная организация).

Категориальные классификации выделяют консультационные организации по некоторым признакам, общим для всех консультационных организаций. Такой подход может быть реализован на основе определения понятия консультационной организации в триаде "проблема" — "свойство" — "отношение" (табл. 1.5)

Таблица 1.5

Классификация консультационных организаций

Категориальные характеристики	КОМПОНЕНТЫ КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ		
	Свойства	**Элементы**	**Отношения**
Моно			
Поли			
Статические			
Динамические (функционирующие)			
Динамические (развивающиеся)			
Детерминистские			
Случайные			
Простые			
Сложные			

Отсюда выделяем такие типы консультационных организаций:

• монофункциональная детерминистская простая (небольшой консультационный пункт);

• монофункциональная случайная простая (тот же пример, только при наличии помех);

• монофункциональная вероятностная сложная (консультационные организации с обилием и сложностью случайных факторов);

• моноразвивающаяся детерминированная простая (консультационная организация, осваивающая консультирование неизвестных ей проблем);

• моноразвивающаяся вероятностная простая;

• моноразвивающаяся вероятностная сложная;

• полифункциональная детерминированная простая;

• полифункциональная детерминированная сложная;

• полифункциональная вероятностная простая;

• полифункциональная вероятностная сложная;

• полиразвивающаяся детерминированная простая;

• полиразвивающаяся детерминированная сложная;

• полиразвивающаяся вероятностная простая;

• полиразвивающаяся вероятностная сложная.

Сущностная классификация консультационных организаций

В основу любой классификации должна быть положена концепция, объясняющая классифицируемые явления. Как мы уже говорили, *классификация представляет собой многоступенчатое, разветвленное*

деление логического объема понятия. В результате создается система соподчиненных понятий: *делимое понятие — род, новые понятия — виды, виды видов (подвиды) и т.д. Концептуальный подход* к классификации делает ее *сущностной* (рис. 1.12).

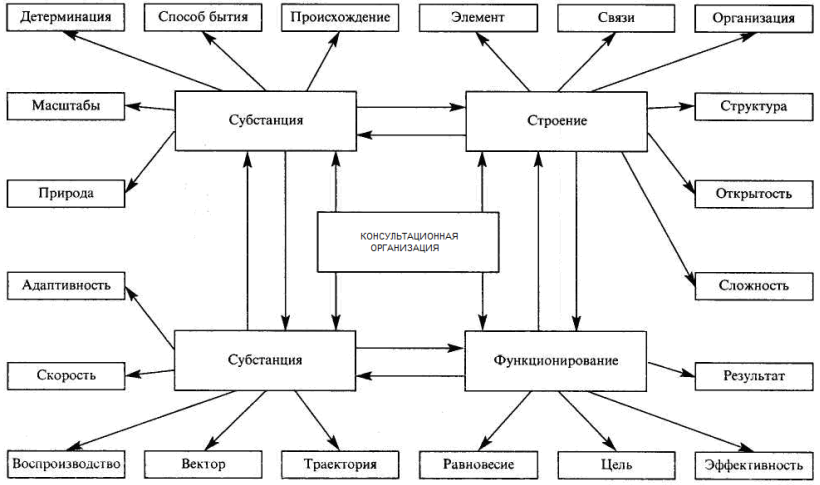


Рис. 1.12. Интерпретация основных составляющих консультационной организации

Для построения сущностной классификации консультационных организаций к ним нужно подходить с системных позиций. По нашему мнению, любая консультационная организация характеризуется четырьмя основными параметрами: *субстанцией, строением, функционированием и развитием.*

При этом под *субстанцией* понимается сущностное свойство предмета как целостности, основание и центр всех его изменений, активную их причину и источник функционирования. Под *строением* консультационной организации подразумевается наличие в консультационной организации элементов, связей и организации.

Функционирование рассматривается как процесс реализации консультационной организацией своих функций, а *развитие* — как процесс качественных изменений консультационной организации. Тогда ***консультационная организация*** — это *структурно-функциональная развивающаяся субстанциональная целостность.*

Каждая из четырех составляющих сущностной характеристики консультационной организации может быть представлена совокупностями основополагающих параметров, соответствующих их

природе. Так, ***субстанция*** может быть представлена природой консультационных организаций, их *сложностью, масштабами, детерминацией, происхождением и способом бытия (функционирования)*. Для ***строения*** свойственны *элементы, связи, организация, структура и сложность*. ***Функционирование*** выражается *равновесием, целью, результатом и эффективностью*. ***Развитие*** характеризуется *адаптивностью, скоростью, воспроизводством, вектором и траекторией*.

На основании выделенных параметров можно создать классификацию консультационной организации на *субстанциональном уровне, уровнях строения, функционирования и развития* (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Классификация консультационных организаций

Основание классификации	Консультационная организация	
	Вид	Характеристика
Субстациональный уровень консультаци онной организации		
Природа консультаци-онной организации	Физи-ческая	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые базируются на физических законах (проблемы: транспортные, космические объекты)
	Техни-ческая	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи технических систем (станок, конвейер, техническое устройство)
	Киберне-тическая	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи множества взаимосвязанных объектов — элементов системы, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться информацией (автопилот, регулятор температуры в холодильнике, ЭВМ, человеческий мозг, живой организм, биологическая популяция, человеческое общество)
	Хими-ческая	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи множества элементов, взаимосвязанных химическими связями (молекула, химическое соединение)

	Биологическая	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи организмов или их сообществ (растение, животное)
	Социальная	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи общества или некоторой его составляюей, развивающаяся как целое (государство, экономика, законодательство)
	Ителлектуальная	Синтезирующая совокупность формируемых рекомендаций, которые призваны решать консультационные задачи знаний, способы познания и мышления (методы научного познания, математика)
Способ существования консультационной организации	Абстрактная	Единство некоторых символов или знаков (теория, система исчисления)
	Материальная	Совокупность материальных явлений (город, горная система)
Характер детерминированности	Стохастическая	Поведение носит вероятностный характер (ценообразование, игра)
	Детерминированная	Поведение предопределено (падение предметов)
Происхождение консультационной организации	Естественная	Возникает и развивается естественно, без вмешательства человека
	Искусственная	Возникает и развивается благодаря человеку
	Естественно-искусственная	Возникает и развивается естественно и путем вмешательства человека
Масштабы	Микромасштабная	Относительно небольшое образование (малая или контактная группа, вирусы)
	Макромасштабная	Значительное по размеру образование
	Метапроблема	Сверхбольшое образование (общество, планета)
	Мегопроблема	Бесконечное по размеру образование (Вселенная)

Уровень строения консультационной проблемы		
Количество элементов	Одноклеточная	Состоит из одного элемента (Земля, клетка)
	Бинарная	Состоит из двух элементов (Земля — Луна)
	Триарная	Состоит из трех элементов (системы треугольники)
	Четырехэлементная	Состоит из четырех элементов (футбольное поле)
	Многоэлементная	Состоит из многих элементов (план города)
Степень открытости	Открытая	Открыта для воздействия внешней среды (демократическое общество)
	Закрытая	Закрыта для воздействия внешней среды (тоталитарное общество)
Характер взаимодействия элементов	Координационная	Элементы отличаются равноправием (дружба, отделы одного уровня в системе управления)
	Иерархическая	Элементы соподчинены (система управления)
	Координационно-иерархическая	Объединяет равноправные и неравноправные элементы (общество)
Степень организованности	Недостаточно организованная проблема или хаос-проблема	Переходная экономика, реорганизуемое предприятие, кризис
	Суммативная	Неразвитое взаимодействие между элементами (империя Александра Македонского)
	Организованная	Выраженные организационными структурами (правительство, предприятие)
	Заорганизованная	Однозначно предопределенное поведение элементов (армия, тюрьма)
Степень сложности консультаци-	Простая	Состоит из небольшого числа элементов и связей между ними (телефонный абонент)

онной проблемы	Сложная Сверхсложная	Включает в себя большое число простых систем (телефонная станция) Включает в себя большое число сложных систем (телефонная связь)
Тип структуры	Линейная Сотовая Иерархическая Смешанная	Линейная структура взаимосвязи элементов (цепь, участок метро) Разветвленные связи, множество путей прохождения информации (связь) Соподчинение элементов (власть) Наличие всех типов структуры (предприятие)
Наличие информации о строении консультационной проблемы	«Черный ящик» «Серый ящик» «Белый ящик»	С неизвестным строением С наличием некоторой информации о ее строении С известным строением
Уровни функционирования консультационных организаций		
Характер воспроизводства	Воспроизводимая окружающей средой Воспроизводящая себе подобной	Последствия любых действий Животные, растения
Количество функций	Многофункциональная Полифункциональная	Реализация одной функции (контроль) Реализация одновременно нескольких функций (система управления)
Характер размещения	Плоскостная Пространственная Многомерная	Размещена в плоскости (земельный участок) Городская среда Социальная технология
Равновесие	Равновесная Неравновесная	Сохранение равновесия (рынок) Нарушение равновесия (конфликт)
Цель	Одноцелевая Многоцелевая	Ориентирована на достижение одной цели (система обслуживания) Направлена на достижение нескольких целей (многопрофильная

		консультационная организация)
Эффективность	Неэффективная Средней эффективности Эффективная	Отличается низкой эффективностью (консультируют неподготовленными специалистами) Достаточно выраженная эффективность (консультации проводятся на среднем профессиональном уровне) Со значительной эффективностью (консультации проводятся на высоком профессиональном уровне)
Результат	С нулевым результатом Результативная С высоким результатом	Не имеет результата (отсутствует положительный результат реализации рекомендаций) Отличается результативностью (отличается средней результативнстью реализации рекомендаций) Высокий синергетический результат (отличается высокой результативнстью реализации рекомендаций)
Уровень развития консультационной организации		
Способность приспосабливаться	Адаптивная Неадаптивная	Способность приспосабливаться, не теряя своей идентичности (перенастраеваемая на различные классы проблем) Не обладает способностью приспосабливаться (неперенастраеваемая на различные классы проблем)
Способность к передвижению	Статическая Динамическая	Статические, неменяющиеся образования (стационарная консультационная организация) Характеризуется изменением положения местонахождения (передвижная консультационная организация)
Вектор развития	Восходящего развития	Свойственен рост показателей развития с той или иной скоростью (консультнты экономики периода подъема, консультанты политиков с

		нарастающими рейтингами)
	Нисходящая	Присуще падение показателей развития с той или иной скоростью (консультация экономики в период кризиса, консультация политиков с падающей поддержкой электората)
	Стабильная	Свойственно сохранение показателей (консультационные организации устойчивого развития)
Способность самовоспроизводства	Неорганическая	Неспособность к самовоспроизводству (атоматические консультационные организации)
	Органическая	Способность к самовоспроизводству (атоматизированные и неавтоматические консультационные организации)
Этап развития	Зародыш	Находится на стадии возникновения («зародыш» консультационной организации)
	Детская	На стадии становления (новая консультационная организация)
	Молодая	В процессе достижения зрелости (молодая консультационная организация)
	Зрелая	Соответствует всем качествам зрелости (развитая консультационная организация)
	Кризисная	В процессе падения показателей, разрушения и перестройки (кризисная консультационная организация))
	Переходная	Переходит из одного состояния в другое (реконструируемая консультационная организация))
	Деградирующая	Доминирование процессов ухудшения показателей и разрушения (банкротная консультационная организация)
Траектория развития	Линейная	Подчиняется линейной функции развития (линейные зависимости)
	Нелинейная	Подчиняется нелинейным функциям развития (линейные зависимости)

Данная классификация может быть углублена по нескольким направлениям. Во-первых, она представляет собой дерево, ветвями которого выступают выделенные по основаниям виды консультационных организаций. Отсюда каждую конкретную разновидность консультационной организации можно представить посредством фиксации ее характеристик по каждому срезу и основанию. Например, консультационное объединение — множество взаимосвязанных объектов (элементов консультационного центра), способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию о консультируемой проблеме и на ее (информиции) основе формировать рекомендации по решению задач консультируемой проблемы. Консультационное объединение включает также связи между элементами. Элементы и связи между ними могут обладать свойствами (показателями), каждое из которых принимает некоторое множество значений. Примеры консультационного объединения: аграрное, медицинское, промышленное и др. Консультационные объединения по степени сложности различают: простые, сложные и сверхсложные. Некоторые из них могут быть детерминированными, а некоторые – стохастическими.

1.4.9.2. Характеристика сложных консультационных организаций

Сложные консультационные организации и их специфика

Консультационные организации делятся на простые, сложные и сверхсложные. Особое место среди всех видов систем занимают сложные. К ним относятся консультационные организации самой различной природы. Эти консультационные организации определяют различные аспекты консультирования жизнедеятельности людей (проблем). По отношению к сложным консультационным организациям в обществе приходится разрешать три группы проблем:

- анализ свойств и поведения проблемы в зависимости от ее структуры и значения параметров;
- определение структуры и значений параметров исходя из свойств проблемы;
- консультирование сложных проблем.

Сложная консультационная организация — консультационная организация, которая состоит из элементов разных типов и обладает разнородными связями между ними. Такое деление в известной степени условно. Сложность понимается как объективное, так и субъективное явление. Объективная сложность присуща консультационным организациям независимо от познающего их субъекта, субъективная обусловлена характером восприятия

консультационной организации субъектом, зависит от недостаточности знаний и интеллекта. Эти два типа сложности тесно взаимодействуют друг с другом, особенно тогда, когда та или иная консультационная организация только включается в консультационный процесс. Но базисной основой выступает объективная сложность консультационной организации.

Установление сложности той или иной консультационной организации имеет исключительно важное значение для практики. В теории консалтинга будем выделять *четыре подхода к пониманию сложных консультационных организаций*.

Согласно *первому* подходу сложные консультационные организации представляет собой консультационные организации с плохой организацией. К ним относят так называемые диффузные, с большим количеством переменных, между которыми нельзя установить перегородки, разграничивающие компоненты. В них постоянно идут диффузные консультационные процессы. Это свойственно инновационным диффузным консультационным организациям в технико-экономических консультационных организациях. Сложными считаются также консультационные организации, функции которых зависят от окружающей среды. Последняя постоянно воздействует на консультационную организацию. Поэтому эти консультационные организации напоминают лодку в бурном море, которое и предопределяет сложность ее маршрута в спасительную бухту. Условия существования данных консультационных организаций являются непредсказуемыми и усложняют их жизнь. К сложным консультационным организациям относятся консультационные организации, имеющие большое число связей, их значительное разнообразие, много автономных подорганизаций и иерархичность строения.

При *втором* подходе под сложными будем понимать такие консультационные организации, которые не могут быть точно математически описаны (здесь проявляется познавательный, гносеологический и даже инструментарный аспект сложности), но он имеет под собой и объективный, онтологический срез, поскольку описанию не поддаются вариативные, стохастические многоуровневые консультационные организации. Недостаток подхода в том, что мир сложных консультационных организаций оказывается очень большим, ибо строго математически описанных консультационных организаций очень мало. Для математического моделирования значительного числа этих консультационных организаций нет инструментария.

При *третьем* подходе сложными считаются консультационные организации целенаправленного поведения, т.е. социальные. В этом

случае сложные консультационные организации совпадают с человеком, его социальной организацией, что не всегда оправданно, ибо сложность не тождественна целенаправленности.

При *четвертом* подходе сложность трактуется с позиции теории множеств как элемент того множества, где он выступает как множество. Здесь сложность отождествляется с понятием "много", которое применяется к элементам, структурам, свойствам, функциям и т.д.

Сложные консультационные организации характеризуются и тем, что они одновременно интегрируют в себе природные и социальные составляющие, естественное и искусственное. Сложные консультационные организации очень многообразны и многолики. Для них свойственно наличие большого количества элементов и связей, их разнообразие, автономия подструктур, наличие иерархии, диффузия, невозможность точно описывать консультационные организации и прогнозировать их поведение и т. д.

Будем выделять следующие характеристики сложных консультационные организации: наличие большого числа взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов; сложность функций, выполняемых консультационной организацией, и направлений на достижение заданных целей функционирования; возможность разбиения консультационные организации на подорганизации, цели функционирования которых подчинены общей цели консультационной организации; наличие управления (часто имеющего иерархическую структуру), разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации; наличие взаимодействия с внешней средой и функционирования в условиях случайных факторов.

Сложные консультационные организации описываются средними, случайными величинами (надежность, помехозащищенность, качество управления, вероятность отказа, эффективность, устойчивость функционирования).

Если попытаться интерпретировать сложность в аспекте системности, то ее можно представить следующей формулой: *Сложность организации = Сложность состава + Сложность организации.*

В свою очередь, сложность состава опишем так:

Сложность состава = Субстратная +Параметрическая + + Динамическая + Генетическая,

где субстратная сложность складывается из сложности компонентов, подорганизаций и уровней организации; параметрическая сложность включает сложность субстратных свойств, интегральных свойств и сложность связей и отношений; динамическая сложность интегрирует

в себе сложность состояний, стадий, фаз и переходных процессов; генетическая или эволюционная сложность включает генетику состояний, стадий фаз, уровней развития и т.п.

Сложность консультационной организации можно представить следующей формулой:

Сложность организации=Многообразие связей и отношений +
+ Многообразие законов,

где многообразие связей и отношений соединяет в себе уровни организации, подорганизации внутри уровней, компоненты, а многообразие законов предполагает законы функционирования и развития.

Таким образом, сложность консультационных организаций представляется интегральным показателем, который в каждом конкретном случае нуждается в анализе.

Классификация сложных консультационных организаций

Несмотря на то что теория консалтинга формулирует признаки сложных консультационных организаций, проблема их классификации пока не разрешена, что связано, во-первых, с нечеткостью самих признаков сложных консультационных организаций, во-вторых, — с субъективным аспектом понимания сложности. Отсюда становится весьма затруднительным выделение оснований классификации потому, что в классификацию придется включать и простые консультационные организации. А это может привести к тому, что классификация сложных консультационных организаций в своей завершенной форме совпадет с классификацией консультационных организаций вообще. Учитывая эти обстоятельства, попытаемся интерпретировать понятие "сложность" в некоторые эмпирические основания для выделения отдельных классов консультационных организаций.

В реальной жизни определить, является ли данная консультационная организация объективно сложной, либо мы не знаем о ней те сведения, которые уже получены наукой, не всегда просто. Причем оценки могут быть весьмй противоречивыми. Рассмотрим табл. 1.7, где формально представлены оценки консультационных организаций условными простыми экспертами, которые имеют одно мнение относительно одного состояния консультационной организации.

Таблица 1.7

Оценка консультационных организаций с точки зрения объективной и субъективной сложности

Состояния	**Эксперты**			
	Объективная простота	Объективная сложность	Субъективная простота	Субъективная сложность
Объективная простота		Объективная простота – объективная сложность	Объективная простота – субъективная простота	Объективная простота – субъективная сложность
Объективная сложность	Объективная сложность – объективная простота		Объективная сложность - субъективная простота	Объективная сложность - субъективная сложность
Субъективная простота	Субъективная простота – объективная простота	Субъективная простота – объективная сложность		Субъективная простота – субъективная сложность
Субъективная сложность	Субъективная сложность – объективная простота	Субъективная сложность – объективная сложность	Субъективная сложность – субъективная простота	

Из табл. 1.7 следует, что бывают консультационные организации, которые однозначно оцениваются соответственно как объективно и субъективно простые и сложные. Объективная простота здесь совпадает с субъективной простотой, а объективная сложность — с субъективной сложностью К ним относятся:

- объективно простые и субъективно простые консультационные организации. Их можно считать однозначно простыми;
- объективно сложные и субъективно сложные консультационные организации, которые выступают как однозначно сложные.

Но могут быть такие консультационные организации, которые получают противоречивые оценки. Квалифицируем их:

- консультационная организация, оцениваемая *"Объективная сложность — объективная простота"*. Причина такой оценки — в непонимании консультационной организации;
- консультационная организация, оцениваемая *"Субъективная сложность — объективная простота"* — плохо понимаемая простая консультационная организация, которая не имеет интерпретации;

• консультационная организация, оцениваемая *"Объективная простота — объективна» сложность "* — непонимание консультационной организации;
• консультационная организация, оцениваемая *"Субъективная простота — объективная сложность"*— упрощенное восприятие сложной консультационной организации;
• консультационная организация, оцениваемая *"Субъективная сложность — субъективная простота "* — восприятие простой консультационной организации как сложной;
• консультационная организация, оцениваемая *"Объективная простота — субъективная сложность"* — восприятие объективно простой консультационной организации как сложной;
• консультационная организация, оцениваемая *"Субъективная простота — субъективная сложность "* — непонимание консультационной организации.

При наиболее упрощенном подходе получим два типа таких противоречивых консультационных организаций:

• *объективно простые, но субъективно сложные консультационные организации.* Для этих консультационных организаций свойственно то, что клиенты привыкли к их простоте. Но неожиданно возникает новая, более сложная гипотеза, их объясняющая, которая начинает ставить под сомнение простоту консультационной организации;
• *объективно сложные, но субъективно простые консультационные организации.* Здесь ситуация характеризуется упрощением сложной консультационной организации, которая может быть весьма неприятной в реальной жизни (значительное число нереализуемых сформированных рекомендаций обусловлено упрощенным, некомпетентным их формированием).

Для того чтобы повысить уровень компетентности в оценке сложности консультационных организаций, надо применять методы экспертных оценок, которые представляют собой опрос специалистов по той или иной методике, часто с использованием количественных методов.

Таким образом, на основании соотношения объективного и субъективного аспектов сложности выделим, по крайней мере, три типа сложных консультационных организаций: *объективно и субъективно сложные консультационные организации, объективно сложные, но субъективно простые консультационные организации и субъективно сложные, но объективно простые консультационные организации.*

Сложность консультационной организации представляет собой единство сложности состава, структуры, функций, организации, уровня

и жизненного пути консультационной организации. Причем сложность может обретать большое разнообразие благодаря сочетанию этих параметров. Хотя здесь далеко не во всем действует математика сочетаний. Сложной является консультационная организации, совмещающая некоторые параметры схемы (рис. 1.13).

Рис. 1.13. Интерпретации сложности консультационной организации

Под сложностью будем понимать свойство элемента, взятого в отношении к тому множеству, где он выступает как множество, а простое — свойство такого множества, которое взято к другому множеству и выступающее в нем как элемент. Исходя из этого определим сложность консультационной организации.

Сложность состава сводится к количеству всех деталей консультационной организации, сложность структуры может трактоваться как количество подструктур, т.е. расцениваться как *полиструктурность,* сложность организации сводится к сложности всех аспектов организации, а сложность функций — к *полифункциональности.* Отсюда к сложным консультационным организациям будем относить *многосоставные.* Состав этих консультационных организаций выступает в виде большого множества, нередко открытого. А сложными консультационными организациями с точки зрения остальных показателей выступают соответственно *полиструктурные, полифунциональные, сложноорганизованные и многоуровневые консультационные организации.*

Сложность проявляется не только в том, что консультационная организация может иметь несколько уровней иерархии, входить в консультационные организации с иерархическими структурами, но и в том, что относительно несложная консультационная организация будет сложной с точки зрения ее жизненного пути. Развитие такой консультационной организации может быть настолько сложным, что

она заслуживает отнесения ее к консультационным организациям со сложной динамикой. Сложность жизненного пути консультационной организации сводится к неоднозначности и многообразию переживаемых ею ситуаций. Такую консультационную организацию будем считать *сложноситуационной.*

К сложным консультационным организациям будем относить органические системы, под которыми будем понимать социальные консультационные организации. Признаки органической консультационной организации:

• сложность этой консультационной организации, которая выступает *консультационной организацией консультационных организаций;*

• способность консультационной организации саморазвиваться, воспроизводить недостающие ей органы, *наличие механизмов воспроизводства самой себя;*

• *многоуровневость и многослойность строения*;

• *наличие хорошо выраженной эволюции,* представляющей собой саморазвитие, самоорганизацию, самоуправление, смену структур, расширение оснований жизнедеятельности;

• *наличие управленческих и самоуправленческих подорганизаций,* которые регулируют поведение и развитие этих консультационных организаций;

• *наличие и постоянное развитие механизмов взаимодействия с окружающей средой;*

• *выбор консультационной организацией предпочтительных ситуаций, траекторий поведения;*

• *высокая и сложная активность* органических консультационных организаций, обусловленная не только необходимостью удовлетворения потребностей, но и воспроизводства.

Во второй половине XX ст. системный подход к обществу стал одной из ведущих методологических парадигм. Особый интерес в теории консалтинга представляют самоорганизующиеся консультационные организации. Наличие этих консультационных организаций и фактора самоорганизации в них позволяет объяснить развитие консультационных организаций, в котором самоорганизующиеся консультационные организации являются довольно распространенными. Они удовлетворяют вполне определенным требованиям.

Во-первых, они отличаются открытостью, что обеспечивает им, с одной стороны, приток энергии извне, а с другой, — спасает от деградации и способствует переходу в новые состояния.

Во-вторых, они достигают состояний критических точек, которые получили название *точек бифуркации.* Особенность этих точек заклю-

чается в том, что в них происходит разветвление пути развития консультационной организации, на "выбор" которого влияют сложившиеся факторы. Сами критические точки представляют собой неравновесные состояния консультационной организации. В них консультационная организация долго находиться не может, поэтому переходит в состояние равновесия, оказывающееся качественно новым состоянием для данной консультационной организации. Важно обратить внимание на то, что консультационная организация при этом переходит к более высокому уровню упорядоченности.

К сложным консультационным организациям относят также динамические консультационные организации, которые допускают различные изменения, развитие, возникновение новых и отмирание старых частей и связей между ними. Не все динамические консультационные организации следует считать сложными. Динамика консультационной организации складывается из двух составляющих: внешнего развития консультационной организации и происходящего в ней внутреннего развития. Простые консультационные организации характеризуются статичностью, низкой и простой внешней динамикой и практически минимальными внутренними переменами. Сложные консультационные организации отличаются высокой внутренней динамикой, что предопределяет усложнение их внешнего функционирования.

1.4.10. Классификация консультационных методов решения консультационных задач

1.4.10.1. Классификация консультационных задач

Совокупность задач, возникающих в связи с консультирование различных проблем, разобьем на *два класса*: анализ консультируемых проблем и синтез формируемых рекомендаций.

При этом ***задача анализа*** *состоит в изучении поведения и свойств консультируемой проблемы, если заданы*: *характеристики внешней среды, структура консультируемой проблемы (модель), характеристики консультируемой проблемы (численные значения параметров).* Часто задачи анализа сводятся к расчету численного значения показателя эффективности функционирования консультируемой проблемы в результате реализации сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

Задача синтеза *заключается в формировании оптимальных в том или ином смысле рекомендаций по совершенствованию структуры консультируемой проблемы или внутренних ее параметров при заданных характеристиках внешней среды и с учетом ограничений, накладываемых в консультационном задании на процесс формирования рекомендаций по решению задач консультируемой*

проблемы. Иногда задача синтеза ставится как задача формирования рекомендаций по совеверщенствованию структуры консультируемой проблемы или ее внутренних параметров, доставляющих заданное значение критерию эффективности.

Из приведенного выше определения ясно, что необходимость решения задач синтеза возникает на этапе формирования рекомендаций по решению консультационных задач консультируемой проблемы (формирование рекомендаций по совершенствованию структуры консультируемой проблемы) и в процессе ее (консультируемой проблемы) эксплуатации. В этом случае задача синтеза понимается как *задача отыскания оптимального управления функционированием консультируемой проблемы и сводится к формированию рекомендаций по расчету ее внутренних параметров, обеспечивающих наибольшую в выбранном смысле эффективность функционирования консультируемой проблемы*.

Консультирование проблемы начинается с формулировки ***консультационной задачи***, в которой должна быть раскрыта основная цель консультирования и сжато сформулированы основные ***условия*** (методы) формирования рекомендаций с учетом которых решается задача.

Следующий этап — *содержательное описание и точная постановка задачи*. Здесь необходимо четко определить *основное содержание (функционирование) консультируемой проблемы, установить границы ее решения, выявить основные факторы, влияющие на консультационные процессы или проблему, и определить отношения между ними.* Этот начальный этап консультирования является самым важным, ибо правильное решение задач любой проблемы зависит прежде всего от того, насколько верно понято то, что в действительности она (проблема) собой представляет и в чем ее сложность.

В результате этого этапа проработки задачи консультант должен:

— *ясно понимать цель и назначение консультируемой проблемы*,

— *выявить информацию об учитываемых параметрах внешней среды и проблемы*,

— *установить совокупность допущений, в рамках которых решается задача*.

Задача может считаться поставленной точно, если используемая для решения информация является *полной* (достаточной для получения результата) и *непротиворечивой*. На этом же этапе осуществляется выбор ***критерия*** для *оценки эффективности формируемых рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы*.

Очередным этапом консультирования является ***формализация задачи***, которая состоит в следующем:

— разрабатывается модель консультируемой проблемы;

— осуществляется аналитическое представление выбранного критерия эффективности.

Модель консультируемой проблемы, получаемая на этапе формализации, должна обладать следующими свойствами:

— независимость результатов решения задачи в соответствии с выработанной моделью от конкретного физического истолкования смысла элементов этой модели*; т. е. от физической природы консультируемой проблемы, описываемой выработанной моделью;*

*— **содержательность**, т. е. способность модели отражать существенные стороны и свойства консультируемого реального процесса;*

*— **дедуктивность**, т. е. возможность конструктивного использования модели для получения результата с использованием средств и методов консалтинговой предметной области, в терминах которой формализована задача (построена модель).*

При разработке модели необходимо:

- *выявить факторы, оказывающие влияние на ход консультационного процесса или его результаты; выбрать те из них, которые поддаются формализованному представлению (т. е. могут быть выражены количественно)*;
- *объединить по возможности выявленные факторы по общим признакам, сократив их перечень;*
- *установить количественные соотношения между ними.*

Разработка модели консультируемой проблемы — ответственный этап проработки задачи. Дело в том, что требования содержательности и дедуктивности модели противоречивы по своему существу. В самом деле, удовлетворяя требованию содержательности, в модели необходимо учесть как можно точнее возможно большее количество факторов реального процесса. Но при этом, естественно, модель становится более сложной, что затрудняет ее исследование и получение содержательных результатов. С другой стороны, желание получить результат возможно более простым путем приводит к необходимости упрощения модели, снижая таким образом ее содержательность. Искусство консультанта как раз и состоит и том, чтобы при разработке формальной модели консультируемой проблемы добиться разумного компромисса, по замечанию Беллмана, «между западней переупрощения и болотом переусложнения», обеспечив возможность получения нетривиальных результатов, не выхолащивая существа реального процесса.

Не менее важным является *выбор критерии для оценки эффективности сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы*. В соответствии с основным принципом теории исследования операций критерий выбирается в строгом соответствии с задачей, которая должна решаться консультируемой проблемой. В связи с этим совершенно ясно, что для правильного выбора критерия оценки эффективности сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы необходимо совершенно четко представлять назначение консультируемой проблемы и характер выполняемых ею функций. Правильно выбранный критерий должен быть *количественным*; *критичным* но отношению к конкретным значениям основных параметров внешней среды и консультируемой проблемы; *эффективным* в статистическом отношении (обладать малой дисперсией); иметь *относительно простое аналитическое выражение*. Следующий этап консультирования **— *исследование разрешимости задачи*** — состоит из нескольких подэтапов:

— *исследование принципиальной разрешимости;*

— *выбор метода решения;*

— *исследование технической осуществимости и целесообразности решения задачи выбранным методом.*

При исследовании принципиальной разрешимости необходимо установить, имеются ли среди средств и методов консалтинговой области, в терминах которой построена модель, такие, что при их использовании возможно получение результата. Если принципиально невозможно получить решение таким образом, необходимо вернуться к этапу формализации задачи или даже к более ранним этапам консультирования, ибо в этом случае модель не удовлетворяет требованию дедуктивности. ***Выбор метода решения*** занимает *принципиальное место в общей схеме проработки задачи* и зависит прежде всего от того, *детерминированной или стохастической* является модель консультируемой проблемы.

Модель называют ***детерминированной,*** если информация о состоянии и поведении консультируемой проблемы на некотором интервале позволяет полностью описать поведение консультируемой проблемы вне этого интервала. Если же это сделать невозможно, например, в силу того, что некоторые или все параметры консультируемой проблемы суть случайные величины, то модель является ***стохастической***.

Характер используемой модели (т. е. является ли она детерминированной или стохастической) определяется, с одной

стороны, *содержанием решаемой задачи, а с другой — требуемой точностью решения*.

Ранее отмечалось, что задачи консультирования проблем подразделяются на задачи анализа и синтеза. В соответствии с тем, решается ли задача анализа или синтеза, а также является ли модель детерминированной или стохастической, используется соответствующий ***математический аппарат***.

Перечень основных математических дисциплин, используемых при решении различных консультационных задач, является достаточно емким. Значительная часть из них (в особенности это относится к методам анализа детерминированных консультируемых проблем) к настоящему времени представляет собой сложившиеся математические дисциплины, другие же —бурно развивающиеся направления (прежде всего различные методы оптимизации, используемые при решении задач формирования оптимальных рекомендаций для решения задач сложных консультируемых проблем и при решении других задач синтеза — математическое программирование, вариационное исчисление, принцип максимума Понтрягина, теория статистических решений, теория игр). *Целесообразно выделить математическое программирование (и его стохастический вариант), представляющее собой совокупность мощных в идейном и вычислительном отношениях методов, которые могут найти широкое применение при решении задач оптимального формирования рекомендаций*. Некоторые методы математического программирования будут рассмотрены в дальнейшем.

Возвращаясь к вопросу о выборе метода решения задачи, необходимо отметить, что если входная информация, исследуемая при решении задачи, является заведомо неполной и неточной, возникает сомнение в целесообразности использования для решения задачи ***точных методов***. Очень часто в условиях неопределенности входной информации получение удовлетворительных результатов обеспечивают ***приближенные методы решения***, преимущество которых перед точными состоит в существенно большей простоте реализации. В связи с этим возникает проблема тщательного изучения эффективности приближенных методов решения задач, в особенности задач оптимального формирования рекомендаций, обеспечивающих решение, близкое к оптимальному.

После выбора метода решения задачи необходимо ***исследовать его с точки зрения технической осуществимости***. Проработка этого вопроса ведется на основании информации о технической оснащенности вычислительного процесса. Если количество операций, необходимых для проведения вычислительной процедуры, оказывается столь большим, что осуществить ее имеющимися вычислительными

средствами в приемлемое время невозможно, то нужно вернуться к одному из более ранних этапов проработки задачи.

Далее рассматривается вопрос о ***целесообразности решения***. Решение задачи нецелесообразно, если результат решения устаревает к моменту его получения и его использование не имеет смысла.

Очередной этап — ***разработка алгоритма решения задачи.***

Алгоритм представляет собой конечный упорядоченный набор точных правил, указывающих, какие действия и в каком порядке необходимо выполнить, чтобы после конечного числа шагов получить решение.

Само слово алгоритм восходит к IX веку. Оно, по-видимому, является транслитерацией имени выдающегося математика Аль-Хорезми, чей трактат был одним из первых, если не самым первым, благодаря которому Европа познакомилась с позиционной системой счисления и искусством арифметического счета.

Следующий этап — ***реализация разработанного алгоритма***. На этом этапе разработанный, удовлетворяющий требованиям алгоритм программно реализуется на цифровой вычислительной машине.

После выполнения алгоритма приступают к ***анализу полученных результатов***. На этом этапе легче всего вскрываются недостатки проработки задачи на всех предшествующих этапах. Если полученные результаты удовлетворяют предъявляемым требованиям, то переходят к этапу ***использования результатов***; если же результаты неудовлетворительны, то следует возвратиться к одному из предыдущих этапов проработки.

Заключительный этап — ***использование результатов решения задачи*** — не требует пояснений..

Изложенная схема проработки может быть использована практически при решении большого количества разнообразных задач по формированию рекомендаций функционирования консультируемой проблемы.

Для решения задач анализа консультируемых проблем может быть использован общий подход к консультированию проблем, изложенный выше. Однако этот общий подход может быть реализован различно в зависимости от конкретной задачи консультируемой проблемы.

Рассмотрим *совокупность методов, которые буде испльзовать для анализа консультируемых проблем*.

1.4.10.2. Метод микроподхода

Применение этого метода сводится к исследованию отдельных элементов (ячеек), из совокупности которых состоит консультируемая проблема. Выбор этих элементарных ячеек неоднозначен и

определяется *консультационными задачами и консультируемой проблемой*. При использовании микроподхода *изучается структура каждого из выделенных элементов консультируемой проблемы*. *их функция, совокупность и диапазон возможных изменений параметров,* после чего делается попытка понять процесс функционирования консультируемой проблемы в целом.

Задачи микроподхода состоят, таким образом, в следующем:

— *выявление элементов консультируемой проблемы;*
— *изучение структуры выделенных элементов;*
— *раскрытие функции каждого из элементов;*
— *выявление связей между элементами*.

Важно отметить, что возможности микроподхода в отношении исчерпывающего консультирования сложных консультируемых проблем ограничены в силу следующего обстоятельства. Практическая реализация наиболее важного этапа микроподхода — выявление элементов консультируемой проблемы — сопряжена с необходимостью преодоления противоречия между желанием возможно более детального изучения каждого из элементов консультируемой проблемы и реальными возможностями установить при этом структуру консультируемой проблемы в целом и характер ее функционирования.

1.4.10.3. Метод макроподхода

При макроподходе сложная консультируемая проблема рассматривается как «черньгй ящик», внутреннее строение которого неизвестно. Такая ситуация имеет место, например, при консультировании недоступных проблем (например, определение состояния противника в текущем моменте времени) или проблем, строение которых изучено недостаточно полно (например, в биологии).

Сущность макроподхода определяется специфическими особенностями сложных консультируемых проблем. Выше отмечалось, что сложная консультируемая проблема представляет собой ***объект дискретной природы,*** состоящий из большого числа элементов. Отсюда следует, что сложная консультируемая проблема может рассматриваться не только как объект, имеющий микроструктуру, но и как ***объект макроскопический***. В процессе макроподхода консультант имеет возможность, воздействуя различным образом на вход консультируемой проблемы, анализировать ее реакцию на соответствующие входные воздействия. Чем больше разнообразных воздействий поступает на вход консультируемой проблемы, тем детальнее можно выяснить природу консультируемой проблемы. При этом мощность множества входных воздействий принципиальным образом связана с разнообразием состояний выходов консультируемой

проблемы. Если на каждую новую комбинацию входных воздействий консультируемая проблема реагирует непрогнозируемым образом, консультирование проблемы необходимо продолжать. Успешно справиться с разнообразием выходов консультируемой проблемы можно только при помощи разнообразия входов.

Итак, метод «черного ящика» состоит в том, чтобы выявить, насколько это возможно, *структуру консультируемой проблемы и принципы ее функционирования*, наблюдая только ее входы и выходы. Однако имеется определенный предел информации, которая может быть получена при использовании макроподхода. Иными словами, если на основании имеющихся данных может быть построена проблема, в точности повторяющая поведение консультируемой проблемы на всем множестве, использованных входных воздействий, задачу макроподхода можно считать решенной. Но создание аналога «черного ящика», конечно, не означает, что процесс консультирования проблемы проведен до конца. Безусловно, невозможно проконсультировать все мыслимые воздействия и установить все мыслимые связи между входами и выходами. В процессе макроподхода консультант сознательно ограничивается анализом поведения консультируемой проблемы лишь на множестве интересующих его воздействий, т. е. лишь в тех ситуациях, реакция консультируемой проблемы в которых представляет практическую важность для решения задач консультируемой проблемы.

При использовании макроподхода для анализа сложных консультируемых проблем необходимо учитывать ряд важных обстоятельств:

— *при исследовании многих реальных консультируемых проблем стоимость каждого эксперимента может быть столь высока, что их число не может быть слишком большим;*

— *измерение любой экспериментальной величины всегда осуществляется при воздействии помех, в силу чего результат эксперимента — случайная величина;*

— *условия проведения эксперимента могут меняться от одного эксперимента к другому (например, может изменяться дисперсия ошибки измерений, т. е. случайный шум, накладывающийся на измерения, может быть нестационарным);*

— *общее количество экспериментов может ограничиваться не только стоимостью, но и какими-либо другими факторами (например, пропускной способностью системы измерений и ограниченностью допустимого интервала измерений).*

В этих условиях весьма актуальной становится проблема извлечения наибольшего количества информации о консультируемой

проблеме с использованием ограниченного числа экспериментов. В связи с этим возникает необходимость разработки *принципов оптимальной организации экспериментов (или более кратко — планирования экспериментов)*. С математической точки зрения задача планирования экспериментов ставится следующим образом.

Пусть измеряемая величина y зависит от численного значения одного или нескольких факторов, которые иногда называют *контролируемыми переменными*. Каждому набору указанных величин сопоставляется вектор-столбец

$$\mathbf{X}(\mathbf{U}) = \begin{vmatrix} x_1\ (\mathbf{U}) \\ x_2\ (\mathbf{U}) \\ \dots\ \dots \\ \dots\ \dots \\ x_k\ (\mathbf{U}) \end{vmatrix},$$

координаты которого $x_1(\mathbf{U})$, $x_2(\mathbf{U})$..... x_k $(\mathbf{U})$ равны значениям контролируемых переменных. Вектор $\mathbf{U}$ характеризует условия, в которых проводится измерение контролируемых переменных (например, момент времени проведения измерении, дисперсию ошибки измерений).

Задачей эксперимента по построению математической модели консультируемой проблемы является в*ыявление и аналитическое описание связей между измеряемыми переменными*. Так как результаты наблюдений — случайные величины, в большинстве случаев задача сводится к установлению связи между средними значениями исследуемых и контролируемых переменных.

Пусть эта связь может быть описана некоторой функцией

$$E(y \mid \mathbf{X}(\mathbf{U})) = \eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \mathbf{\Theta}),$$

где $E(y \mid \mathbf{X}\ (\mathbf{U}))$ — среднее значение исследуемой величины при значениях контролируемых переменных, определяемых координатами вектора $\mathbf{X}(\mathbf{U})$; $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \mathbf{\Theta})$ — неизвестная в сбщем случае функция (ее часто называют *функцией отклика*), численное значение которой зависит от набора неизвестных параметров $\mathbf{\Theta} = (\upsilon_1, \upsilon_2, ..., \upsilon_m)$.

Степень информированности относительно функции $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \mathbf{\Theta})$ может быть различной. Наибольший интерес представляют два крайних случая.

1. Функция $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \mathbf{\Theta})$ известна. При этом требуется получить оценки неизвестных параметров

$$\Theta = \begin{vmatrix} \vartheta_1 \\ \vartheta_2 \\ \vdots \\ \vartheta_m \end{vmatrix}.$$

2. Функция $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \boldsymbol{\Theta})$ не известна. Известно лишь, что эта функция может быть аппроксимирована конечным рядом по некоторой системе наперед заданных функций. Требуется найти наилучшее описание функции $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \boldsymbol{\Theta})$.

В этих условиях задача планирования эксперимента сводится к получению ответов на следующие вопросы:

1) сколько экспериментов следует осуществить;

2) при каких условиях целесообразно проводить каждый эксперимент (например, в какие моменты времени из заданного допустимого интервала наблюдений).

Результатом решения задачи *является установление размерности и компонент вектора* ***U*** *для конкретного эксперимента либо выявление стратегии формирования вектора* ***U*** *для некоторого класса однотипных экспериментов.*

После этого переходят к отысканию функции $\eta(\mathbf{X}(\mathbf{U}), \boldsymbol{\Theta})$. При этом часто используется хорошо разработанный аппарат математической статистики, в частности метод наименьших квадратов (или различные его модификаций).

Макроподход позволяет ***решить следующие задачи***:

— *выявить макрофункцию консультируемой проблемы как отображения множества входных воздействий на множество реакций консультируемой проблемы, т. е. найти функцию* $\eta(\boldsymbol{X}(\boldsymbol{U}), \boldsymbol{\Theta})$,

— *изучить целевое назначение консультируемой проблемы,*

— *исследовать коды входной и выходной информации,*

— *исследовать связи консультируемой проблемы с другими консультируемыми проблемами в процессе ее функционирования.*

Реализацией макроподхода при решении задач оценки эффективности сложных консультируемых проблем является проведение натурного эксперимента. В процессе натурных испытаний консультируемой проблемы в принципе имеется возможность изучить ее поведение в различных условиях функционирования и таким образом оценить эффективность сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

Однако практические возможности использования этого метода часто ограничены трудностью, а иногда и невозможностью

воспроизведения в натурном эксперименте условий функционирования консультируемой проблемы, близких к реальным.

Знание целевого назначения консультируемой проблемы и ее макрофункции позволяет продолжить анализ консультируемой проблемы путем исследования ее ***модели***. ***Модель*** как «заместитель» консультируемой проблемы должна *сохранять все существенное, типичное, что присуще консультируемой проблеме, т. е. должна быть в некотором смысле аналогична оригиналу*.

Эта аналогия (сходство) между консультируемыми проблемами может проявляться на уровне *идентичности макрофункции, на уровне идентичности структуры и макрофункции, на уровне идентичности элементов, структуры и макрофункции.* В последнем случае можно говорить о ***тождестве модели и оригинала***. Изучение модели, тождественной оригиналу, не дает никаких преимуществ перед изучением собственно консультируемой проблемы, поэтому такую модель и не стремятся получить на практике.

Если модель идентична консультируемой проблеме с точностью до *структуры,* она называется *изоморфной* оригиналу. Для изоморфных консультируемых проблем имеет место взаимнооднозначное соответствие макрофункции. Изучение изоморфной модели может дать полное представление об консультируемой проблеме. Вместе с тем понятно, что получение такой модели возможно лишь при наличии, исчерпывающей информации о структуре консультируемой проблемы. В тех случаях, когда эта информация отсутствует или является неполной, в целях анализа консультируемой проблемы может быть использована ее *упрощенная модель, макрофункция которой совпадает с макрофункцией консультируемой проблемы лишь на некотором фиксированном множестве входных воздействий*. В этом случае говорят, что модель *гомоморфна* консультируемой проблеме.

В процессе исследования консультируемых проблем с помощью моделей используется *физическое* либо *математическое моделирование.*

1.4.10.4. Метод физического моделирования

Физическое моделирование осуществляется путем воспроизведения исследуемых консультируемых проблем или консультационных процессов на моделях, имеющих в общем случае отличную от оригиналов природу, но одинаковое математическое описание их функционирования. При этом физические процессы, протекающие в модели и оригинале, являются подобными. Физическое моделирование позволяет провести исследование консультационных процессов и консультируемых проблем, непосредственный анализ которых затруднен или невозможен. Использование физической модели

позволяет определить влияние различных параметров на протекание консультационных процессов, уточнить структуру консультируемой проблемы. Физические процессы в сложных консультируемых проблемах, как правило, *описываются совокупностью дифференциальных (или интегродифференциальных) уравнений*, включающих большое число переменных, непосредственную связь между которыми установить аналитически трудно, а иногда и невозможно. Метод физического моделирования позволяет преодолеть эти трудности путем выбора в качестве модели такого объекта, в котором зависимость между различными параметрами можно обнаружить непосредственными измерениями. Кроме того, физическое моделирование часто позволяет иллюстрировать сложную консультируемую проблему и объяснить ее при помощи явлений более простых и наглядных, облегчая тем самым познание оригинала.

1.4.10.5. Метод математического моделирования

Математическое моделирование состоит в использовании для исследования консультируемой проблемы *совокупности математических соотношений (формул, уравнений, неравенств, логических условий, операторов и т. д.), определяющих структуру консультируемой проблемы и описывающих ее поведение*. ***Математическая модель*** реальной консультируемой проблемы является *абстрактным, формально описанным объектом*, изучение которого возможно математическими методами. Сложность и многообразие процессов функционирования реальных консультируемых проблем не позволяют строить для них абсолютно адекватные математические модели. Формализованная математическая модель отображает лишь наиболее существенные закономерности консультационного процесса или консультируемой проблемы, оставляя в стороне второстепенные детали. Эта формализованная модель должна обладать уже обсуждавшимися ранее свойствами: *независимостью результатов исследования от конкретного физического истолкования смысла элементов модели, содержательностью, дедуктивностью.*

Математическая модель консультируемой проблемы, как правило, содержит:

— описание множества возможных состояний консультируемой проблемы;

— описание закона, в соответствии с которым консультируемая проблема переходит из одного состояния в другое.

Множество возможных состояний консультируемой проблемы будем называть ***пространством состояний*** консультируемой проблемы. Оно, может быть *непрерывным или дискретным*. Каждое состояние

может быть охарактеризовано ***численным*** *значением одного или нескольких параметров* консультируемой проблемы. В соответствии с этим пространство состояний будем называть *скалярным или векторным.*

Закон, в соответствии с которым консультируемая проблема переходит из одного состояния в другое (его будем называть ***функцией переходов***, или — ***оператором переходов***), может иметь различный характер в зависимости от того, непрерывным или дискретным является пространство состояний, *детерминированным* или *стохастическим* является процесс эволюции консультируемой проблемы.

Успешность решения задач анализа консультируемых проблем зависит, в первую очередь, от сложности аналитического описания поведения консультируемой проблемы. В соответствии с этим возможны следующие основные способы использования математических моделей для исследования консультируемых проблем:

— *аналитическое исследование,*

— *исследование с помощью численных методов,*

— *аппаратурное моделирование или моделирование на аналоговых машинах,*

— *моделирование на цифровых вычислительных машинах.*

Проведение аналитического исследования предполагает наличие достаточно полного и точного аналитического описания эволюции консультируемой проблемы в целом. Такое описание возможно, если процесс функционирования консультируемой проблемы обладает определенными свойствами, например является *марковским*. В этом и некоторых других случаях можно оцепить эффективность сформированных рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, т. е. степень ее приспособленности для решения поставленных перед ней задач, для широкого диапазона условий функционирования консультируемой проблемы.

Как правило, математическая модель в первоначальном виде непригодна для непосредственного аналитического исследования. Например, математическая модель может не содержать в явном виде интересующих консультанта величин. В этом случае необходимо трансформировать первоначальную модель в такую систему соотношений относительно искомых величин, которая допускает получение результата *аналитическими методами*. При этом появляется возможность получить достаточно полную информацию о функционировании консультируемых проблем, что и объясняет стремление к аналитическому исследованию консультируемых проблем в первую очередь. Однако применить такое исследование на

практике удается сравнительно редко, так как преобразование математической модели в совокупность соотношений, допускающих эффективное получение результата, в большинстве случаев оказывается весьма трудной задачей. Если аналитическое представление математической модели затруднительно, а упрощения задачи ведут к недопустимо грубым результатам, от аналитического исследования отказываются и переходят к другим способам использования математических моделей.

Исследование консультационных процессов и консультируемых проблем при помощи *численных методов* находит более широкое применение на практике, особенно в связи с интенсивным внедрением в консультационную деятельность быстродействующих вычислительных машин. Содержание работы при численном исследовании консультационных процессов остается в основном тем же, что и при использовании аналитических методов. Отличие состоит в том, что после выполнения наиболее трудной части исследования — *преобразования математической модели в систему уравнений относительно искомых величин* — необходимо, реализуя соответствующий численный метод, вручную или с применением вычислительной техники *получить решение*.

Отметим, что класс уравнений, допускающих приближенное (впрочем, со сколь угодно высокой степенью точности) решение, значительно шире, чем класс уравнений, доступных аналитическому исследованию. Вместе с тем, решение задачи при использовании численных методов обычно бывает менее полным по сравнению с аналитическим исследованием, так как не выявляет структуры и характера функционирования консультируемой проблемы в целом, а лишь позволяет оценить ее состояние при выбранных численных значениях параметров.

Знание математической модели консультируемой проблемы позволяет использовать для анализа консультируемой проблемы аппаратурное моделирование или моделирование на аналоговых вычислительных машинах. При этом характерно воспроизведение процессов, описываемых математической моделью с сохранением их логической структуры, последовательности во времени, а иногда и физического содержания.

В отличие от аналитического и численного методов исследования консультируемых проблем, содержание операций, выполняемых при моделировании, практически не зависит от того, какие величины выбраны в качестве искомых. Для оценки искомых величин может быть использована любая подходящая доступная регистрации информация, циркулирующая в модели.

Моделирование процессов на *вычислительных машинах непрерывного действия*, по существу, является разновидностью аппаратурного моделирования. Сами эти машины, как правило, *представляют собой комплекс многих моделей, способных имитировать разнообразные явления и процессы*. При этом, однако, следует иметь в виду, что *аналоговые модели оказываются особенно удобными при моделировании непрерывных процессов, но их трудно использовать при анализе дискретных процессов,* в частности для моделирования консультируемых проблем, в процессе функционирования которых осуществляется большое количество логических операций.

Наиболее универсальным средством использования математических моделей являются ЭВМ. Для моделирования функционирования консультируемой проблемы на ЭВМ необходимо *преобразовать ее математическую модель в специальный* ***моделирующий алгоритм.*** В соответствии с этим алгоритмом в машине вырабатывается информация, описывающая элементарпые явления исследуемого процесса с учетом их связей и взаимных влияний. Необходимая часть циркулирующей информации выводится из ЭВМ на печать и используется для определения результирующих характеристик системы. В большинстве случаев моделирование процесса функционирования консультируемой проблемы на ЭВМ производится с учетом случайных факторов и их имитацией. Поэтому часто этот метод называют *методом* ***статистического моделирования.***

Важно заметить, что структура моделирующего алгоритма слабо зависит от совокупности искомых величин, а определяется в основном математической моделью консультируемой проблемы. В то же время можно показать, что на универсальной ЭВМ может быть реализован любой формальный алгоритм. Поэтому для исследования процессов методом статистического моделирования нет необходимости всякий раз при разработке нового алгоритма создавать специальные моделирующие установки или специализированные цифровые машины. Достаточно использовать универсальную ЭВМ, обладающую достаточным быстродействием и памятью.

Особенность метода статистического моделирования состоит в том, что в силу учета при моделировании случайных факторов, результаты, получаемые при однократном моделировании исследуемого процесса, следует расценивать лишь как реализации случайного процесса. Каждая из таких реализаций в отдельности не может служить объективной характеристикой консультируемой проблемы. Поэтому искомые величины при исследовании консультируемой проблемы методом статистического моделирования следует определять

усреднением по данным большого числа реализаций. Если при этом количество реализаций N достаточно велико, то в силу закона больших чисел получаемые оценки приобретают статистическую устойчивость (порядок дисперсии оценок равен $1/N$) и с достаточной для практики точностью могут быть приняты в качестве приближенных значений используемых величин.

Метод статистического моделирования имеет обширную сферу применения. Он дает возможность проводить достаточно полное исследование разнообразных консультационных процессов независимо от их физической природы, совокупности искомых величин и прикладной направленности задач, решаемых консультируемой проблемой. Этот метод позволяет путем детального моделирования поведения среды, в которой функционирует консультируемая проблема, и самого процесса функционирования исследуемой консультируемой проблемы оценить степень приспособленности консультируемой проблемы к выполнению поставленных перед ней задач в различных условиях ее функционирования. К сожалению, практическая реализация и этого метода в значительной степени определяется возможностями преодоления ряда трудностей:

1) необходимость разработки и отладки моделей поведения среды и процесса функционирования исследуемой консультируемой проблемы достаточно содержательных, чтобы верно отражать основные черты реальных процессов, и достаточно дедуктивных, чтобы получаемые в процессе моделирования результаты были нетривиальными;

2) необходимость проведения достаточно большого количества реализаций работы модели с тем, чтобы результаты моделирования приобрели статистическую устойчивость и их анализ мог дать содержательные выводы относительно качества функционирования консультируемой проблемы на всем множестве комбинаций внешних воздействий на консультируемую проблему;

3) необходимость привлечения для оценки эффективности консультируемой проблемы в этих целях ЭВМ весьма высокой производительности и с большим объемом памяти.

Кроме того, методу статистического моделирования присущ, естественно, общий недостаток любых численных методов, связанный с трудностями установления функциональных зависимостей между численными значениями параметров внешней среды и эффективностью сформированных рекомендаций для решения задач консультируемой проблемы. Результаты оценки эффективности сформированных рекомендаций с использованием этого метода носят частный характер и характеризуют эффективность сформированных

рекомендаций лишь в тех ситуациях, для которых проводилось моделирование.

1.4.10.6. Метод имитационного моделирования

Имитационное моделирование представляет собой метод исследования консультируемой проблемы, заключающийся в имитации на ЭВМ процессов ее функционирования.

Имитационное моделирование реализуется программным алгоритмом процесса функционирования проблемы с учетом выбранного уровня детализации и его испытаний для получения нужных характеристик. Таким образом, под *имитационным моделированием* понимается процесс конструирования модели реальной проблемы и постановки экспериментов на этой модели с целью изучения ее поведения либо оценки в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев, стратегий, обеспечивающих функционирование проблемы. Конструируя модель, ЭВМ как бы имитирует явления и события моделируемого процесса, что и отражено в названии этого способа моделирования.

Процесс имитации включает в себя большое число операций, связанных с формированием, преобразованием и использованием реализации случайных событий, величин и процессов. Результаты моделирования носят случайный характер, отражают лишь случайные сочетания действующих факторов, складывающихся в процессе моделирования. Искомые величины при имитационном моделировании обычно определяют средние значения по данным некоторого числа реализаций процесса. Совокупность реализации выступает в роли статистического материала при машинном эксперименте, а оценка параметров исследуемой проблемы по результатам моделирования — в роли экспериментальных данных. Поэтому имитационное моделирование иногда называют *методом статистического моделирования.*

Имитационное моделирование позволяет исследовать проблемы, связанные с управлением, любой сложности, и на любом уровне детализации его можно представить в виде непрерывного спектра, простирающегося от точных моделей или макетов реальных проблем до совершенно абстрактных математических моделей. Как следствие этой широты имитационное моделирование представляет собой недостаточно четко определенное понятие в гораздо более узком смысле, чем это следует из приведенного выше определения.

Структуру имитационной модели в самом общем виде можно представить как результат действия реальной проблемы (устройства, системы)

$$E=f(x_i, y_i),$$

где f — функциональная зависимость между x_i и y_i, определяющая величину E; x_i, y_i — переменные и параметры, которыми мы можем и соответственно не можем управлять.

Это явное упрощение полезно тем, что дает зависимость функционирования проблемы от контролируемых и неконтролируемых переменных.

Схема процесса имитационного моделирования показана на рис. 1.14.

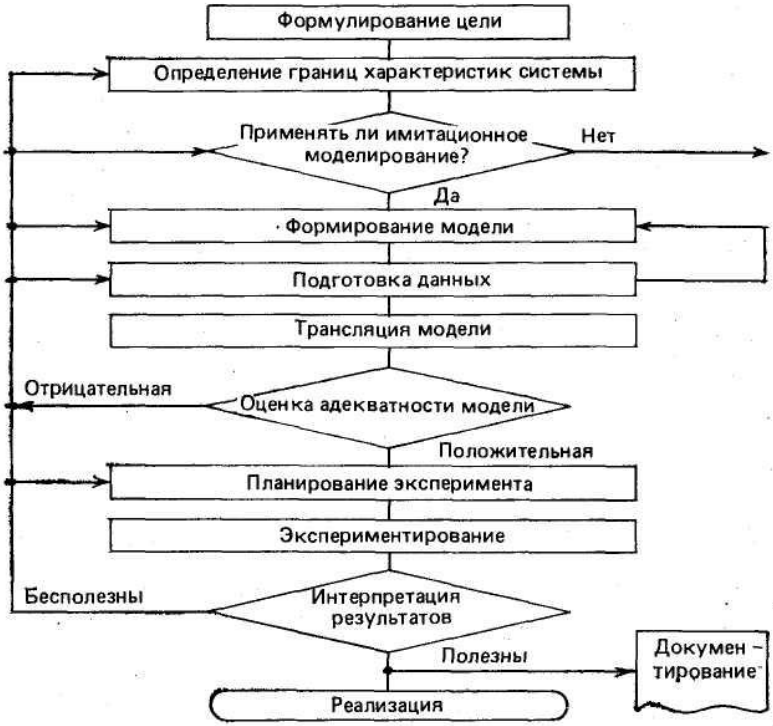


Рис. 1.14. Схема процесса имитационного моделирования

Этап определения границ характеристик проблемы подразумевает установление границ, ограничений и измерителей показателей эффективности, подлежащих изучению. На этапе *формирования модели* осуществляется переход от представлений о реальной проблеме к абстрагированию, т. е. к некоторой логической схеме. Подготовка данных состоит в отборе данных, необходимых для построения модели, и представлении их в соответствующей форме. Трансляция

заключается в описании модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ. Оценка адекватности модели осуществляется путем обращения к модели и сопоставлении полученной информации с данными о реальной проблеме.

Планирование эксперимента включает в себя совокупность сведений по организации эксперимента. *Экспериментирование* — собственно процесс имитации с получением необходимых данных. Построение выводов по данным, полученным путем имитации, осуществляется на этапе интерпретации результатов. Документирование включает регистрацию как консультационного процесса и его результатов, так и процесса создания и использования модели. Реализация подразумевает практическое применение модели и результатов моделирования.

Недостатки имитационного моделирования:

1. В отличие от математического моделирования, позволяющего в ряде случаев получать аналитические зависимости показателей от внутренних характеристик проблемы,, одиночное испытание модели может дать лишь численные величины некоторого показателя при заданных значениях характеристик.
2. Получение формальных и графических зависимостей от характеристик проблемы требует многократных испытаний.
3. Разработка программ сложных имитационных моделей весьма трудоемка и требует высокой квалификации разработчиков.
4. Имитационная модель в принципе неточна, и не представляется возможным измерить степень этой неточности. Этот недостаток может быть преодолен лишь частично путем анализа чувствительности модели к изменению определенных параметров.

Следует иметь в виду, что имитационное моделирование представляет собой крайнее средство, используемое для решения задачи. Естественно, что когда задача может быть сведена к простой модели и решена аналитически, то необходимость в имитационном моделировании не возникает.

Реальным способом снижения трудоемкости имитационного моделирования является автоматизация процедур построения и реализации моделей. Одним из средств достижения этого служат специализированные языки моделирования. Однако даже для относительно несложных проблем подготовка моделей и отладка программ требуют больших усилий. Наиболее полное решение задачи достигается при создании универсального пакета прикладных программ, называемого обычно автоматизированной имитационной моделью (АИМ), способного настраиваться на имитацию любых реальных проблем из данного заранее определенного класса. В этом случае все процедуры обслуживания модели, связанные

с вводом в ЭВМ исходных данных, их расположением в памяти, преобразованием элементов структуры и схем сопряжения к стандартному виду, настройкой модели на реальную проблему и конкретную задачу, фиксацией, обработкой и анализом результатов моделирования и т. д., которые могут быть формализованы, программируются для выполнения при помощи ЭВМ.

1.4.11. Классификация консультационных процесссов

1.4.11.1. Представление процессов

На протяжении всего развития теории консалтинга делаются попытки создать какую-то общую классификацию, под которую подпадали бы все возможные направления развития консультационных процесссов. Но ни одна из таких классификаций не смогла охватить все разнообразие разрабатываемых консультационных процесссов и не выдерживала испытания временем. Тем не менее в научную практику попали и широко используются ряд терминов, которые полезно знать не только разработчикам, но и пользователям (консультантам) консультационных процесссов. Ниже будет рассмотрена, предложенная автором, классификация автоматизированных консультационных процессов.

Одно из принципиальных отличий консультационного процесса – использование процессного подхода к менеджменту, а также к созданию и функционированию САК. Основную идею процессного подхода можно свести к следующим положениям:

1. Функционирование консультационной организации следует представлять в виде сети взаимодействующих между собой консультационных процессов;
2. Менеджмент деятельностью консультационной организации должен основываться на менеджменте сетью консультационных процессов.

Ниже рассматривается подход к описанию и классификации консультационных процессов в консультационной организации, основанный на применении методологии функционального моделирования IDEF0.
В МС ИСО 9000:2000 используется следующее определение процесса: *«Набор взаимосвязанных и взаимодействующих операций (действий), которые преобразуют входы в выходы.*

***Примечание 1**. Входы процессов, как правило, являются выходами других процессов.*
***Примечание 2**. Процессы в организации планируются и исполняются при управляемых условиях для добавления ценности.»*

Наиболее наглядным способом описания консультационных процессов является их графическое представление. В различных работах, посвященных толкованию процессного подхода, изложенного в новой версии стандарта, предлагаются различные варианты для графического представления консультационных процессов.

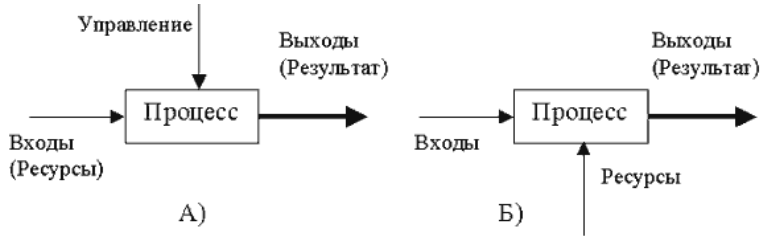


Рис. 1.15. **Варианты графического представления консультационных процессов.**

Описание консультационных процессов должно отражать не только отдельные процессы, на также взаимосвязи и взаимодействия между процессами. Процессы вместе с взаимосвязями и взаимодействиями представляют *сеть консультационных процессов* консультационной организации.

Описание сети консультационных процессов, составляющих деятельность консультационной организации – это сложная организационно-техническая задача, для решения которой требуются специальные средства описания и анализа. Впервые это обстоятельство было осознано в середине 70-х годов при реализации комплексных проектов по заказам ВВС США. В то же время была предложена и реализована программа комплексной компьютерной поддержки производства (ICAM – Integrated Computer-Aided Manufacturing), в рамках которой, в частности, применялась методология структурного анализа систем. Позже на базе этого подхода была разработана методология функционального моделирования IDEF0, которая в 1993 году была принята в качестве федерального стандарта в США, а в 2000 году – в качестве стандарта в

Российской Федерации.
В методологии функционального моделирования IDEF0 для графического представления консультационной процесса будем испльзовать следующую нотацию (рис. 1.16).

Рис. 1.16. **Графическое представление консультационного процесса в IDEF0**

В соответствии с методологией IDEF0 консультационный процесс представим в виде функционального блока, который преобразует входы в выходы при наличии необходимых ресурсов (механизмов) в управляемых условиях. Взаимосвязи и взаимодействия консультационных процессов по рекомендации IDEF0 представляются дугами, соединяющими выходы одних функциональных блоков со входами других.

Модель консультационных процессов в рамках СК

Модель сети консультационных процессов в рамках системы консультирования должна отвечать на следующие вопросы:

- Какие консультационные процессы в деятельности консультационной организации относятся к системе консультирования?
- Какова структура этих процессов, включая выходы и потребителей (консультантов) процессов, входы и поставщиков (клиентов) и т.д.?
- Как процессы взаимодейтсвуют друг с другом?

- Как в рамках процессов выполняются требования, определенные в МС ИСО семейства 9000 версии 2000 года?

Требования к функциональной модели

Для того, чтобы функциональная модель сети консультационных процессов отвечала на эти и другие вопросы в рамках СК, она должна строиться в соответствии с дополнительными требованиями (помимо тех, которые сформулированы в методологии IDEF0). Ниже приводится не полный перечень требований, которым должна отвечать функциональная модель консультационных процессов: Функциональная модель строится с точки зрения руководства консультационной организации. При таком подходе модель включает все процессы и элементы, влияющие на качество сформированных конечных рекомендаций и процессов.

1. Функциональная модель должна содержать процессы, определенные как обязательные в рамках требований МС ИСО семейства 9000 версии 2000 года. Перечень этих процессов приведен в МС ИСО 9001:2000.
2. Функциональная модель должна содержать элементы (объекты), регламентируемые в МС ИСО семейства 9000 версии 2000 года. Перечень таких элементов приведен в МС ИСО 9001:2000.
3. Функциональная модель должна охватывать все стадии жизненного цикла сформировавнных рекомендаций, относящиеся к сфере функционирования консультируемой проблемы.

Особенности функциоанльной модели СК

Деловой процесс

Для того, чтобы функциональная модель удовлетворяла перечисленным требованиям, она должна строиться как модель делового процесса.
Деловой процесс – это совокупность процессов (операций, действий) и взаимодействий между ними, результатом (выходом) которой является сформированные рекомендации и/или услуги, поставляемые клиентам, а входами – материальные, информационные и трудовые ресурсы,

поставляемые внешними поставщиками. Таким образом, функциональная модель делового процесса будет охватывать процессы жизненного цикла, а также связанные с ними вспомогательные процессы и процессы менеджмента, входящие в состав деятельности консультационной организации. Это полностью согласуется с требованиями МС ИСО семества 9000 версии 2000 года.

Например, швейное ателье производит (шьет) женские пальто, заключая договора с потребителями. Потребителями продукции являются магазины женкой одежды и торгово-посреднические компании. Ателье закупает сырье на комвольных комбинатах, а также у торгово-посреднических компаний. Деловым процессом в швейном ателье является процесс «Производить женские пальто».

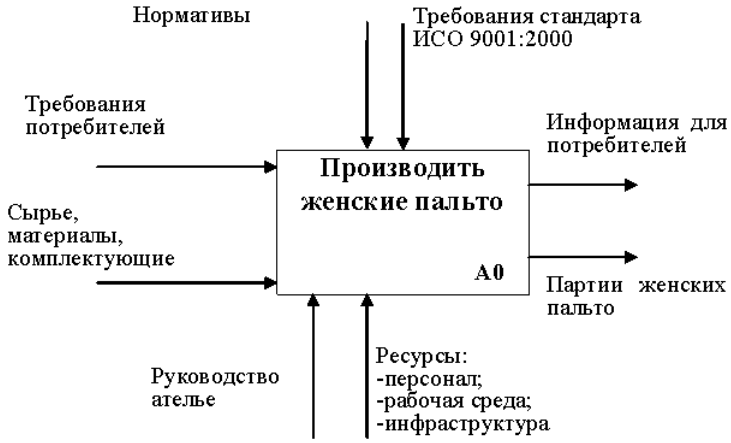


Рис. 1.17**. Деловой процесс в швейном ателье**

Обязательные процессы и элементы

Согласно требований МС ИСО 9001:2000 к обязательным консультационным процессам будем относить:

- Реализация ответственности высшего руководства в рамках системы консультирования;
- Менеджмент ресурсами (вспомогательными консультационными процессами);

- Менеджмент основными консультационными процессами (процессами жизненного цикла сформированных рекомендаций);
- Процессы измерения, контроля и улучшения СК.

К обязательным элементам относятся, в том числе,

- Документы, содержащие политику, цели организации в сфере менеджмента консультирования;
- Документы, содержащие ответственность сотрудников консультационной организации (должностные инструкции);
- Записи сформированных рекомендаций, и т.д.

Соответственно, функциональная модель должна содержать все обязательные процессы и элементы в соответствии с требованиями МС ИСО семейства 9000 версии 2000 года.

В нашем примере деловой процесс в швейном ателье будет иметь следующую структуру (Рис. 1.18).

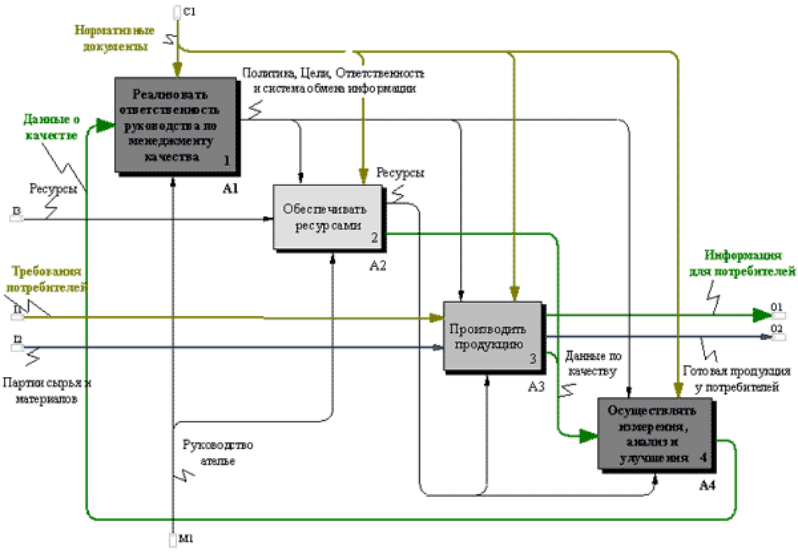


Рис. 1.18**. Детализация делового процесса**

На диаграмме (рис. 1.18) процесс представлен в виде 4-х взаимодействующих между собой процессов. Каждый из 4 процессов является обязательным с точки зрения выполнения требований МС ИСО 9001:2000.
Стрелки, связывающие функциональные блоки, представляют элементы (объекты), которые передаются с выходов одних процессов на входы других. В том числе, они представляют обязательные с точки зрения МС ИСО 9000:2000 элементы процессов, такие как, например, «Записи сформированных рекомендаций» или «Политика организации в области менеджемента консультирования».

Классификация консультационных процессов в СК

Классификация консультационных процессов является важным этапом анализа деятельности консультационной организации. Одна из целей классификации – определение консультационных процессов, относящихся к системе консультирования.

Функциональная модель сотоит из двух типов элементов – функциональных блоков и дуг. Сооветственно, классифкация консультационных процессов, представленных на функциональной модели, сводится к классификации собственно функциональных блоков и дуг.

Классификация дуг

В рамках IDEF0-модели дуги в зависимости от их положения на диаграмме уже подразделены на 4 категории: *входные, выходные, управления и механизма.*

Дополнительно дуги могут быть классифицированы в зависимости от категории объектов, которые они представляют на диаграмме. К числу таких категорий могут относиться:

- Материалы, сырье, продукция, ресурсы;
- Информация, данные; записи сформированных рекомендаций; документы;
- Распоряжения руководства, планы, графики; распорядительные документы;
- Стандарты, нормативная документация;

- Ответственные исполнители, сотрудники консультационной организации и т.д.

Для того, чтобы выделить в IDEF0-модели элементы определенного типа, при моделировании используются заранее оговоренные соглашения о графическом стиле представления объектов различных категорий. Поскольку дуги на IDEF0-модели представляются прямыми и ломанными линиями, графический стиль для дуг включает соглашение о цвете линии, толщине линии, типе линии (сплошная, пунктирная, штрих - пунктирная, и т.д.), а также о типе стрелки на конце дуги.

Например, дуги, отражающие в рамках функциональной модели «Записи сформированных рекомендаций», изображаются зеленой сплошной линией (Рис. 1.18) .

Следует отметить, что установление соответствия между категорией объекта (например, записи сформированных рекомендаций) и графическим стилем представления этого объекта (зеленая сплошная линия) в функциональной модели играет не только презентационную роль. С помощью компьютерной программы такого рода отношения можно обрабатывать, создавая специальные отчеты, содержащие, например, информацию о всех процессах, которые на выходе порождают записи сформированных рекомендаций.

Классификация функциональных блоков

Функциональные блоки в IDEF0-модели могут быть классифицированы в зависимости от категорий консультационных процессов, которые они представляют. В рамках функциональных моделей СК следует использовать категории процессов, которые регламентированы в МС ИСО 9001:2000.

Для того чтобы выделить в IDEF0-модели процессы определенной категории, при моделировании используются заранее оговоренные соглашения о графическом стиле представления соответствующих функциональных блоков в модели по аналогии с соглашениями для дуг.

Процессный подход, составляющий основу версии МС ИСО 9000:2000, требует применения специальных средств для описания и

классификации консультационных процессов, составляющих деятельность консультационной организации. Мы показали, что одним из таких средств может являться методология функционального моделирования IDEF0. В пользу применения методологии IDEF0 для описания и классификации консультационных процессов говорит не только возможность методологии решить эту задачу в рамках системы консультирования консультационной организации, но также тот факт, что данная методология также является стандартом для функционального моделирования в ряде стран, включая США и Россию. Последнее обстоятельство делает возможным использовать методологию IDEF0 в качестве единого языка для обмена информацией между консультационными организациями, аудиторами, экспертами, консультантами.

Методология IDEF0 поддерживается компьютерными программами. Применение компьютерных программ на стадии описания консультационных процессов позволит не только повысить эффективность решения консультационной задачи, но также использовать эти модели на стадии менеджмента консультационными процессами, интегрируя их в корпоративную информационную систему консультационной организации.

1.4.11.2. Классификация архитектуры консультационных процессов

Любой консультационный процесс достигает своей наивысшей производительности благодаря использованию *унифицированных консультационных операций и параллельному выполнению большого числа этих операций.* Именно возможность параллельного функционирования различных консультационных операций (работы с перекрытием) является основой ускорения реализации основных операций.

Параллельные консультационные процессы часто будем подразделять по классификации, предложенной в свое время автором, на консультационные процессы типа SIMD (Single Instruction Multiple Data - *с одним потоком операций* (команд) *при множественном потоке данных*) и MIMD (Multiple Instruction Multiple Data – *с множественным потоком операций (команд) при множественном потоке данных*). Как и любая другая, приведенная выше классификация не вполне совершенна: существуют консультационные процессы прямо в нее не попадающие, имеются также важные признаки, которые в этой классификации не учтены. В частности, к консультационным процессам типа SIMD часто относят *векторные*

средства реализации консультационных процессов, хотя их высокая производительность зависит от другой формы параллелизма - *конвейерной организации средства реализации консультационных процессов*. *Многоагрегатные векторные консультационные системы* состоят из нескольких векторных средства реализации консультационных процессов и поэтому могут быть названы MSIMD (Multiple SIMD).

Рассмотренная выше классификация не делает различия по другим важным для консультационных процессов характеристикам, например, *по уровню "зернистости" параллельных выполнений консультационных операций и методам синхронизации*.

Можно выделить *четыре основных типа архитектуры консультационных процессов параллельного функционирования* (паралельного формирования рекомендаций):

1) Конвейерная и векторная реализация консультационных процессов.

Основу ***конвейерной*** реализация консультационных процессов составляет раздельное выполнение некоторой консультационной операции в *несколько этапов* (за несколько ступеней) с передачей результатов реализация консультационной операции в виде данных одного этапа следующему. Производительность при этом возрастает благодаря тому, что одновременно на различных ступенях конвейера выполняются несколько консультационных операций.

Конвейеризация эффективна только тогда, когда загрузка консультирующих средств конвейерного типа близка к полной, а скорость подачи новых операндов соответствует максимальной производительности конвейера. Если происходит задержка, то параллельно будет выполняться меньше операций и суммарная производительность снизится.

Векторные операции обеспечивают идеальную возможность полной загрузки консультирующих средств конвейерного типа.

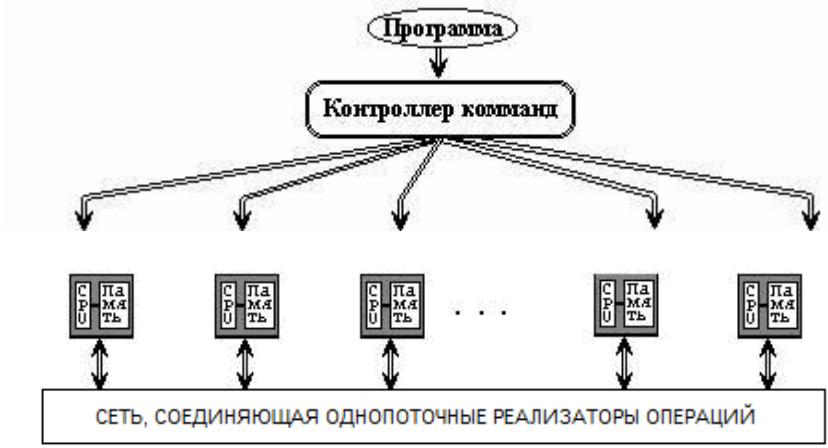
При выполнении векторной команды одна и та же операция применяется ко всем элементам вектора (или чаще всего к соответствующим элементам пары векторов).

Для настройки конвейерного средства на выполнение конкретной операции может потребоваться некоторое установочное время, однако затем операнды могут поступать в конвейер с максимальной скоростью, допускаемой возможностями пропускной способности конвейера. При этом не возникает пауз ни в связи с выборкой новой команды, ни в связи с определением ветви, реализующей операцию, при условном переходе. Таким образом, *главный принцип реализации векторных операций на конвейере состоит в выполнении некоторой элементарной операции или комбинации из нескольких элементарных*

операций, которые должны повторно применяться к некоторому блоку формируемых рекомендаций, представленных в виде данных. Таким операциям в исходном функциональном блоке соответствуют небольшие компактные циклы.

2) *Консультационные средства типа SIMD*.

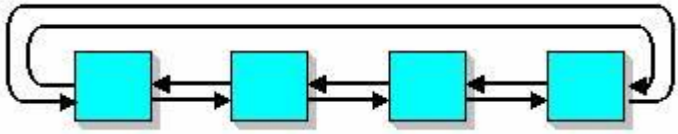
SIMD консультационное средство имеет N идентичных реализаторов консультационных операций, N потоков исходных данных и один поток команд. Каждый реализатор консультационных операций обладает собственной локальной памятью. Реализаторы консультационных операций интерпретируют адреса данных либо как локальные адреса собственной памяти, либо как глобальные адреса, возможно, модифицированные добавлением локального базового адреса. Реализаторы консультационных операций получают команды от одного центрального контроллера команд и работают синхронно, то есть на каждом шаге все реализаторы консультационных операций выполняют одну и ту же команду над данными из собственной локальной памяти.



Реализаторы консультационных операций типа SIMD состоят из большого числа идентичных функциональных элементов,
имеющих собственную память. Все функциональные элементы в таком реализаторе консультационных операций выполняют один и тот же процесс. Очевидно, что такой реализатор консультационных операций, составленный из большого числа функциональных элементов (блоков), может обеспечить очень высокую производительность формирования

рекомендаций только тех консультационных задачах, при решении которых все функциональные блоки могут делать одну и
ту же работу. Модель реализации процесса формирования рекомендаций для консультирующего средства SIMD очень похожа на модель реализации процесса формирования рекомендаций для векторного процессора: одиночная операция выполняется над большим блоком данных.

Такая архитектура с распределенными функциями может быть истолкована как *архитектура с параллелизмом данных* (data-parallel), так как параллельность достигается при наличии одиночного потока команд, действующего одновременно на несколько частей данных. Сеть, соединяющая функциональные блоки, обычно имеет регулярную топологию такую как кольцо:



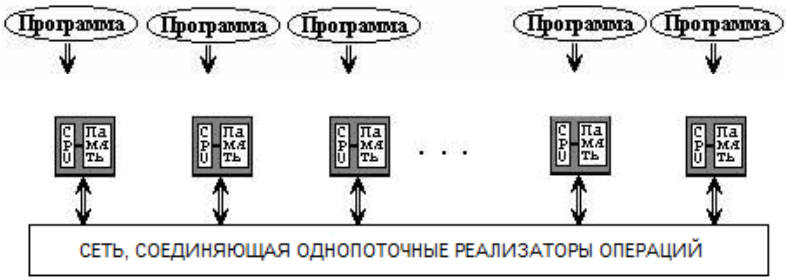
Сеть консультационных операций с топологией «кольцо»

В отличие от ограниченного конвейерного функционирования векторного реализатора консультационных операций, *матричный реализатора консультационных операций* (синоним для большинства SIMD-средств) может быть значительно более гибким. Обрабатывающие элементы таких реализаторов - это универсальные программируемые микрореализаторы, так что задача, решаемая *параллельно*, может быть достаточно сложной и содержать ветвления. Обычное проявление этой консультационной модели в исходной программе примерно такое же, как и в случае векторных операций: циклы на элементах массива, в которых значения, вырабатываемые на одной итерации цикла, не используются на другой итерации цикла.

Модели консультационных операций, реализуемые на векторных и матричных реализаторах настолько схожи, что эти реализаторы
можно рассматривать как эквивалентные.

3) Средства типа MIMD.

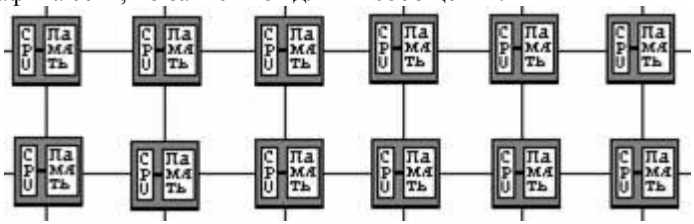
MIMD средство имеет N функциональных реализаторов консультируемых операций, независимо исполняющих N потоков команд и обрабатывающих N потоков данных. Каждое средство функционирует под управлением собственного потока команд, то есть MIMD средство может параллельно выполнять совершенно разные программы.



MIMD архитектуры далее классифицируются в зависимости от физической организации памяти, то есть имеет ли средство свою собственную локальную память и обращается к другим блокам памяти, используя коммутирующую сеть, или коммутирующая сеть подсоединяет все средства к общедоступной памяти. Исходя из организации памяти, будем различать следующие типы параллельных архитектур:

• *Средства с распределенной памятью* (Distributed memory)

Средство может обращаться к локальной памяти, может посылать и получать сообщения, передаваемые по сети, соединяющей средства. Сообщения используются для осуществления связи между средствами или, что эквивалентно, для чтения и записи удаленных блоков памяти. В идеализированной сети стоимость посылки сообщения между двумя узлами сети не зависит как от расположения обоих узлов, так и от трафика сети, но зависит от длины сообщения.



• *Средства с общей (разделяемой) памятью* (True shared memory)

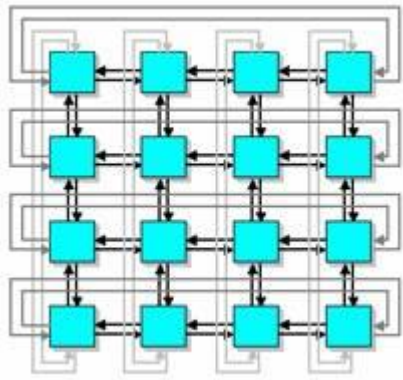
Все средства совместно обращаются к общей памяти, обычно, через шину или иерархию шин. В идеализированной PRAM (Parallel Random Access Machine - параллельное средство с произвольным доступом) модели, часто используемой в консультационных исследованиях параллельных консультационных процессов, любой реализатор может обращаться к любой ячейке памяти за одно и то же время. На практике масштабируемость этой архитектуры обычно приводит к некоторой

форме иерархии памяти. Частота обращений к общей памяти может быть уменьшена за счет сохранения копий часто используемых данных в кэш-памяти, связанной с каждым реализатором. Доступ к этому кэш-памяти намного быстрее, чем непосредственно доступ к общей памяти.

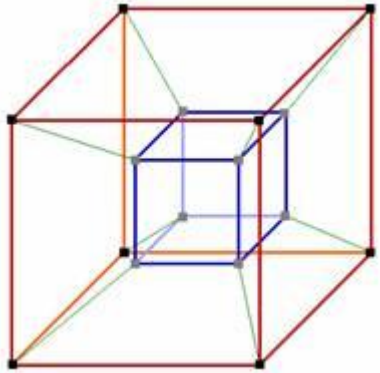
• *Реализаторы с виртуальной общей (разделяемой) памятью* (Virtual shared memory)

Общая память как таковая отсутствует. Каждый реализатор имеет собственную локальную память и может обращаться к локальной памяти других реализаторов, используя "глобальный адрес". Если "глобальный адрес" указывает не на локальную память, то доступ к памяти реализуется с помощью сообщений, пересылаемых по коммуникационной сети.

MIMD архитектуры с распределенной памятью можно так же ***классифицировать*** *по пропускной способности коммутирующей сети*. Например, в архитектуре, в которой пары из реализатора и модуля памяти (реализаторный элемент) соединены сетью с *топологий решетка*, каждый реализатор имеет одно и то же число подключений к сети вне зависимости от числа реализаторов средства. Общая пропускная способность такой сети растет линейно относительно числа реализаторов. В *топологии клика* каждый реализатор должен быть соединен со всеми другими реализаторами. С другой стороны в архитектуре, имеющей сеть с *топологий гиперкуб*, число соединений реализатора с сетью является логарифмической функцией от числа реализаторов, а пропускная способность сети растет быстрее, чем линейно по отношению к числу реализаторов.



Сеть с топологией 2D-решетка (тор)



Сеть с топологией 2D-гиперкуб (тор)

Термин "мультиреализатор " покрывает большинство средств типа MIMD и (подобно тому, как термин "матричный реализатор" применяется к средствам типа SIMD) часто используется в качестве синонима для средств типа MIMD. В *ультрареализаторной* системе каждый реализаторный элемент (РЭ) выполняет свою операцию достаточно независимо от других реализаторных элементов. Реализаторные элементы, конечно, должны как-то связываться друг с другом, что делает необходимым более подробную классификацию средств типа MIMD. В мультиреализаторах с общей памятью (*сильносвязанных мультиреализаторах*) имеется память данных и команд, доступная всем РЭ. С общей памятью РЭ связываются с помощью общей шины или сети обмена. В противоположность этому варианту в слабосвязанных *многореализаторных системах* (средства с локальной памятью) вся память делится между реализаторными элементами и каждый блок памяти доступен только связанному с ним реализатору. Сеть обмена связывает реализаторные элементы друг с другом. Базовой моделью выплнения операций на MIMD-мультиреализаторе является совокупность независимых реализаторов, эпизодически обращающихся к разделяемым данным.

Можно создать большое количество вариантов этой модели. На одном конце спектра - *модель распределенных реализаций консультационных операций*, в которой процесс делится на довольно большое число параллельных задач, состоящих из множества подпроцессов. На другом конце спектра - *модель потоковых реализаций консультационных операций*, в которых каждая операция в процессе может рассматриваться как отдельный процесс. Такая операция ждет своих входных данных (операндов), которые должны быть переданы ей другими процессами. По их получении операция

выполняется, и полученное значение передается тем процессам, которые в нем нуждаются. В потоковых моделях реализаций консультационных операций с большим и средним уровнем гранулярности, процессы содержат большое число операций и выполняются в потоковой манере.

4) Многореализаторные средства с SIMD-*реализаторами*.

Многие современные консультационные средства представляют собой многореализаторные системы, в которых в качестве реализаторов используются векторные реализаторы или преализаторы типа SIMD. Такие реализаторные средства относятся к реализаторным средствам класса MSIMD.

Языки программирования и соответствующие компиляторы для реализаторов типа MSIMD обычно обеспечивают языковые конструкции, которые позволяют консультанту описывать "крупнозернистый" параллелизм. В пределах каждой задачи компилятор автоматически векторизует подходящие циклы. Реализаторы типа MSIMD, как можно себе представить, дают возможность использовать лучший из этих двух принципов декомпозиции: векторные операции ("мелкозернистый" параллелизм) для тех частей процесса, которые подходят для этого, и гибкие возможности MIMD- архитектуры для других частей процесса.

Многореализаторные консультационные системы претерпели ряд этапов своего развития. Первой осваивалась технология SIMD. Однако в настоящее время представляет достаточно большой интерес архитектура технологии MIMD. Этот интерес главным образом определяется двумя факторами:

1. Архитектура MIMD дает большую гибкость: при наличии адекватной поддержки со стороны аппаратных средств и программного обеспечения MIMD может работать как однопользовательская консультационная система, обеспечивая высокопроизводительное формирование рекомендаций для одной консультационной задачи, как многореализаторное средство, выполняющее множество задач параллельно, и как некоторая комбинация этих возможностей.

2. Архитектура MIMD может использовать все преимущества современной консультационной технологии на основе строгого учета соотношения стоимость/производительность. В действительности практически все современные многореализаторные средства строятся на тех же микрореализаторах.

Одной из отличительных особенностей многореализаторной консультационной системы является сеть обмена, с помощью которой реализаторы соединяются друг с другом или с памятью. Модель обмена настолько важна для многореализаторной консультационной

системы, что многие характеристики производительности и другие оценки выражаются отношением времени формирования рекомендации к времени обмена, соответствующим решаемым задачам. Предлагается *две основные модели межреализаторного обмена*: одна основана на *передаче сообщений*, другая - на *использовании общей памяти*. В многореализаторной консультационной системе с общей памятью один реализатор осуществляет запись в конкретную ячейку, а другой реализатор производит считывание из этой ячейки памяти. Чтобы обеспечить согласованность данных и синхронизацию процессов,
обмен может реализовываться по принципу взаимно исключающего доступа к общей памяти методом "почтового ящика".
С ростом числа реализаторов просто невозможно обойти необходимость реализации модели распределенной памяти с высокоскоростной сетью для связи реализаторов.
С быстрым ростом производительности реализаторов и связанным с этим ужесточением требования увеличения полосы пропускания памяти, масштаб консультационных систем (т.е. число реализаторов в системе), для которых требуется организация распределенной памяти, уменьшается, также как и уменьшается число реализаторов, которые удается поддерживать на одной разделяемой шине и общей памяти.

Распределение памяти между отдельными узлами системы имеет два главных преимущества. Во-первых, это эффективный с точки зрения стоимости способ увеличения полосы пропускания памяти, поскольку большинство операций могут выполняться параллельно к локальной памяти в каждом узле. Во-вторых, это уменьшает задержку выполнения операции (время доступа) к локальной памяти. Эти два преимущества еще больше сокращают количество реализаторов, для которых архитектура с распределенной памятью имеет смысл.

Обычно устройства ввода/вывода, также как и память, распределяются по узлам и в действительности узлы могут состоять из небольшого числа (2-8) реализаторов, соединенных между собой другим способом. Хотя такая кластеризация нескольких реализаторов с памятью и сетевой интерфейс могут быть достаточно полезными с точки зрения эффективности в стоимостном выражении, это не очень существенно для понимания того, как такое средство работает, поэтому мы пока остановимся на системах с одним реализатором на узел. Основная разница в архитектуре, которую следует выделить в средствах с распределенной памятью заключается в том, как осуществляется связь и какова логическая модель памяти.

1.4.11.3. Классификация математических моделей консультационного процесса

Изучение консультационного процесса возможно на математических моделях. Система консультирования может, в частности, рассматриваться как детерминированная линейная стационарная система, в большинстве случаев одномерная.

Наряду с этим направлением возникло и другое, характеризующееся подходом к системам консультирования как к сложным (большим) системам. Основной особенностью сложных систем, как отмечалось выше, принято считать иерархичность структуры. Эта иерархичность характерна и для структуры системы консультирования. Управление подсистемами осуществляется соответствующими регуляторами (руководством), а изменение параметров регуляторов данного уровня производится регулятором более высокого уровня с тем, чтобы обеспечить оптимальное управление системой консультирования в целом в условиях ограниченности людских и материальных ресурсов.

Для систем с иерархической структурой наиболее характерным является следующее: 1) отдельные консультационные подпроцессы автономны в том смысле, что каждый регулятор управляет ограниченным числом подпроцессов; 2) управление подпроцессами происходит на основе относительно ограниченного количества информации; 3) чем выше уровень управления, тем меньше требуется информации для его осуществления, т. е. при движении вверх по иерархии информация как бы уплотняется; 4) существование цели консультирования для каждой подсистемы и общей цели для всей системы; 5) взаимовлияние подпроцессов из-за ограничений на общую стоимость консультирования и как следствие — ограничения на штаты, оборудование и другие ресурсы.

На рис. 1.19 приводится одна из возможных классификаций математических моделей консультационного процесса формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

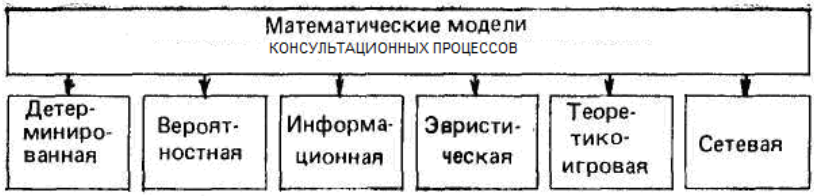


Рис. 1.19. Классификация математических моделей консультационного процесса формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы

Детерминированная модель строится в тех случаях, когда факторы, влияющие на конечный результат консультационного процесса, поддаются достаточно точной оценке, а случайные факторы либо отсутствуют, либо ими можно пренебречь.

Если факторы, влияющие на конечный результат консультационного процесса, являются случайными, то строится вероятностная (стохастическая) модель.

Поскольку формирование рекомендаций можно представить как процесс переработки информации, для описания консультационного может быть использована информационная модель.

Формирование рекомендаций, выполняемое коллективами специалистов, основывается в значительной степени на опыте, интуиции, аналогии и индукции, иными словами, на эвристических методах. Эвристические процедуры практически не получили до сего времени формализованного отображения и ограничиваются описательной формой представления. Тем не менее консультационный процесс с известной степенью приближения может быть представлен эвристической моделью.

Консультационный процесс протекает в условиях неполной информации, когда складываются конфликтные ситуации. С этих позиций консультационный процесс может быть представлен теоретико-игровой моделью.

Методы сетевого планирования позволяют объективно устанавливать минимально необходимое время и расход людских и материальных ресурсов для выполнения консультационных работ, выявлять критические пути, т. е. «узкие места» консультационного процесса, и вносить необходимые коррективы. Как следствие консультационный процесс может быть представлен сетевой моделью.

При разработке математической модели следует руководствоваться следующими положениями: 1) модель должна строго отвечать поставленной задаче — не должна быть точнее, чем это необходимо для решения данной конкретной задачи; 2) модель должна быть простой и удобной для анализа и в то же время предельно чувствительной к исследуемым переменным, при этом не должны учитываться другие, второстепенные для решаемой задачи факторы; 3) усложнение модели излишними подробностями чревато тем, что влияние интересующих нас переменных «утонет» в совокупном влиянии других

1.5. Классификация систем консультирования

1.5.1. Общие сведения об эргатических системах, как системах автоматизированного консультирования

Выше указывалось, что главной задачей, которая ставится перед консультантом, занимающимся автоматизацией того или иного консультационного процесса, является определение рациональной степени автоматизации. Другими словами, консультант должен уметь оценить, что и насколько следует автоматизировать в данном консультационном процессе. При этом он руководствуется критериями качества консультационного процесса. Критерий качества процесса может быть достигнут минимальным или максимальным (в зависимости от задания) и без автоматизации процесса, за счет лишь изменения его параметров. Так или иначе, целью является не автоматизация сама по себе, а достижение максимальной эффективности данного консультационного процесса. В этом случае не всегда выгодно (да и не всегда удается технически) автоматизировать абсолютно все консультационные операции. Отсюда следует, что человек часто остается в данной системе консультирования, однако в этой системе он уже имеет дело с некоторой совокупностью оборудования и аппаратуры управления, а потому становится консультантом-оператором данной автоматизированной консультационной системы. Естественно, что для консультанта-оператора необходимо не только создавать условия труда на основе знания его психофизиологических возможностей и иных требований такого свойства. Необходимо также обеспечить высокую эффективность консультационного процесса, так как требование высокой эффективности остается независимо от того, имеется ли в системе человек или система полностью автоматизирована.

Введем понятие *эргатической консультационной системы.*

Д'Аддио Э. определил эргатическую систему как **«любую физическую целенаправленную систему, нуждающуюся в участии человека».**

В процессе непосредственного воздействия на систему автоматизированного консультирования консультант-оператор изменяет показатели консультационного процесса, воздействует на его критерий качества непосредственно. В то же время воздействие консультанта на управляемую им систему может осуществляться и не только в виде изменения ее показателей. Например, в случае отказа автоматической консультационной системы человек осуществляет поиск неисправности. Здесь действует новая система, связывающая человека с поставленной задачей: найти причину отказа системы в заданное (или минимальное) время. Ясно, что воздействие человека на отказавшую консультационную систему осуществляется не в процессе

формирования рекомендаций (т. е. не в процессе выполнения данной консультационной системой своей задачи). Влияние вмешательства человека здесь оказывается на работе консультационной системы косвенно. Тем не менее, человек в рассматриваемом случае осуществляет функции управляющего звена в новой системе, задачей которой является наискорейшее восстановление отказавшей консультационной системы. Указанные процессы относятся к роду информационных, что предопределяет методы исследования.

Тогда приведенное выше определение следует дополнить и в дальнейшем считать **эргатической такую замкнутую консультационную систему, в которой консультант осуществляет функции управляющего и решающего звена.**

При проектировании консультационного процесса с участием специалистов-операторов необходимо выявить основные количественные и качественные особенности эргатических пконсультационных систем, дать описания этих особенностей и приспособить к ним соответствующий математический аппарат, т. е. сделать эти особенности доступными расчетам. И здесь возникают определенные трудности, связанные с неоднородностью классификационной картины. В самом деле, эргатические системы могут быть осуществлены с участием одного или нескольких специалистов-операторов. При этом в зависимости от взаимосвязи специалистов -операторов характеристики всей системы будут различными. Так, если несколько операторов одновременно осуществляют операции $A_1, A_2,...,A_n$, где n —число специалистов - операторов в эргатической системе, причем каждая A_i операция характеризуется показателем X_i, а все n показателей характеризуют критерий качества системы $F(X_i)$, то очевидно, что экстремум функции $F(X_i)$ находится в зависимости от трудовой деятельности всех n операторов системы. Обозначим рассмотренную эргатическую консультационную систему символом M_1. Теперь рассмотрим эргатическую консультационную систему M_2, в которой также имеется n операторов. Однако в данном случае работу этих операторов представим по-иному. Пусть специалисты-операторы системы M_2 действуют таким образом: в каждый момент времени в системе работает один оператор. По прошествии некоторого времени (например, по графику консультирования или при наступлении усталости) оператора O_1 заменяет оператор O_2 и т. д. Ясно, что в данном случае мы имеем дело с системой, характеристики которой в среднем (усреднение повыбранному промежутку времени) зависят от функционирования одного оператора. Система M_2 отличается от системы M_1 не только формально — по числу консультантов-

операторов, непосредственно участвующих в работе системы,— но и по существу. Последнее отличие заключается в различии психологических моментов, необходимости учета таких факторов, как психологическая совместимость консультантов-операторов и т. д. Например, фактор психологической совместимости консультантов-операторов весьма существенно сказывается при длительной работе обособленного коллектива.

При классификации эргатических консультационных систем будем исходить из таких особенностей этих систем:

а) *количество специалистов-операторов;*

б) *степень непрерывности участия специалиста-оператора в консультационном процессе эргатической консультационной системы;*

в) *вид связи специалиста-оператора с консультируемой проблемой.*

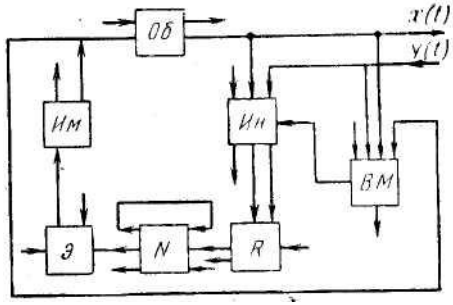


Рис. 1.20. Эргатическая консультационная система

В эргатической консультационной системе можно выделить (см. рис. 1.20):

1) *рецептор R* — биологический *датчик,* с помощью которого специалист-оператор получает информацию о состоянии консультируемой проблемы Об;

2) *эффектор Э* — орган специалиста -оператора, воздействующий на консультируемый проблема Об;

3) *центральную нервную систему N* специалиста -оператора;

4) индикатор Ин, с помощью которого специалист-оператор может наблюдать за состоянием *x(t)* консультируемой проблемы Об и за своими действиями, а также сравнивать текущее состояние *x(i)* консультируемой проблемы с заданным *y(t);* индикатор делает консультируемую проблему наблюдаемой; он, в сущности, призван усилить (или заменить) рецептор;

5) *исполнительный механизм* Им, с помощью которого в консультируемую проблему вводится *консультационные воздействие u(t)* эффектора *Э*; исполнительный механизм призван, в сущности, усилить или заменить эффектор;

6) *вспомогательный механизм* ВМ, с помощью которого специалист -оператор может принять (сформировать) рациональную рекомендацию при наличии на его входе *многоальтернативных рекомендаций* и т. п.; вспомогательный механизм ВМ призван, в сущности, усилить (а в некоторых случаях и заменить) центральную нервную систему (часто это — компьютер);

7) *консультируемая проблема* Об, поведение *x(t)* которой определяет, по существу, поведение всей эргатической консультационной системы; сам факт создания данной системы определяется задачами, поставленными консультантом, но выполнение которых возможно лишь при использовании данной проблемы Об, консультировать которую призван специалист-оператор.

Приведенные в схеме рис. 1.20 исполнительные механизмы могут быть нерегулируемые и регулируемые. То же самое относится и к индикаторам.

В принятой нами схеме к индикаторам относятся и датчики. Таким образом, индикаторы здесь — некоторые инструменты, с помощью которых можно производить и измерения состояния консультируемой проблемы, результаты же этих измерений «выдаются» специалисту-оператору в ииде наблюдаемого сигнала (т. е. сигнала, который специалист-оператор может распознать, расшифровать, выделив из него требуемую информацию).

Вспомогательный механизм в виде, например, компьютера используется в качестве контролера и советчика специалиста-оператора в эргатической консультационной системе. При этом под вспомогательным механизмом будем понимать обобщенный аппарат, с помощью которого можно произвести требуемые логические или арифметические операции, даже если этот аппарат — набор формул.

Перейдем к рассмотрению отдельных признаков эргатических систем в соответствии с классификационной схемой (рис. 1.21).

Рис. 1.21. **Классификационная схема эргатических систем**

1.5.2. Классификация эргатических консультационных систем по количеству операторов.

Согласно классификационной схеме, по количеству специалистов-операторов эргатические консультационные системы будем подразделять на *моноэргатические* — при одном — и

полиэргатические — при числе операторов большем одного. Необходимость такой классификации обусловливается практическим опытом создания и исследования эргатических консультационных систем. В самом деле, даже в обыденной жизни согласовать какую-либо деятельность с одним человеком легче, чем то же самое сделать с группой людей. Причем, если бы в каждом случае мы имели дело с одним человеком, деятельность которого не зависела бы от деятельности остальных людей, входящих в сферу согласования, то исход решался бы функционированием ряда моноэргатичгских систем. Сложнее обстояло бы дело, если бы действие каждого из людей зависело от деятельности любого другого человека, входящего в группу «согласователей». Тогда система резко усложнилась бы в структурном и информационном отношении. Рассмотрим два типа систем отдельно.

Моноэргатические системы. Обобщенная схема *моноэргатической системы* (рис. 1.22) не отличается в принципе от обобщенной схемы любой системы консультирования.

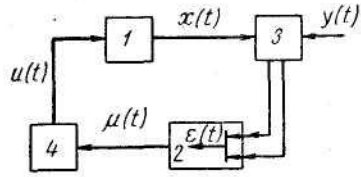


Рис. 1.22. Обобщенная схема моноэргатической системы

Здесь имеется объект воздействия (консультируемая проблема) Об (*1*), специалист-оператор *(2),* индикатор Ин *(3)* и пульт управления (воздействия) Им *(4).* Координата объекта воздействия (консультируемой проблемы) *x(t)* поступает на индикатор *3,* куда подается также значение задающей величины *y(t)* (задание). Операция сравнения осуществляется специалистом-оператором, в результате чего определяется ошибка ε*(t)* системы и на вход пульта управления *4* подается управляющее воздействие оператора μ*(t)* (сигнал с выхода эффектора), которое с помощью пульта управления (исполнительного механизма) преобразуется в управляющий сигнал *u(t).* Управляющий сигнал *u(t)* возбуждает консультируемую проблему *1*; в результате чего на выходе системы получается сигнал *x(t)*—координата Сформированной рекомендации. Примером моноэргатической консультационной системы служит любая система «консультант — компьютер — консультируемая проблема». Моноэргатическую систему составляет консультант, пишущий какой-либо текст при условии, что текст пишется не под диктовку.

Моноэргатические системы составляют большую долю эргатических консультационных систем и потому наиболее часто становятся объектом исследования.

Полиэргатические консультационные системы, примером *полиэргатической консультационной системы* может служить полуавтоматическая линейная система консультирования, в которой специалисты-операторы располагаются в линию по ходу консультационного процесса и взаимозависимы друг от друга. Последнее обстоятельство означает, что показатели каждого последующего специалиста-оператора находятся в непосредственной зависимости от показателей предыдущего оператора. Если же показатели трудовой деятельности оператора и не изменятся от того, насколько качественно работал предыдущий оператор, то на показатели всего консультационного процесса это явно повлияет.

Итак, отметим лишь главную особенность полиэргатической производственной системы: в информационном смысле специалисты-операторы полиэргатической консультационной системы, находятся в последовательной связи (рис. 1.23).

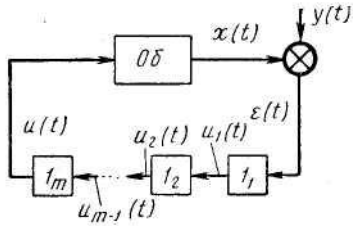


Рис. 1.23. Обобщенная схема полиэргатической системы с *m* операторами:

1 — специалисты -операторы; индекс 1, 2,..., *m* означает номер оператора; u_{m-1} *(t)* — выходной сигнал *i*-оператора; *u(t)* — управляющий сигнал системы; *x(t)* — выходной сигнал системы (координата); *y(t)* —задающий сигнал; ε*(t)* — сигнал сшибки

При создании полиэргатических консультационных систем недостаточн учитывать лишь последовательность связи операторов, хотя такой учет необходим. Если моноэргатическая система управляется индивидуумом, то полиэргатическая система управляется коллективом. В самом деле, коллектив — это совокупность людей, объединенных целью и корректирующих свою деятельность в соответствии с целью системы, в которую они входят в качестве управляющих звеньев. В полиэргатической консультационной системе

часто можно выделить отдельные моноэргатические консультационные системы, пример которой приведен на рис. 1.24.

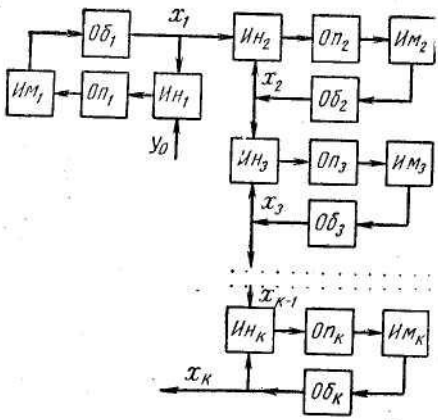


Рис. 1.24. Схема полиэргатической последовательной консультационной системы:
y_0 — задающий сигнал; x_i — выходной сигнал i-й моносистемы (i=1, 2..... k); Об$_i$—i-й объект воздействия (консультируемая проблема); Оп$_i$ — 1-й специалист-оператор

1.5.3. Классификация эргатической консультационной системы по степени непрерывности участия оператора в ее работе.

Итак, мы установили, что эргатическая система— это прежде всего замкнутая система. Если автоматическая система M_A функционирует нормально, то наблюдающий за ее работой человек не вносит никаких возмущений в работу агрегатов и блоков управления системой. В этом случае человек связан с работающей автоматической системой в том смысле, что данные о работе системы формирует поле его входных сигналов. Однако выходные сигналы человека не вводятся в консультируемую им проблему, так как цепь ввода разорвана (рис. 1.25). Непосредственного участия в выполнении системой своей задачи человек не принимает. На рис. 1.25 приведена обобщенная схема такой системы.

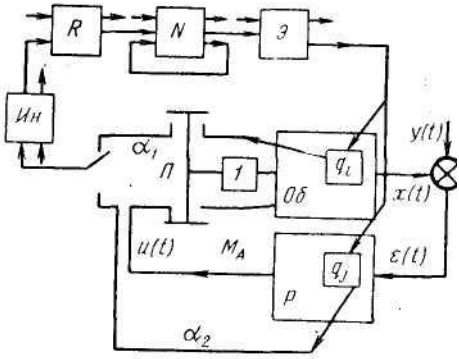


Рис. 1.25. Обобщенная схема моноэргатической системы первого рода: Р — регулятор автоматической системы M_A ; *1*—определитель отказа системы M_A, осуществляющий операцию отключения системы M_A и ввода в действие эргатической системы; П — переключатель, исполняющий команду определителя отказа *1*; α_1 — показатель параметра q_i объекта Об; α_2 — показатель параметра регулятора

Управление объектом Об производится автоматическим регулятором Р. С помощью определителя отказов оценивается степень работоспособности системы и, при необходимости, производится прекращение ее работы (останов). Тогда переключатель П прервет замкнутую цепь автоматической системы M_A и «подключит» специалиста-оператора в цепь контроля, поиска, а затем и восстановления системы. Другими словами, возникнет новая замкнутая система— теперь уже эргатическая система. Если в автоматической системе M_A качество ее работы оценивалось по ее выходной величине *x(t)* (являющейся в общем случае функцией времени), то в эргатической системе рассматриваемого класса исследуется не функция *x(t),* а некоторая величина α_i (показатель параметра q_i объекта управления Об) или α_j (показатель параметра q_j регулятора Р). Эффектор Э осуществляет воздействие на рассматриваемый параметр (q_i или q_j) системы M_A (измерение, демонтаж, монтаж, настройка и т. п.). Примеров таких систем можно привести немало. Так, при работе автоматической консультационной системы наблюдающий за ней оператор не участвует непосредственно в формировании рекомендаций.

Когда же система становится эргатической в этом случае? В процессе нормальной работы автоматической консультационной системы, например, вмешательство человека не потребуется. Однако в случае отказа системы возникнет необходимость такого вмешательства,

причем чем быстрее это вмешательство произойдет, тем лучше. Быстрота, с которой специалист-оператор и осуществит поиск неисправности и ее устранение, обязательно скажется на уменьшении затрат, вызванных простоем системы за время ремонта. Следовательно, в рассматриваемом случае основным критерием работы оператора является критерий экономический. Собственно оператором человек становится лишь с момента поступления сигнала об отказе автоматической системы. И с этого момента специалист-оператор включается в замкнутую систему поиска неисправности, т. е. система поиска и есть в этом случае эргатическая система. Эргатические системы, в которых специалист -оператор не принимает непосредственного участия в выполнении этой системой своей задачи (рис. 1.25), а осуществляет лишь функции контроля, поиска или восстановления, назовем *эргатическими системами первого рода. Эргатическими системами второго рода* назовем такие системы, в которых специалист-оператор осуществляет функции непосредственного управления выполнением системой своей задачи (рис. 1.20).

Эргатические консультационные системы первого рода в силу широкого и повсеместного развития автоматизации приобретают решающее значение и в конце концов составят основную часть эргатических консультационных систем.

Эргатические системы первого рода.

а) *Контрольные эргатические системы.*

В контрольных эргатических системах специалист-оператор осуществляет функции *измерения* или *наблюдения* за показаниями измерительных устройств, сопоставления полученных данных с требуемыми и выработки решения. Решение в этом случае может заключаться в востребовании дополнительной информации, в изменении поведения наблюдаемой системы (если такое вмешательство возможно), в прекращении работы наблюдаемой системы, в подключении резерва, а также в осуществлении других действий. Изменение поведения наблюдаемой системы может, в свою очередь, заключаться во введении на ее вход корректирующего сигнала (или, что то же самое, включении соответствующего автоматического корректирующего устройства), выдаче рекомендации оператору, непосредственно осуществляющему управление наблюдаемой системой (если наблюдаемая система является эргатической), изменении параметров наблюдаемой системы. Обобщенная схема контрольной эргатической системы должна включать в себя (рис. 1.26) устройства, с помощью которых специалист-оператор может получить необходимую информацию о

поведении наблюдаемой системы, а также реализовать принятое им решение.

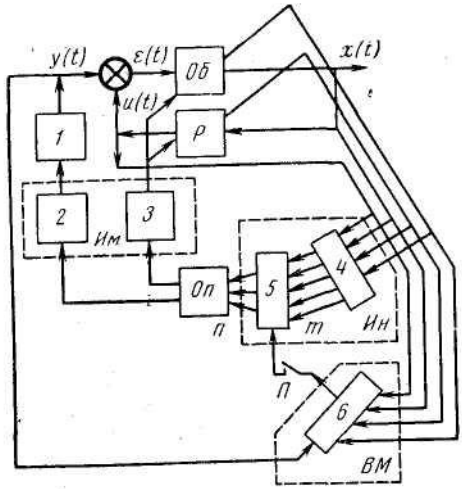


Рис. 1.26. Обобщенная схема контрольной моноэргатической системы:
1— программное устройство, выдающее задание; 2 — устройство коррекции задания; 3 — устройство воздействия на параметры системы (объекта и регулятора); *4* — приемник информации и преобразователь ее формы и количества в соответствии с пропускной способностью специалиста-оператора Оп;
5 — индикатор; 6 — устройство получения дополнительной информации; *m* — множество сигналов несущих информацию о состоянии объекта управления; *n*—подмножество сигналов в сенсорном поле оператора Оп; П — переключатель дополнительной информации

При построении эргатических контрольных систем возникает сложная проблема обработки информации, поступающей от наблюдаемой системы, прежде чем подавать ее спуциалисту-оператору. Информация может поступать в таком объеме, что спуциалист не в состоянии буде ее должным образом (с должной скоростью и необходимой точностью) обработать, с тем чтобы принять правильное решение. Особенно важно решение таких задач при организации контроля сложных систем с весьма малым временем, отпускаемым на контроль и принятие решения (наблюдение за автоматической плавкой при производстве дорогих сплавов; предстартовый контроль ракетных систем; предполетный контроль бортового оборудования пассажирских самолетов и т. п.). Часто возникает необходимость в исследовании

вопросов, связанных с предварительной обработкой информации, поступающей к оператору. Обработка информации должна вестись таким образом, чтобы ценность получаемых оператором сведений не уменьшалась, а количество информации соответствовало его возможностям по ее обработке. Здесь одним из основных критериев возможностей специалиста-оператора является его пропускная способность как информационного канала связи.

б) *Поисковые эргатические системы.* Поисковые эргатические системы наряду с контрольными составляют основную часть эргатических систем первого рода. В чем состоит сущность поисковой эргатической системы?

Пусть имеется автоматическая консультационная система. И пусть специалист-оператор осуществляет наблюдение за работой этой системы. Здесь имеет место ситуация, аналогичная контрольной эргатической системе. Представим, что на вход оператора поступил сигнал об отказе наблюдаемой им системы. Оператор принял решение остановить наблюдаемую систему и найти неисправность.

С момента принятия такого решения (что равноценно получению соответствующего задания) возникает новая эргатическая система первого рода (рис. 1.27).

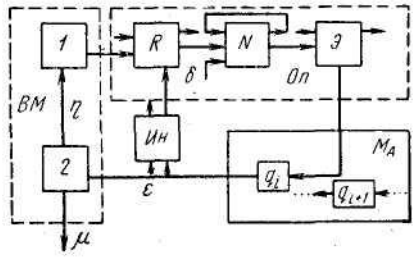


Рис. 1.27. Обобщенная схема поисковой моноэргатической системы: *1*— программа поиска источника отказа в системе M_A; *2* — часть вспомогательного механизма ВМ, позволяющая осуществить операцию принятия решения при получении сигнала о степени работоспособности элемента q_i системы M_A; ε —показатель элемента q_i; η — решение о продолжении поиска (переход к новому элементу q_{i+1}); μ — решение о восстановлении системы M_A при принятии информации о том, что источником отказа системы M_A является элемент q_i, δ — ограничения, накладываемые на показатели спкциалиста-оператора в данной поисковой системе (например, допуск на время поиска)

Задачей такой системы является поиск неисправности в отказавшей системе, т. е. поиск того блока (детали, узла), который явился

причиной отказа системы в целом. Такую эргатическую систему дервого рода назовем *поисковой эргатической системой.* Функции поисковой эргатической системы отличаются от функций контрольной эргатической системы, действие которой завершается принятием определенного решения (в данном случае —прекращение функционирования консультационного процесса). Поиск неисправности во многих случаях необходимо производить в максимально короткие сроки, особенно если остановка системы произошла в процессе выполнения ею своей задачи или непосредственно перед началом работы. Следовательно, специалист-оператор стоит перед необходимостью осуществить проверку большого количества блоков (узлов, деталей, элементов) в короткое время. Ясно, что скорость проверки у человека ограничена, тем более, что сама по себе проверка одного блока может заключаться в постановке серии измерений и последующих расчетов. Возникает задача исследования поведения специалиста-оператора при многоальтернативном выборе контролируемых блоков отказавшей системы, с тем чтобы найти оптимальные пути к выявлению источника отказа. Критерием оптимизации в данном случае является минимум времени поиска источника отказа системы.
в) *Восстанавливающие эргатические системы.* Восстанавливающие эргатические системы возникают в момент определения причины отказа диагностируемой системы и завершают свое функционирование в момент пуска системы в работу. Функции эргатических систем такого типа являются последовательным продолжением функций эргатических систем контрольных и поисковых. При нормальном осуществлении своих функций всеми этими эргатическими системами применительно к одной и той же наблюдаемой и восстанавливаемой системе последняя переходит из состояния отказа в состояние нормальной работы.

Какие функции выполняет специалист-оператор в восстанавливающей эргатической системе? Прежде всего это функции демонтажа отказавшего блока (узла, агрегата, детали и пр.), выбора исправного и монтажа последнего в отказавшую систему. Функции выбора исправного блока, в свою очередь, заключаются в оценке исправности блока, для чего следует произвести его проверку (испытание). Следовательно, перед специалистом-оператором восстанавливающей эргатической системы могут возникнуть альтернативные ситуации, заключающиеся в необходимости принятия решения в случаях: выбранный для замены отказавшего новый блок оказался неисправным (альтернативы: произвести ремонт блока и затем вмонтировать его в восстанавливаемую систему, выбрать другой блок); извлеченный из

отказавшей системы блок имеет некоторые неисправности (альтернативы: произвести ремонт извлеченного блока и вмонтировать его снова в систему, выбрать новый блок). Здесь специалист-оператор обращается к вспомогательному механизму (рис. 1.28).

Рис. 1.28. Схема работы восстанавливающей эрратической системы (ВЭС)

В процессе восстановления отказавшей системы перед специалистом-оператором могут возникнуть новые вопросы, связанные с поступлением сигнала об отказе другой системы. Тогда перед оператором возникнет двухальтернативная проблема выбора линии поведения: продолжать восстановление системы, отказавшей первой, или прекратить ее восстановление и заняться ремонтом вновь отказавшей системы. Здесь, очевидно, специалист-оператор произведет сравнение двух систем по степени важности, по уровню потерь вследствие отказа, а также привлечет соображения, связанные со степенью выполнения программы восстановления первой системы. Методы теории массового обслуживания в таких случаях весьма продуктивны.

Таковы основные типы эргатических систем первого рода. Эргатические системы второго рода характеризуются непосредственным участием специалиста-оператора в выполнении системой своей задачи. Таковыми являются системы «консультант—консультируемая проблема».

Рассматривая эргатические системы второго рода, можно выделить три их разновидности. Первая отличается тем, что специалист-оператор наблюдает только рассогласование $\varepsilon(t)$ между текущим значением показателя системы $x(t)$ (выходной величины, сформированной рекомендации) и требуемым значением (заданием) $y(t)$ (рис. 1.29).

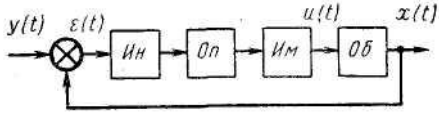


Рис. 1.29. Схема компенсирующей эргатической системы

Эргатическая система второго рода рассматриваемого типа будем называть *компенсирующей эргатической системой.* Эргатические системы второго рода следящей разновидности характеризуются подвижным объектом воздействия (предметом труда). Здесь специалист-оператор наблюдает, таким образом, два подвижных сигнала, т. е. он видит величины входного и выходного сигналов системы.

Эргатические консультационные системы второго рода следящей разновидности характеризуются подвижностью «задачи». Задача оператора заключается в сведении к минимуму рассогласования между состоянием объекта воздействия и изменяющейся целью труда. В такой системе специалист -оператор как бы преследует подвижную цель с помощью подвижного же следящего исполнительного механизма, и поэтому системы такого типа будем называть *преследующими эргатическими системами* (рис. 1.30).

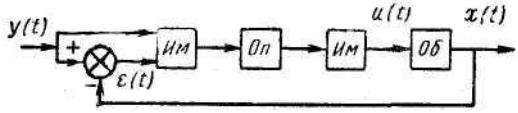


Рис. 1.30. Схема эргатической системы преследования

Преследующие эргатические системы являются развитием компенсирующих эргатических систем. Если продолжить эту линию развития, то можно, наконец, прийти к системе нового типа. В такой системе специалист -оператор, осуществляя слежение за задающим

воздействием, приобретает такие навыки слежения, что свойства объекта слежения ему становятся в идеальном случае абсолютно известны. Тогда оператор, используя лишь навыки слежения, полученные в результате обучения, не наблюдает сигналов обратной связи, а «ведет» исполнительный механизм в заданную точку. Так как в этом случае специалист -оператор предсказывает состояние консультируемой проблемы и сводит к нулю рассогласование $\varepsilon(t)$, то системы такого типа будем называть *предсказывающими эргатическими системами* (рис. 1.31).

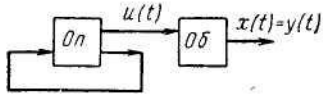


Рис. 1.31. Схема предсказывающей системы

Таковы основные типы эргатических систем второго рода.

1.5.4. Классификация эргатических консультационных систем по виду связи специалиста-оператора с консультируемой проблемой. Очевидно, что характер формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы специалиста-оператора существенно зависит от того, в каком состоянии находится (статическом или динамическом) консультируемая проблема. Прежде всего изменяется индикация. Если необходимо сформировать рекомендации по рациональному перемещеню груза, то консультанту, находящемуся в подвижной кабине, установленной непосредственно на мосту крана, взаимное положение перемещаемого груза и места его установки представляется иначе, чем если бы консультант находился на месте установки груза и формировал рекомендации по управлению краном с помощью дистанционного управления. При создании некоторых консультационных эргатических систем могут возникнуть задачи, которые нельзя разрешить с использованием непосредственной связи специалиста-оператора с консультируемой проблемой. Так, при формировании рекомендаций по обслуживании ядерных реакторов возникает проблема изоляции специалиста-оператора от воздействий проникающей радиации. Задача решается созданием дистанционно управляемых устройств — манипуляторов. При формировании рекомендаций по управлению полетами диспетчер, находящийся на земле (или самолете-флагмане), отдает соответствующие команды пилотам управляемых им самолетов. В приведенных случаях можно выделить процессы, имеющие «внутреннее» значение для

консультационных систем и обеспечивающие их нормальное функционирование; эти процессы находятся вне сферы действий специалиста-оператора. Так, устойчивая работа двигателей в манипуляторе обеспечивается с помощью внутренней обратной связи, т. е. автоматически. Пилоты управляемых флагманом самолетов независимо от него обеспечивают нормальную работу агрегатов своих самолетов, выдерживают строй, стабилизируют самолет при отклонениях по всем осям и т. д.

Эргатические системы, в которых специалист-оператор непосредственно связан с консультируемой проблемой (как, например, пилоты самолетов, которые управляются флагманом) являются, как правило, *многоконтурными* системами. Ясно, что в таких системах специалист-оператор действует в иных условиях, поэтому эргатические системы по виду связи специалиста-оператора с консультируемой проблемой подразделим на *эргатические системы с непосредственной связью и эргатические системы с дистанционной связью*.

Смысл приведенных определений ясен из предыдущего.

Методология исследования эргатических консультационных систем находится еще в стадии своего становления, поэтому изложенные здесь соображения призваны помочь правильно ориентироваться при создании производственных консультационных систем, в которых предусматривается участие специалистов-операторов.

1.6. Основные этапы реализации консалтингового проекта

Рассмотрим основные этапы реализации консалтингового проекта, приведенные в таблице 1.4

Таблица 1.4

Определения, основные действия, основные вопросы для консультанта/клиента

Этап	**Действие**	**Основные вопросы**
Установление контакта-	• Установление открытых	**Для консультанта:**

Первоначальный контакт с потенциальным клиентом и/или организацией, которую представляет клиент.	коллегиальных взаимоотношений • Несмотря на то, что на этом этапе важно создать респектабельный имидж в глазах клиента, нужно обеспечить, чтобы первоначальный контакт с клиентом был нацелен на рассмотрение ситуации клиента! • Нужно продемонстрировать заботу и беспокойство о самом клиенте как о человеке, а не только о конкретной проблеме клиента. • Необходимо проанализировать определенные признаки, артефакты, которые позволяют получить представление о корпоративной культуре на предприятии. • Определить, какой тип взаимоотношений с консультантом желает установить клиент. (Так, например, клиент может видеть в	Есть ли у консультанта достаточный потенциал для решения проблемы данного типа?

	консультанте, в первую очередь, эксперта, действующего работника, или стремиться к общему сотрудничеству). • Сделать первоначальную оценку того, насколько данный тип взаимоотношений соответствует сложившейся ситуации. • Исследовать организационное окружение, чтобы сделать первоначальную оценку основных заинтересованных сторон для проблемы, которую предстоит решать. • Нужно демонстрировать сопереживание, тёплое, сердечное отношение к клиенту, и искренность, на всех этапах взаимодействия с клиентом.	
Диагностика –	• Проанализировать	В чём заключается

Анализ собранных данных и формирование точки зрения на характер, а также некоторые аспекты проблемы клиента.	данные с целью определения общих тенденций. • Синтез информации из различных источников с целью определения основных причин проблемы. • Обсуждение своих первых впечатлений с клиентом. Необходимо сделать первоначальные выводы. Где это возможно и необходимо, привлечь клиента к анализу. • Проблема, воспринимаемая изначально, не всегда является истинной проблемой. Нужно спрогнозировать возможность неприятия клиентом отдельных выводов и продумать аргументацию на основе имеющихся данных. • Необходимо сконцентрировать своё внимание на диагнозе текущей политической и технологической ситуации, а также о	основная проблема?

	том, каким образом проблемы решаются на текущий момент.	
Обмен информацией – Представление отчёта по собранным данным и предварительные выводы по анализу проблем клиента.	• Составление программы встречи: просмотр исходного договора (формальное или неформальное), определение целей встречи, диагностика, вспомогательные данные, рекомендации. • Проанализировать, чего ожидает клиент от встречи. • Представлять данные, начиная с решений, и затем описывая процесс принятия определённого решения, с использованием необходимых данных. • Информацию и выводы нужно представлять описательно, не допуская личностной эмоциональной оценки. • Не следует спорить. Нужно внимательно прислушиваться к мнению клиента, даже если он выражает своё неприятие каких-либо моментов. Ведь возможно, что клиент прав. • Оптимальное решение в случаях, когда клиент	Кто должен присутствовать на встрече?

	проявляет защитную реакцию – с пониманием слушать. • Рекомендуется обсуждать ситуации, которые, вероятно, клиент контролирует в большей степени, чем всё остальное. Это будет наиболее результативно. • Нужно говорить конкретно, кратко и по существу. • Рекомендуется представлять варианты возможных действий, оценивая расходы и преимущества, связанные с использованием каждого варианта. Нужно оценить долгосрочные и краткосрочные перспективы, очевидные и неочевидные факторы, преимущества и расходы. • В ходе встречи время от время стараться проконтролировать то, соответствуют ли представленные данные ожиданиям клиента. Нужно уважать несогласие и возможность сопротивления клиента отрицательной информации. • В конце беседы всегда необходимо проводить	

	краткий опрос участвующих. Нужно проанализировать следующие этапы и запланировать время, необходимое для принятия решений относительно действий, которые нужно предпринять.	
Заключение договора – Создание формализированного соглашения, касающееся сущности обязательств, ролей консультанта и клиента, а также общих задействованных процессов. Создание крупномасштабных контрактов может включать в себя несколько этапов. Для каждого этапа по мере возможности необходимо определить конкретные цели.	• Создание договора в письменной или устной форме. Устные соглашения для крупных консалтинговых проектов всегда должны быть подкреплены письменно. К договору предъявляются следующие требования: он должен быть конкретизированным, позволять свободное заключение соглашения между сторонами, а также должен быть взаимовыгодным. • В договоре должен чётко определяться объём работ для проекта, цели, распределение ролей и операций, выполняемых консультантом и клиентом, конечные результаты и временные рамки проекта. • Нужно проследить за тем, чтобы требования к	Нужно ли создавать письменное соглашение в данном случае?

	клиенту были выражены чётко и ясно; всегда нужно помнить, что договор является взаимным. • Нужно отказаться от любого проекта, шансы успешного осуществления которого составляют 50/50. • Следует получить точную информацию о том, кто представляет клиента (то есть, является в данном случае контактным лицом). • Соглашения представляют собой действующие документы, созданы для утверждения положительных взаимоотношений между участвующими сторонами, благодаря чёткости оговоренных условий. Они не должны превращаться в правовые документы, ведущие к соперничеству между сторонами. Поскольку эти документы являются действующими, их всегда можно пересмотреть.	
Сбор данных -	• Примечание: Сбор	Какой план

Сбор данных, необходимых для чёткого определения проблем клиента.	данных является отдельной задачей; то, на какие данные направлено внимание, как задаются вопросы, а также сами вопросы повлияют на организацию и клиента. • Клиент должен как можно активнее участвовать в планировании, а также непосредственно в процессе сбора и интерпретации данных. • В процессе сбора данных нужно обращать внимание на источники данных и особую информацию, сбор которой не предполагался изначально. • Примечание: любой консалтинговый проект имеет технические, структурные и социальные аспекты.	будет использоваться для сбора информации?
Принятие плана действий – Достижение взаимного соглашения об определенном курсе действий, направленном на решение диагностируемой	• Выяснить, на основании чего, каким образом будет приниматься решение относительно плана действий. • Обеспечить понимание проблемы, оценок и рекомендаций обеими сторонами. • Детально	Полностью ли все участвующие стороны принимают данный курс действий?

проблемы.	проанализировать каждый имеющийся вариант. Рассмотреть “за” и “против” для использовании всех вариантов. • Нужно быть настойчивым в отношении рекомендуемого курса действий, в то же время, не обнаруживая излишней самоуверенности. • Нужно убедиться в том, что курс действий тщательно продуман и принят обеими сторонами.	
Планирование – Разработка детального плана, включая методологию, основные действия, кадровое обеспечение, график, бюджет, и соизмеримые цели.	• Нужно разработать детальный план на основе проведенного обсуждения. • Необходимо запросить информацию от сторон, участвующих в проекте, чтобы можно было согласовать кадровое обеспечение, график, бюджет проекта, и так далее. • Рекомендуется провести встречу с людьми, которые будут осуществлять план проекта, чтобы обсудить план. Если нужно, при этом вносятся поправки.	Каковы наиболее важные элементы данного плана? Что может послужить причиной неудачи? Кто еще должен быть задействован в проекте?

	• Цели должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми, значимыми и направленными на определенный объект или решение проблемы. • Нужно договориться об основных этапах проекта, о моментах, когда будет производиться оценка хода выполнения проекта и, по необходимости, вноситься коррективы. • Следует продумать способы диагностики и измерения хода выполнения. Нужно установить механизмы, позволяющие оценить степень выполнения поставленных целей, до того как использовать усовершенствованный план проекта на практике. • Нужно непременно оценивать собственные требования и цели проекта.	
Внедрение – Выполнение плана, определённого на этапе, описанном	• Как можно чаще контактировать с клиентами и другими участниками процесса внедрения. Участие в	Существуют ли какие-либо препятствия для осуществления

выше.	проекте и контакты с участвующими практически никогда не бывают излишними. • Пересмотреть с клиентом основные моменты контроля выполнения.	плана, которые не были приняты во внимание ранее?
Усовершенствование – Оценка и усовершенствование плана действий, по мере необходимости. Периодически пересматриваемые и контролируемые моменты, как правило, включаются в исходный план внедрения.	• Не пропускать возможностей изменить или усовершенствовать план проекта, если они появляются по ходу выполнения проекта. • Устанавливать контакт с клиентом, перед тем как вносить изменения; обсуждать свои наблюдения, выводы и логические обоснования усовершенствования проекта. Контролировать возможное противодействие выполнению проекта.	Является ли первоначальная цель всё ещё целесообразной на текущий момент?
Внедрение II – Осуществление усовершенствованного плана действий. Три этапа – внедрение, усовершенствование и повторное внедрение - часто могут повторяться	• Нужно убедить в том, что все участвующие стороны осознанно воспринимают изменения, внесенные в исходный план, а также причины этих изменений. • Необходимо следить за ходом выполнения на	Существует ли сопротивление выполняемому плану со стороны участников проекта?

несколько раз, чередуясь, особенно при осуществлении широкомасштабных проектов, и в особенно затруднительных ситуациях.	протяжении всего проекта. Необходимо отслеживать приближенность к достижению поставленных целей и делиться своими наблюдениями с другими участниками проекта. • Нужно найти способы поддержания хода выполнения проекта, после того как консультант перестанет лично участвовать в проекте. Нужно запустить эти системы или механизмы в действие, прежде чем прекратить участвовать в проекте.	
Прекращение/Повторное выполнение – Завершение проекта, повторение этапов или переход к осуществлению новых задач.	• Проведение беседы с клиентом, с целью определения того, были ли выполнены требования клиента. Анализ консультантом выполнения собственных требований. • Обсуждение с клиентом прекращения проекта и возможных механизмов дальнейшего усовершенствования работы. • Встреча с участниками	Обнаружились ли в ходе выполнения проекта другие проблемы, которые являются более актуальными в настоящий момент?

	проекта с целью официального закрытия проекта. Планирование последующей необходимой технической поддержки.	

1.7. Консультационный процесс решения задач консультируемых проблем

Современное консультирование, в процессе которого используются ЭВМ, должно опираться на хорошо отработанную методологию консультирования. Последняя позволяет упорядочить обширную используемую информацию как по вертикали (в соответствии с логической схемой построения проекта), так и по горизонтали (в соответствии с системной связью между элементами решаемой консультационной задачи).

Общиий консультационный процесс решения задач различных консультируемых проблем изложен выше

Консультационный процесс формирования рекомендаций по решению различных консультационных проблем может быть 1) непрерывным или 2) завершенным. В первом случае подразумевается последующая модернизация и улучшение выбранного варианта сформированных рекомендаций после пробной их проверки. В зависимости от характера и масштабов изменений, обусловленных результатами проверки сформированных рекомендаций, возможны повторные циклы корректирования сформированных рекомендаций. Во втором случае подразумевается принятие конечного решения без дальнейших изменений сформированных рекомендаций.

Приведенное макроописание инвариантного консультационного процесса нуждается в определенной детализации. На рис. 1.9 показан возможный граф логической схемы консультационного процесса.

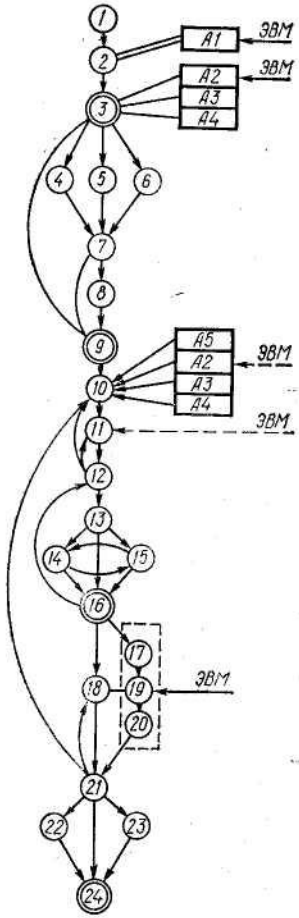


Рис. 1.9. Граф логической схемы консультационного процесса.

Отдельные вершины графа состветствуют следующим консультационным процедурам, сгруппированным по основным стадиям консультационного процесса I—V:

I. *1* — определение потребности в консультационных услугах (в консультировании проблем), исследование и прогнозирование условий функционирования консультируемой проблемы;

2 — общая и частная формулировка консультационной задачи; поиск существующих рекомендаций по решению задачи консультируемой проблемы.

II. *3* — анализ альтернативных рекомендаций консультационной задачи, оптимизация выбранных (сформированных) рекомендаций.
III. *4* — предварительное формирование рекомендаций; описание функционирования консультируемой проблемы, разработка ее структуры;

5 — обоснование и формирование рекомендаций по выбору элементной базы и комплектующих, оценка материальных, энергетических и трудовых затрат для решения (модернизации, совершенствованния и др.) задач консультируемой проблемы;

6 — разработка экономических показателей и эффективности формируемых рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы;

7 — разработка начального консультационного проекта (услуги);

8 — отработка начального консультационного проекта (услуги) на моделях;

9 — защита начального консультационного проекта (услуги) с пояснительной запиской и начальной консультационной документацией, принятие решения по проекту (услуге).
IV. *10* —разработка промежуточного консультационного проекта (услуги);

11 — общая компоновка проекта (услуги), отработка структурных, функциональных и технологических рекомендаций;
12 — выпуск и проверка комплекса консультационной документации;
13 — патентный анализ отдельных сформированных рекомендаций;
14 — оценка консультационного проекта (услуги), согласование консультационных заданий с исполнителями (консультантами);
15 — составление сметной стоимости реализации проекта (услуги);
16 — защита промежуточного консультационного проекта (услуги) с комплексом консультационной документации, принятие решения по реализации консультационного проекта (услуги).
V. *17* — создание модели консультируемой проблемы ;
18 — разработка программы испытаний модели консультируемой проблемы;
19 — проведение испытаний;
20 — оформление результатов испытаний и исследований;
21 — анализ результатов испытаний, уточнение характеристик консультируемой проблемы, переработка «слабых» рекомендаций и корректировка консультационной документации;

22 — разработка окончательной консультационной документации, консультационных описаний и инструкций по эксплуатации и управлению;
23 — оформление патентных или заявочных материалов;
24 — окончательное утверждение консультационного проекта (услуги).

Наименования вершин и направления ветвей графа характеризуют последовательность консультационных процедур. Если реальная потребность обусловливает постановку консультационной задачи, то всегда имеется какая-то исходная ее формулировка. Однако существо консультационной задачи в этой формулировке выражено недостаточно четко. Поэтому необходим этап уточнения формулировки решаемой консультационной задачи, выделение функций консультируемого объекта (проблемы, процесса, системы) и выявление действительных ограничений при создании консультационного проекта (услуги).

Так как формирование рекомендаций в случайно выбранном направлении обычно не приводит к достаточно качественной рекомендации, вводится специальный этап определения направления формирования рекомендаций. Далее в выбранных перспективных направлениях организуется формирование рекомендаций на базе методов стимулирования деятельности, позволяющих в течение короткого промежутка времени сформировать большое число новых и оригинальных рекомендаций для решения консультационной задачи. Из множества рекомендаций, полученных в результате формирования, выбирается лучшая с помощью определенной консультационной процедуры на основе технико-экономических показателей.

Реализация предварительного консультационного процесса начинается с выбора структуры консультируемой проблемы и материально-энергетических средств ее функционирования, определения характеристик проблемы и составляющих ее звеньев.

На этапе реализации начального консультационного процесса производится дальнейшее уточнение и конкретизация структурной схемы консультируемой проблемы, а также детальный анализ характеристик используемых средств и их оптимизация.

На этапе реализации промежуточного консультационного процесса осуществляется выпуск функциональной и технологическая консультационной документации по решению задач консультируемой проблемы.

Этапы испытаний при реализации консультационного процесса *17, 19, 20* (рис. 1.9) смещены с главной оси консультационных процедур,

так как специалист участвует в них преимущественно в качестве консультанта.

На графе консультационных процедур, изображенном на рис. 1.9, указаны позиции возможного сотрудничества с ЭВМ на этапах консультационного синтеза и анализа, а также изготовления консультационной документации. При этом синтез охватывает процесс и его реализацию по формированию рекомендаций решения задач консультируемой проблемы и принципов их реализации, а анализ включает в себя как проведение исследований консультируемой проблемы (на математической модели проблемы или прототипе проблемы), так и их оценку. Оценки сопровождаются формированием рекомендаций о необходимости (возможности, целесообразности) решениия в дальнейшем задач консультируемой проблемы.

Использование ЭВМ для реализации консультационного процесса, а средств машинной графики для графических работ и получения консультационных документов желательно при процедурах *3, 7, 10, 11, 12, 14, 21, 22* и *24* (рис. 1.9), применение же информационно-справочных банков данных способствует эффективности процедур *2, 4, 12, 13* и *23.*

К графу консультационных процедур (рис. 1.9) присоединим также добавочные процедуры в форме алгоритмов *А1—А5.* Алгоритм *А1* предназначен для формулировки консультационной задачи и поиска ее решения. Структурная схема алгоритма изображена на рис. 1.10,*а.*

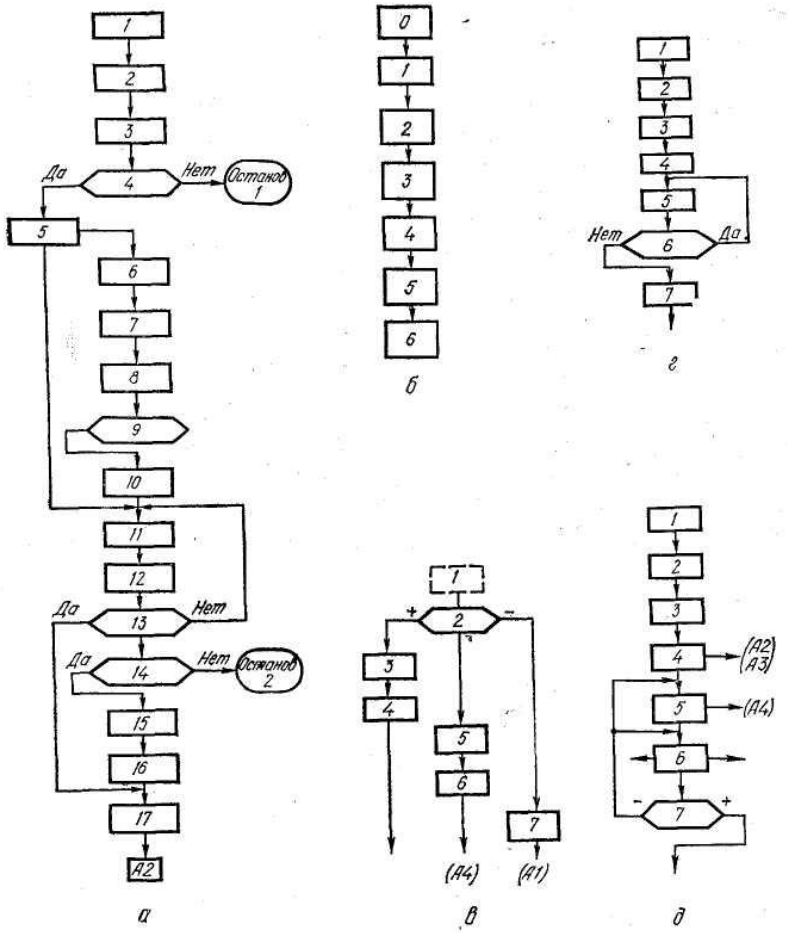


Рис. 1.10 Структурная схема алгоритмов *А*1 формулировки консультационной задачи и поиска ее решения *(а), А2* сравнения вариантов решения (б), *А3* структурной оптимизации (*в*), *А4* параметрической оптимизации *(г), А5* детального консультационного процесса *(д)*

Его блоки соответствуют следующим операциям и процедурам: общая оценка потребностей в консультационных услугах в данной области (*1*); определение наиболее существенной информации о рассмотренной потребности *(2);* формулировка консультационной задачи (5); оценка принципиальной возможности решения *(4);* первоначальный выбор вариантов рекомендаций (5); анализ патентной

документации, литературных источников, имеющихся проектов, удовлетворяющих выделенную потребность *(6);* оценка отрицательных сторон отдельных проектов (7); обобщение результатов анализа и отбор подходящих рекомендаций *(8);* технико-экономический анализ реализуемости выбранных (сформированных) рекомендаций *(9);* точное определение консультационной задачи *(10);* выбор методов и стратегии консультационного процесса для реализуемых вариантов (*11*); разработка (генерация) множества вариантов решения консультационной задачи *(12);* оценка представительности выборки возможных рекомендаций *(13);* оценка возможности модификации выбранных рекомендаций *(14);* частичное изменение вариантов рекомендаций *(15);* генерация дополнительного множества возможных рекомендаций*(16);* упорядочение и описание выбранного множества выбранных (сформированных) рекомендаций *(17).*

Следует отметить, что число возможных вариантов рекомендаций консультационных задач зависит от стадии их разработки. Наименьшее число вариантов рекомендаций формируется на стадии разработки принципа функционирования проблемы, наибольшее — на окончательной стадии его консультационного процесса. Однако ошибки в выборе принципа функционирования проблемы приводят, как правило, к повторному полному циклу консультирования, а ошибки на окончательной стадии консультационного процесса устраняются незначительными изменениями сформированных рекомендаций и небольшими переделками.

Разработка вариантов рекомендаций консультационной задачи соответствует сугубо творческому этапу консультирования, при реализации которого консультант использует все свои знания и умения. Поэтому автоматизация решения консультационной задачи представляет одно из важнейших направлений в проблеме автоматизации консультационного процесса.

В настоящее время разработан и практически используется ряд методов поиска новых принципов формирования рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, открывающих широкие возможности применения ЭВМ.

Алгоритм *А2,* применяемый после алгоритма *А1,* определяет процедуру сравнения вариантов рекомендаций консультационной задачи. Структурная схема этого алгоритма изображена на рис. 1.10, *б.* Его блоки соответствуют следующим консультационным операциям и процедурам: упорядоченние множества сформированных рекомендаций на заключительном этапе алгоритма *А1* (пространство рекомендаций) *(0);* разработка совокупности показателей характеристик проблемы для оценки и сравнения вариантов

рекомендаций, а также ограничений на выделенные показатели *(1);* разделение показателей проблемы на группы (частные критерии, объединяющие показатели назначения, надежности и долговечности, технологичности, стандартизации и унификации, экономические, эргономические и эстетические показатели) *(2);* выбор метода многокритериальной оценки, формирование соответствующей целевой функции *(3);* проведение экспериментальных оценок весовых коэффициентов важности различных частных критериев или показателей *(4);* сравнение отдельных вариантов рекомендаций по выбранной методике (5); утверждение получаемых результатов *(6).*

Область науки, занимающаяся разработкой общих принципов и методов измерения качества, называется *квалиметрией*. Любая консальтируемая проблема имеет бесконечное количество свойств, которыми они отличаются от других проблем. Свойства оцениваются количественно с помощью показателей свойств.

Под ***качеством*** *консультирования по консультируемой проблеме будем понимать совокупность свойств, обусловливающих пригодность сформированных рекомендаций удовлетворять при их реализации заданным требованиям*.

Поэтому сравнение сформированных вариантов рекомендаций консультационной задачи на любой стадии консультационного процесса может производиться только при помощи показателей свойств (частных критериев). Любое возможное решение задачи может быть однозначно охарактеризовано некоторым количеством показателей, поэтому в пространстве рекомендаций каждой возможной рекомендации может быть поставлена в соответствие определенная точка.

Таким образом, *для любой в принципе разрешимой консультационной задачи имеется объективно существующее пространство возможных рекомендаций по ее решению. Однако не каждой точке этого пространства соответствует рекомендация, обеспечивающая реальное решение задачи. В отличие от возможного решения консультационной задачи ее действительным решением называют такой результат, который удовлетворяет поставленной цели и ограничениям, накладываемым на показатели консультируемой проблемы. В результате в пространстве возможных рекомендаций выделяется область реализуемых рекомендаций, в которой сравниваются выбранные (сформированные) варианты рекомендаций*.

Итак, ***целью консультирования*** *является не нахождение оптимальной точки в пространстве сформированных (формируемых) рекомендаций, а определение некоторой допустимой области в этом пространстве*. Это позволяет сводить общую консультационную

задачу к подзадачам, которые можно решать точными методами, а их объединение производить эвристическими методами, применять методы поиска и перебора в пространстве сформированных (формируемых) рекомендаций.

Трудность сравнения вариантов рекомендаций одной и той же консультационной задачи состоит в том, что сравниваемые варианты, как правило, характеризуются многими достаточно важными показателями и обычно бывает трудно выделить вариант, который был бы лучше других по всем показателям одновременно. Чаще всего один из сравниваемых вариантов рекомендаций лучше других по одним показателям, но в то же время хуже по остальным. В этом случае сравнение вариантов производится различными методами: *сравнением по доминирующему показателю, дифференциальным и комплексным (многокритериальным).*

Чаще всего рекомендуется применять способ сравнения вариантов по *доминирующему показателю*, при котором от других показателей требуется только, чтобы они находились в пределах ограничений.

При *дифференциальном методе* показатели каждого варианта сравниваются с показателями эталона (например, с показателями лучшего мирового образца данного объекта или показателями нескольких лучших образцов). Однако с помощью этого метода нельзя выбрать лучший вариант из нескольких.

Сравнение вариантов рекомендаций при помощи *комплексного показателя* основано на построении средневзвешенной оценки в виде аддитивной или мультипликативной формы отдельных показателей с весовыми коэффициентами, характеризующими важность каждого показателя с позиции принятого общего критерия эффективности формируемой рекомендации и определяемыми, как правило, компетентными экспертами.

Алгоритм *А3,* применяемый после алгоритма *А2,* служит для выбора варианта рекомендации из имеющихся альтернатив. Его условно можно рассматривать как некоторый алгоритм дискретной оптимизации рекомендации первого рода, или алгоритм структурной (межвариантной) оптимизации. Структурная схема алгоритма *А3* показана на рис. 1.10, *в.* Его блоки соответствуют следующим консультационным операциям и процедурам: результаты сравнения отдельных вариантов рекомендаций, полученные алгоритмом *А2 (1);* определение варианта рекомендации, характеризующегося наибольшей величиной комплексного показателя общей эффективности рекомендации, и принятие по нему решения *(2);* разработка консультационного описания выбранного варианта рекомендации, составление соответствующей ей математической модели (5);

подготовка и передача выбранного варианта рекомендации к детальной проработке *(4);* определение направлений оптимизации отдельных показателей выбранного варианта рекомендации консультационной задачи (5); параметрическая (внутривариантная) оптимизация, выполняемая в соответствии с алгоритмом *А4(6);* требование формирования новых вариантов (альтернатив) рекомендаций по решению консультационной задачи, осуществляемого с помощью алгоритма *А1*(7).

Алгоритм *А4* является алгоритмом непрерывной оптимизации решения второго рода, или алгоритмом параметрической (внутривариантной) оптимизации. Его структурная схема показана на рис. 1.10, *г,* при этом выделяются следующие блоки: техническое описание (математическая модель) проблемы, решаемой по выбранному варианту рекомендации *(1);* выделение показателей проблемы (параметров модели), нуждающихся в улучшении *(2);* нахождение связи между выделенными показателями или параметрами *(3);* формирование целевых функций для оптимизации выделенных показателей, выделение переменных параметров, нахождение ограничений *(4);* минимизация (максимилизация) целевых функций математическими методами оптимизации (5); определение допустимости влияния изменяющихся в процессе оптимизации параметров на другие показатели выбранного варианта рекомендации *(6);* передача улучшенного варианта сформированной рекомендации на разработку документации (7).

Одна из основных целей формирования рекомендаций заключается в оптимизации рекомендаций, т. е. в достижении заданных показателей консультируемой проблемы при наименьших затратах или наилучших показателей консультируемой проблемы при ограниченных затратах имеющихся ресурсов.

Сущность оптимизации сводится к отысканию при наложенных ограничениях таких значений переменных параметров, которые дают минимум (максимум) некоторой целевой функции, характеризующей комплексную эффективность консультируемой проблемы. При оптимизации используется мощный аппарат математических методов оптимизации. Процесс оптимизации характеризуется непрерывным поиском (детерминированным или случайным) направления изменения переменных параметров и постепенным приближением к оптимальной рекомендации путем количественного изменения величин переменных параметров. Существенным при этом является улучшение отдельных показателей проблемы (подпроблем) с учетом влияния процедуры оптимизации на другие подпроблемы и проблему в целом.

В процессе консультирования сочетанием алгоритмов *А3* и *А4* могут оптимизироваться как выбранные методы формирования рекомендаций, структуры и технические средства консультируемых проблем, так и методы и средства построения моделей проблемы и ее подпроблем и методы их анализа и испытаний.

Структурная схема алгоритма *А5* детального (точного) консультирования, или консультационного синтеза и анализа, показана на рис. 1.10, *д.* Как видно из этого рисунка, основные консультационные процедуры, предусмотренные алгоритмом *А5,* носят оптимизационный характер и соответствует процедурам алгоритмов *А2, А3* и *А4,* рассмотренных выше. Блоки структурной схемы этого алгоритма соответствуют следующим консультационным операциям: формулировка частной консультационной задачи (*1*); определение направления формирования рекомендаций *(2);* формирование вариантов рекомендаций по решению задачи *(3);* структурная (межвариантная) оптимизация вариантов рекомендаций, выбор наилучшего варианта *(4);* параметрическая (внутривариантная) оптимизация и улучшение выбранной рекомендации консультационной задачи (5); разработка консультационной документации для частной консультационной задачи, ее согласование по проблемным горизонтальным и вертикальным связям и уровням (5); отработка и коррекция принятого решения (7).

Если рассмотреть граф логической схемы консультационного процесса (рис. 1.9) с учетом алгоритма *А5,* можно заметить однотипность консультационных процедур, выполняемых на этапах начального, промежуточного и окончательного консультационного процесса. Эта однотипность распространяется на процедуры регенерации и конкретизации принципов и вариантов рекомендаций; создания модели проблемы (или ее фрагмента) для исследования (консультационного анализа) и оптимизации; принятия консультационных рекомендаций. Существенно, что при переходе от этапа к этапу происходит уточнение и углубление моделей и как следствие приближение разрешения проблемы к заданным в консультационном задании характеристикам. При этом модели строятся как в виде математических и информационно-графических (описаний, схем, чертежей) моделей, так и в виде макетов, экспериментальных и опытных образцов.

Граф логической схемы консультационного процесса отражает лишь самые общие черты этого сложного процесса и не претендует на универсальность и однозначность.

1.8. Задачи консультирования и требования к консультанту

1.8.1. Постановка и формулирование консультационной задачи

В процессе поиска требуемых рекомендаций важное значение приобретает постановка консультационной задачи. Консультационная задача возникает в условиях деятельности по творческому освоению и преобразованию мира, представленного в виде проблем различного рода. Вне деятельности ни одну задачу поставить нельзя. В консультационном процессе постоянно происходит поиск ответов на возникающие вопросы. Вопрос может быть ясно выражен или высказан, четко определен или подразумеваем. Поэтому постановка консультационной задачи — это прежде всего процесс поиска вопросов, которые, сменяя друг друга, приближают консультанта к наиболее адекватной фиксации неизвестного, а также выявление путей превращения его в известное.

Постановка задачи — это выход за пределы изученного в сферу того, что должно быть изучено, это познание проблемной ситуации. Проблемная ситуация в консультировании выступает как осознание наличия технических и физических противоречий, объективно возникающих при поиске (формированию) эффективных рекомендаций с целью удовлетворения потребностей отдельных людей, коллектива или общества в каких-либо практических конечных результатах.

В логике научного исследования *под проблемой понимают вопрос, ответ на который не содержится в накопленном знании и поэтому требует определенных практических и теоретических действий для его разрешения*

Предметной стороной консультируемой проблемы является нахождение таких методов, приемов и способов решения или устранения технических и физических противоречий, возникших в консультируемой проблеме, с помощью которых будет создана (сформирована) рекомендация, удовлетворяющая потребностям, породившим ее.

Обычно консультант начинает с общей постановки вопроса («нащупывания» консультационной задачи консультируемой проблемы), затем он уточняет его в серии более разветвленных формулировок, т. е. конкретизирует вопрос решения консультируемой проблемы.

В консультационном процессе консультант идет на известное сужение задач проблемы и формулирует конкретные задачи. В то же время *формулировака задачи— это фактически начало ее решения, начало мыслительного консультационного процесса*. Рассмотрение

механизма консультационного процесса консультантом позволяет выяснить, что провести какую-либо четко фиксированную грань между постановкой и решением задачи нельзя. Объясняется это, по-видимому, следующим, в процессе практического взаимодействия консультанта и консультируемой проблемы по преодолению противоречия между тем, что имеется (данная проблема), и тем, что должно быть (замысел по решению данной проблемы), происходит постепенный и незаметный переход от постановки задачи к ее решению.

Постановка и успешное решение консультационной задачи нередко требуют дробления ее на частные задачи (более простые), ранее в консультационном процессе не возникавшие. Академик В. И. Вернадский писал: «Наука ищет пути всегда одним способом. Она разлагает сложную задачу на более простые, а затем, оставляя в стороне сложные задачи, разрешает более простые и тогда только возвращается к оставленной сложной. Иногда проходят века, прежде чем она возвращается к первоначальной задаче. Но данная задача не теряется в течение этого времени. Каждый исследователь, решая частные вопросы, необходимые для ее разрешения, переживает, передумывает основную задачу. Она нередко десятилетиями и столетиями не проявляется в текущей литературе, но все же фактически лежит в основе научной работы, составляет святая святых того стремления и искания, которое заставляет человека нести тяжелый и нередко смертельный труд научного творчества». Из этого высказывания академика В. И. Вернадского следует, что скорее всего человек берется и решает такие задачи, которые ему по силам. Сложную задачу он или переформулирует в соответствии со своей системой представлений, облечет в доступную для понимания форму (тогда он, с одной стороны, упростит ее, сделает для себя посильной, а с другой — решит, по сути, другую задачу, более легкую) или, если сделать это не удастся, откажется от нее как неразрешимой. Консалтинтология предусматривает возможность перехода от проблемной консультационной ситуации или более сложной задачи к частным задачам (выделение или преобразование сложной задачи в мини-задачу). При этом техническую сторону оставляют без внимания, однако устраняют вредное свойство (либо выявляют полезное свойство, требуемое по условиям задачи). Если необходимо чем-то «оплатить» новый результат, то «оплата» должна производиться за пределами оперативной зоны — в надсистеме.

Поясним это на примере. В шахтах, где возможно скопление газа, используют электрооборудование во взрывобезопасном исполнении. Такое оборудование сложно и громоздко. Была сформирована

рекомендация применить ток с «паузами» (из ста полуволн в секунду «вырезана» одна полуволна). Несложное и открытое оборудование производит коммутацию тока только в «паузах», когда можно развести или свести контакты без образования дуги. Такое упрощение обусловило необходимость установки специальных устройств, «вырезающих» паузы в токе. Из этого примера можно увидеть две особенности решения задачи: громоздкое и тяжелое оборудование «оттеснено» за пределы оперативной зоны; достигнуто не просто механическое «оттеснение», а «оттеснение с упрощением» (одна установка, преобразующая ток, может обслуживать множество коммутационных пунктов; процесс коммутации вынесен в такое место, где он может происходить максимально просто и удобно).

Таким образом, решение консультационной задачи начинается с возникновения проблемной ситуации, выявления какого-либо недостатка, свойственного данной проблеме, который проявляется как несоответствие возможностей системы общественным (техническим) потребностям.

Рассмотрим теперь задачи консультантов **Главная задача консультантов** - оказывать помощь клиентам в решении возникших проблем. Решить эту задачу они могут несколькими путями:

- *Найти проблему и предложить пути решения*. В ситуации, когда клиент осознает, что у него есть проблема, но не может определить, в чем именно она заключается, каковы ее истинные причины, консультанты могут проанализировать ситуацию и выявить проблему и причины ее возникновения, а также разработать и предложить клиенту рекомендации по пути ее решения. Это - так называемое ***экспертное консультирование***, когда консультанты сами выполняют всю работу по обнаружению и решению проблемы.
- *Помочь клиенту самому найти проблему и определить пути ее решения*. Бывают ситуации, когда клиент готов определить проблему и решить ее, но ему не хватает некоторой методологической поддержки для успешного осуществления своих намерений. Тогда консультанты могут оказать клиенту эту методологическую поддержку и пройти вместе с ним весь путь от обнаружения проблемы до ее решения. Такой подход называется ***процессным консультированием***, т.е. консультированием в процессе деятельности клиента.
- *Научить клиента, как находить и решать проблемы*. Создание у клиента системы практических знаний, механизма,

позволяющего ему отныне и впредь находить и решать свои проблемы является сущностью третьего подхода, называемого ***обучающим консультированием***. При этом подходе консультант не участвует непосредственно в процессе поиска и решения проблем, а только обучает клиента и проверяет правильность выполнения "домашнего задания".

На практике все три подхода зачастую пересекаются и взаимодополняют друг друга. Акценты смещаются в зависимости от того, что больше всего необходимо клиенту: ***чтобы решение проблемы нашли за него, или чтобы ему помогли решить проблему, или же чтобы научили, как ее решать***. Определение степени этой необходимости, равно как и необходимости привлечения консультантов вообще, зависит от ряда факторов:

- **Время**. Как правило, любая проблема вносит свои временные ограничения. В зависимости от того, насколько велик запас времени на решение конкретной проблемы, делается выбор в пользу того или иного подхода. Обычно экспертное консультирование является наиболее быстрым путем решения проблемы, если приглашенный консультант обладает наработанными методиками решения подобных проблем.
- **Трудовые ресурсы**. Каждая проблема требует трудовых ресурсов, затрачиваемых на ее решение. Когда масштаб проблемы достаточно велик, бывает довольно трудно выделить людей, которые будут заниматься исключительно ее решением, учитывая, что у всех штатных сотрудников клиента есть свои повседневные обязанности в рамках текущей деятельности. Вместе с тем, нанимать и держать особый штат специалистов на случай возникновения каждой проблемы, как это иногда предпочитают делать некоторые компании, экономически нецелесообразно. Консультанты в данном случае являются дополнительным трудовым ресурсом, который доступен, когда он необходим, и удаляется, когда необходимость в нем прошла.
- **Деньги**. Привлечение консультантов требует затрат. В зависимости от того, какие денежные ресурсы клиент может выделить на решение проблемы, выбирается тот или иной подход консультирования. Как правило, обучающее консультирование является наиболее дешевым способом

решения проблем, если у клиента есть необходимые трудовые ресурсы и время на их обучение.

- **Знания**. Уровень специальных знаний является не менее критическим фактором, чем время или деньги. Безусловно, знания можно получать путем самообразования. Однако степень закрепления знаний и навыки их практического применения при этом будут уже другими. Неслучайно эффективность очного обучения выше, чем заочного. Кроме того, самообразование - это учеба на собственных ошибках, тогда как, привлекая консультантов, можно учиться на чужих.
- **Объективность**. Консультант представляет независимый взгляд со стороны на проблемы клиента. В силу его независимости он свободен от штампов и предубеждений, которые сложились у клиента за годы его деятельности и которые зачастую сами являются источниками проблем. Консультант может задавать вопросы, о которых клиент сам не задумывается, поскольку в силу сложившихся привычек не считает их вопросами. Наконец, консультант является незаинтересованным лицом в том смысле, что его единственным интересом является наиболее эффективное разрешение реальных проблем клиента и у него нет собственных интересов в рамках этих проблем.

Необходимо отметить и то, чего консультант не может или не должен делать для клиента и для чего их не следует приглашать:

- **Принятие решений.** Консультант, как правило, не может принимать решения за клиента. Клиент сам несет ответственность за свой бизнес, ответственность перед собственниками, контрагентами, персоналом и самим собой, и ему принимать окончательные решения. Консультант лишь предлагает ***варианты решений***, дает ***рекомендации*** по вопросу ***оптимального решения***, но не принимает сами решения .
- **Игра с законом**. Консультант не может и ни в коем случае не должен давать клиенту рекомендаций, идущих вразрез с действующим законодательством. Любая рекомендация , выполнение которой приводит клиента в конфликт с законом, является угрозой бизнесу клиента и сама по себе создает серьезную проблему. Таким образом, консультант не может и

не должен, решая одни проблемы клиента, создавать ему другие, порой более серьезные - проблемы с законом.

- **Участие в конфликтах**. Консультант не может и не должен участвовать во внутренних конфликтах клиента. Крайне неэтичной является ситуация, когда одни лица в руководстве клиента приглашают консультантов для того, чтобы "свалить" других. Консультант должен всегда быть выше личных или групповых конфликтов, выступать независимым арбитром, искать решения, полезные для бизнеса в целом, а не для отдельных лиц или групп лиц.
- **Формальные результаты**. ***Целью консультационного содействия является формирование рекомендаций по решение проблем клиента***, а не написание консультационного отчета. Задачей деятельности консультанта не должно быть создание красивых по форме и пустых по содержанию отчетов, "фантиков", которые используются для создания видимости полезной деятельности. Поэтому не стоит приглашать консультанта для написания такого отчета, который будет затем храниться в ящике стола и время от времени доставаться оттуда для демонстрации - это слишком дорогой и неоправданный способ производить впечатление.

Исходя и сказанного выше, можно сформулировать рекомендации, когда нужно приглашать консультантов. Вообще говоря, ***консультантов нужно приглашать тогда, когда имеется проблема, которую клиент хочет решить***. Однако особо эффективным является участие консультанта в характерных ситуациях, приведенных ниже:

- **Когда проблема носит комплексный, системный характер**. Если масштаб проблемы таков, что для ее решения необходимо осуществить радикальные комплексные преобразования в системе управления, принципах построения бизнеса, лучше всего пригласить сторонних экспертов, которые привнесут свежие идеи и предоставят необходимые трудовые ресурсы. Решение комплексных проблем обычно требует значительных трудовых затрат и специализированных знаний.
- **Когда проблема носит разовый, ситуационный характер**. Если перед клиентом встала проблема, которая обусловлена

стечением специфических обстоятельств и не носит повторяющегося, рутинного характера, а также требует оперативного решения, эффективнее не создавать внутренний организационный потенциал для ее решения, а осуществить разовое приглашение консультантов. Вместе с тем, не является эффективным приглашение консультантов для решения рутинных, повседневных задач, т.е. для осуществления текущей управленческой деятельности.

- **Когда существуют расхождения во взглядах на проблему и пути ее решения внутри руководства клиента или между руководством и собственниками**. В этой ситуации консультанты являются оптимальным независимым арбитром, способным объективно оценить проблему и предложить объективно обоснованные пути ее решения.
- **Когда решение проблемы может повлечь за собой серьезные последствия, в том числе стратегические, финансовые или социальные**. Это ситуация, похожая на предыдущую, с той лишь особенностью, что в данном случае цена решения проблемы и связанная с этим ответственность достаточно высока. Поэтому руководству клиента может потребоваться независимое экспертное обоснование определения и решения проблемы. Иногда это является способом для клиента разделить с консультантом ответственность, не в части принятия решения, но в части его разработки.

Могут быть и другие ситуации, когда лучше пригласить консультанта. Общими критериями для них всех является:

- **Наличие проблемы;**
- **Недостаток временных или человеческих ресурсов для решения проблемы;**
- **Недостаток специальных знаний для решения проблемы;**
- **Высокая цена вопроса**.

Нет необходимости говорить о том, что ***приглашенный консультант должен быть добросовестным профессионалом - это обязательное условие.*** Однако существует ряд принципиальных факторов, обуславливающих успех взаимодействия клиента с консультантами:

- **Правильный подбор консультанта**. Ни один консультант не может знать всего. Одни консультанты хороши для решения одних видов проблем, другие - для других. Поэтому правильный подбор консультанта под конкретную проблему является крайне важным моментом. При этом необходимо учитывать, что известное название не всегда гарантирует правильность подбора. Существует много узкоспециализированных и просто малоизвестных консультантов, о которых клиент не может знать, пока не столкнется с проблемой, требующей их участия. Главное здесь - оценить методологию и практический опыт, которые предлагает консультант для решения проблем клиента.
- **Коммуникация**. ***Консультант с клиентом должны пользоваться сходным понятийным аппаратом или, иными словами, говорить на одном языке***. В противном случает может возникнуть ситуация, когда консультант, пользуясь своим аналитическим инструментарием, сможет определить проблему и найти пути ее решения, а вот клиент может не понять рекомендаций консультанта. Поэтому необходимо заранее договориться о значении тех понятий и терминов, которыми пользуются и клиент, и консультант.
- **Уровень подготовки**. ***Рекомендации приносят эффект, только будучи внедренными.*** Но для того, чтобы использовать рекомендации консультанта, клиенту порой необходимо обладать соответствующим минимальным уровнем подготовки. Точно так же, как внедрение даже детально расписанного технологического процесса требует определенного уровня технической подготовки, так и внедрение самых подробных рекомендаций требует определенного уровня подготовки. Если такая проблема возникла, необходимо принять дополнительные меры для обеспечения подобной подготовки.
- **Понимание целей и задач**. Бывают ситуации, когда клиент неясно представляет, чего именно он хочет, но он твердо намерен этого добиться. Это обычно приводит к наиболее серьезным проблемам во взаимодействии клиента с консультантом. Поэтому необходимо совместными усилиями определиться с целями и задачами, и только затем приступать к работе.

При работе с консультантами - независимо от того, в режиме какого именно консультирования, - знания непосредственно

воплощаются в практической деятельности, или, наоборот, приобретаются в процессе решения конкретных задач. В любом случае решение вопроса - приглашать или не приглашать консультантов - остается за клиентом. Консультанты, как и всегда, могут лишь дать ***необходимые рекомендации***.

1.8.2. Требования к образу консультанта

Когда задача преобразований и расширения компетентности поставлена, можно приглашать консультанта. Но здесь тоже не все однозначно. Консультанты бывают разные и необходимо понимать с какого типа консультантами в каких случаях вступать во взаимодействие.

Рассмотрим две классификации консультантов.

Первая классификация построена по отношению к форме деятельности:

- ***Экспертный консультант*** - транслирует собственное знание предметной области и практического опыта.
- ***Процессный консультант*** - транслирует только методы управления и преобразований, оставляя предметное наполнение заказчику.

Вторая классификация построена по масштабу предмета деятельности:

- ***Компетентностный консультант*** - работает с расширением компетентности.
- ***Преобразующий консультант*** - работает с расширением компетентности и обеспечением необходимых преобразований.

На рынке консультационных услуг встречаются, прежде всего, ***компетентностые консультанты***. Часть из них - экспертные, часть - процессные. Первые интересны в случае потребности в детальном знакомстве с практиками других организаций или получения системного представления о предметной области. Только надо учитывать, что эксперт будет транслировать свое понимание предметной области без реального учета проблематики и особенности

организации заказчика. Вторые интересны в случае осмысленного внедрения некоторого метода. Здесь надо помнить, что процессник будет давать исключительно метод, возлагая ответственность за содержательное наполнение на заказчика**.** Ни в том, ни в другом случае ответственность за конечный результат (адекватные и реальные преобразования) консультант на себя взять не может. Только ***преобразующий консультант*** (он тоже может быть экспертом или процессником) может стать настоящим партнером, ответственным за конечный результат преобразований, т.к. он в своей работе опирается на осознанное владение отрефлексированной практикой того уровня властных отношений, который вас интересует, находясь в контексте властных отношений более высокого уровня организации. Т.е. если вы хотите получить помощь в освоении экономических форм властных отношений, необходимо, чтобы консультант имел социальный опыт работы в предпринимательских формах властных отношений. Только это обеспечит эффективное сотрудничество по осуществлению преобразований. Таких консультантов очень и очень мало. Однако их можно распознать по различным признакам: консультационные отношения с заказчикам носят форму партнерства, а не коммерческой услуги, они обладают личной или командной практикой управления в интересующей вас сфере деятельности, они ориентированы на решение проблем, а не на продажу консультационных продуктов, ***они ответственно берутся за проведение преобразований, а не за подготовку многостраничных томов рекомендаций.***

Рассмотирим требования к образам консультантов, которые в своей деятельнсти используют методы автоматизированного консультирования.

Применение математических методов и средств информационно-вычислительной техники в целях автоматизации консультационных процессов (услуг) вносит существенные изменения в организационную структуру консультационного процесса. В отличие от неавтоматизированных консультационных процессов, в которых, как правило, одни и те же консультанты последовательно выполняют все основные консультационные процедуры (творческие и рутинные), в автоматизарованном консультировании осуществляется разделение труда сотрудников в соответствии с функциональным назначением основных подсистем автоматизированного консультирования. В автоматизированном консультировании центральное место занимает консультант-пользователь, требования к профессиональной подготовке которого резко возрастают. Освобождая консультанта от выполнения значительной доли формальных и рутинных операций в

консультационном процессе, компьютер создает реальную основу для повышения производительности труда консультанта-пользователя за счет стимулирования процесса его творческой деятельности. Консультант получает возможность быстро проанализировать различные аспекты сформулированной им рекомендации по любому из вопросов, касающихся консультируемой проблемы, что выполнить вручную практически не представляется возможным. Консультационный процесс может разделяться на ряд связанных задач, решаемых параллельно специалистами-консультантами различных отраслей (областей) знаний на одном мощном компьютере в режиме разделения времени.

Группы консультантов, обслуживающие различные подсистемы автоматизированного консультирования, специализируются в соответствии с функциональным назначением этих подсистем. Если в неавтоматизированных системах консультрования группы консультационной информации, обслуживания архивов и консультационных методик, как правило, немногочисленны и вспомогательны на фоне крупных служб консультационной документации, то в автоматизированном консультировании наблюдаются существенные изменения организационной структуры коллектива:

- значительно увеличивается число сотрудников, связанных с подготовкой и обработкой информации, разработкой и эксплуатацией программно-технического комплекса подсистем информационной и консультационного анализа;
- благодаря применению компьютеров резко сокращается число сотрудников, связанных с разработкой документации;
- к обеспечению функционирования подсистемы поиска (формирования) рекомендаций, привлекаются наиболее квалифицированные специалисты, число которых возрастает.

Естественно, что изменения в организационной структуре консультирующей организации повышаются требования к управлению консультационным процессом в целом.

В связи с передачей компьютеру рутинных консультационных операций и общим повышением требований к качеству исполняемых функциональных консультационных процедур растет потребность в высококвалифицированных консультантах, а также изменяется соотношение между основными и вспомогательными операциями.

При выполнении консультационного процесса оказывается весьма сложно дать формальную полную постановку консультационной

задачи, поэтому консультант-пользователь должен сам доопределять эту задачу на основе своего опыта, интуиции и т. д. Это предопределяет итерационный характер консультационного процесса, требующий многочисленных модификаций и проверок рекомендаций в процессе разработки модели проблемы и соответствующей консультационной документации.

В зависимости от степени неопределенности условий формирования рекомендаций можно выделить три типа консультационных процедур , характерных для консультационных задач (табл. 1.1).

1. Полностью детерминированная процедура, когда имеется алгоритм формирования рекомендаций, заданный в виде жесткой последоваельности консультационных операций, и все необходимые данные для них саходятся в системе (задачи *1—3, 5).* Роль консультанта-пользователя состоит в том, чтобы принять окончательную рекомендацию путем включения в нужный момент этой процедуры и оценки результатов ее работы.

2. Алгоритмически определенная процедура, но с неопределенными исходными данными (задачи *4* и *6).* В отличие от первого.

типа здесь нет полного набора данных, и, кроме того, часть из необходимых данных может быть задана в виде допустимых диапазонов их изменения. Консультант-пользователь в этом случае, используя свой опыт и знания, формирует в диалоговом режиме с компьютером различные наборы исходных данных для различных консультационных операций, пока не будет получено и оценено приемлемая консультационная рекомендация.

3. Процедура с неопределенным, «нечетким» алгоритмом (задачи 7 и *8).* В этом случае отсутствует формальный метод решения

данной консультационной задачи и известны лишь некоторые эвристические приемы, основанные на опыте решения аналогичных задач. Консультант, опираясь на интуицию и опыт, составляет несколько альтернативных вариантов и методом проб и ошибок, решает задачу с помощью компьютера, которая реализует отдельные фрагменты консультационной процедуры и количественно оценивает варианты сформированных рекомендаций.

Таким образом, консультационные процедуры носят как алгоритмический, так и эвристический характер, что исключает, по крайней мере на сегодня, полную их автоматизацию. В автоматизированном консультационном процессе органически объединены интеллект человека и совокупность формализованных знаний, хранящихся в памяти компьютера, при этом компьютер дополняет человека, а не заменяет его. Рассмотрим основные

особенности такого дополнения, или сотрудничества человека и компьютера.

Логический метод рассуждения. У человека этот метод основан на интуиции, на использовании накопленного опыта и на воображении. Метод компьютера строгий и систематический. Хорошее сочетание получается, если компьютер реализует отдельные небольшие процедуры, а их логическая последовательность определяется во время работы человеком, чувствующим себя творцом, формирующим рекомендации по консультируемой проблеме.

Способность к обучению. Человек обучается быстро, если информация дозируется. «Интеллект» компьютера определяется его программным обеспечением. Желательно, чтобы количество информации, получаемой на запрос консультанта-пользователя, было переменным и могло изменяться по требованию пользователя, когда он почувствует себя более уверенным и привыкнет к системе. Таким образом, можно ускорить диалог.

Обращение с информацией. Емкость мозга человека для сохраяения детализированной информации небольшая, организует он ее интуитивно, неформально. Эффективность вторичного обращения к памяти зависит от прошедшего времени. В компьютере емкость памяти весьма большая, организация формальная и детализированная, вторичное обращение не зависит от прошедшего времени. Поэтому целесообразно накапливать и организовывать информацию автоматически и осуществлять ее быстрый вызов по удобным для человека признакам.

Оценка информации. Человек умеет хорошо отделять значимую информацию от несущественной. В этом отношении компьютер ему уступает. Поэтому должна существовать возможность макропросмотра информации большого объема, что позволяет человеку выбрать интересующую его часть без просмотра всей накопленной информации.

Отношение к ошибкам. Человек часто допускает существенные ошибки, исправляя их интуитивно для себя, при этом метод обнаружения ошибок тоже интуитивный. Метод обнаружения ошибок компьютером является строго систематическим. Правда, компьютер несравнимо сильнее в области формальных ошибок и обычно беспомощнее при неформальных. Поэтому желательно обеспечить возможность консультанту-пользователю вводить в компьютер исходную информацию, написанную по правилам, близким к обычным математическим выражениям и к разговорной речи. Компьютер выполнит все возможные для него проверки и поправки, преобразует информацию к стандартному виду, удобному в процедурах обработки

и формального устранения ошибок. Далее желательно осуществить обратное преобразование и предъявить информацию пользователю в наглядной, например, графической форме, для обнаружения информационных смысловых ошибок.

Обращение со сложными описаниями. Человеку трудно воспринять большое количество информации, даже наглядной. Поэтому следует поручить компьютеру автоматическое разбиение сложных конфигураций на относительно независимые части, охватываемые одним взглядом. Естественно, что все вносимые консультантом-пользователем изменения в одной из этих частей (режим «окна») должны автоматически производиться и в остальных, если проводимые изменения их затрагивают.

Распределение внимания на несколько задач. Человеку, в основном, это не удается. Когда ему приходится решать подзадачу, чтобы сосредоточиться на ней, он должен прервать основную. Поэтому компьютер обслуживает такие прерывания и восстанавливает состояние основной задачи к моменту, установленному пользователем. Аналогичным образом компьютер обслуживает процедуру анализа нескольких вариантов рекомендации.

Память по отношению к проведенной работе. Человек легко забывает как то, что уже сделал, так и то, что ему предстоит сделать. Этот недостаток компенсируется компьютер, который четко фиксирует и информирует пользователя как о выполненных, так и предстоящих процедурах («ведет» пользователя).

Способность к сосредотачиванию. Эта способность у человека зависит от многих факторов (продолжительность и напряжение внимания, влияние среды, общее состояние и др.). Усталость влечет за собой рассеянность, удлинение реакций, нецелесообразные действия. Нельзя считать окончательным решением вопроса сокращение работы консультанта в режиме диалога с компьютером до 2—3 часов. Более совершенной представляется адаптация интерактивной системы с разделением времени к времени реакции отдельного пользователя. Компьютер временно уменьшает «нажим» на консультанта, да и он сам знает, что может без ущерба прервать работу в нужный ему момент с сохранением состояния решаемой задачи.

Терпение. Человек испытывает чувство досады, если вынужден многократно повторять одни и те же действия. Поэтому при многовариантном анализе, например, предусматривается введение исходных данных одним массивом. Чтобы пользователю не приходилось долго ждать ответ на свой запрос, необходимо правильно соизмерить выполняемые компьютером процедуры, а также распределить время между несколькими терминалами.

Самочувствие. Компьютер должен беречь самочувствие консультанта, его чувство собственного достоинства и показывать ему, что именно он его обслуживает, а не наоборот. Вопросы, ответы и замечания должны соответствовать разговору между подчиненным и его руководителем-консультантом, определяющим ход и направление консультационного процесса. Никаких повелительных форм, а тем более иронических и обидных замечаний.
Эмоциональность. Свойственна человеку и не присуща компьютеру в консультационном процессе. Хорошо обеспеченный компьютер должен возбуждать у пользователя положительные эмоции (радость, удовлетворение, надежду) и не должен допускать проявления отрицательных (досада, гнев, отчаяние, притеснение).

Удобство рабочего места. Консультант-пользователь в режиме диалога с компьютером использует функциональную и алфавитно-цифровую клавиатуру, оперирует «мышкой» и другими средствами ввода и редактирования информации. Он обычно использует во время работы записки, эскизы, таблицы, чертежи и т. д. Необходимо предусмотреть место и обеспечить удобство для пользования перечисленными выше средствами.

В *автоматизированном консультационном процессе, носящего характер совокупности актов формирования консультационных рекомендаций*, компьютер по отношению к пользователю может выступать как *информатор, советчик или партнер*.

Если компьютер выступает как *информатор*, он полностью подчинен пользователю. По его указаниям быстро и точно отыскивает необходимые стандарты, технические требования, правила, каталоги, спецификации и другую информацию; осуществляет все необходимые вычисления и проверки; изготовляет необходимую консультационную документацию.

Если компьютер выступает как с*оветчик*, то он, опираясь на результаты работы своих подсистем поиска рекомендаций консультационной задачи и консультационного анализа, предлагает для утверждения консультанту-пользователю по его запросам различные варианты рекомендаций всей задачи и отдельных ее подзадач с объективной сравнительной информацией и указывает на предпочтительные варианты.

Это уже, по существу, вариант *партнерства*, которое особенно усиливается, если консультационный процесс строится с учетом того, что консультант-пользователь знает, какие задачи необходимо решать на данной стадии консультационного процесса, а компьютер знает, как эти задачи решаются. При этом компьютер сам запрашивает у пользователя необходимые ему исходные данные, анализирует их,

составляет план решения задачи и сообщает о результатах решения. Естественно, что это возможно тогда, когда в памяти компьютера сформирована формальная модель консультруемой проблемы, основанная на достаточно развитой теории консультируемых проблем заданного класса.

Напомним, что *использование единой информационной (цифровой) модели проблемы на всех этапах консультационного процесса составляет главный принцип построения системы автоматизированного консультирования (САК)*.

При этом отличительной чертой автоматизированного консультационного процесса является упор на математическое моделирование проблем, что составляет сущность второго принципа — принципа формирования рекомендаций на основе математического эксперимента с моделью консультируемой проблемы.

1.8.3. Партнерские отношения "клиент-консультант"

В этом разделе будет изложена концепция развития партнерских отношений "клиент-консультант", предложенная Трофимовой О.К. Наиболее критичным компонентом и наименее уловимым элементом консультационных услуг являются консультант-клиентские отношения. Отношения, возникающие в процессе консалтинга, как и все другие, зависят от черт характера, ситуации и интерпретации. Эти отношения требуют особого внимания к обеспечению их успеха. Существует мистическая оболочка клиент-консультантских отношений, которая является уникальной. Часто клиенты чувствуют, что вручают свою участь в руки консультанта. Процесс консалтинга и клиент-консультантские отношения начинаются с диагностики проблем и влияния на клиента при покупке консалтинговой услуги. Успешным результатом таких отношений является принятие клиентом гарантий консультанта и дальнейшее удостоверение в разрешении проблемы. Успех зависит от способности консультанта разработать обоюдовыгодные отношения, которые базируются на необходимости, понимании и доверии. На рис. 1.10 приведена структура консалтингового цикла.

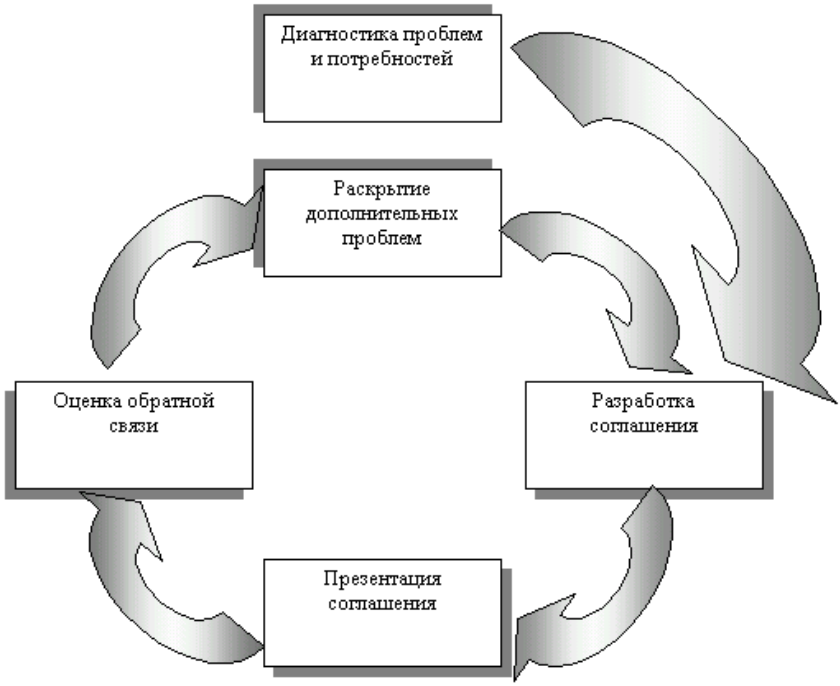


Рис. 1.10. Структура консалтингового цикла

Фундаментальной частью привлечения клиента является понимание и оценка текущих вопросов ведения бизнеса. Консультант должен продемострировать понимание путем построения связи между потребностями клиента и возможностями фирмы. Большинство консалтинговых услуг - неосязаемые, потому что их результаты не могут быть измерены и их нельзя потрогать. Учитывая неосязаемость услуг, восприятие их клиентом является самым большим вызовом в консалтинговом процессе.

То, что косультант в действительности хочет продать - это "обещание удовлетворения". Степень неопределенности обещания зависит от характеристик услуги, степени неосязаемости, маркетингового подхода консультанта, гонорара, ожиданий клиента. Многие клиенты не уверены в необходимости консультанта и в его действиях. Ожидания клиента подвергаются влиянию позиционирования, упаковки и доставки услуги. Клиент оценивает "NPV" обещания. Если консультант демонстрирует понимание бизнесс-окружения

клиента, то он может увязать фирменные услуги с успехом клиента. Спецификация проблемы является следующим шагом. Сущность проблемы, касающаяся интереса и важности для клиента, генерирует в себе, как конфиденциальность, так и заинтересованность в дальнейшем развитии отношений. Аккуратный анализ и разрешение проблемы приводит к доверию и укреплению клиент- консультантских отношений. Каждый шаг консультанта устанавливает "принципиальное соглашение" с клиентом, которое помогает управлять ожиданиями и получать дальнейшие обязательства. Дополнительное время консультанта может построить партнерские взаимоотношения с клиентом (рис. 1.11), которые приводят к влиянию консультанта на решения клиента.

Рис. 1.11.

Понимание проблемы

Услуги консультанта должны быть направлены прямо на фундаментальную проблему клиента. Успешное предоставление услуги зависит от глубины понимания бизнеса клиента. Выявление сущности проблемы бизнеса является наиболее сложной задачей консалтингового процесса. Когда клиент-консультантские отношения работают отлично, клиент говорит: "У нас есть проблема. Вот она. Как мы ее решим?" К сожалению, такое не часто встречается, потому что клиент не понимает, какую роль может играть консультант для того, чтобы помочь разрешить проблему. Клиент может не участвовать в качественном диагностическом диалоге или консультант может не выявить конкретную проблему.
Способность консультанта правильно опознать и идентифицировать проблему является критическим моментом для установки и построения успешных клиент-консультантских отношений. Клиент может чувствовать, что проблема существует, но может быть не уверен относительно ее определения. Консультант же может идентифицировать и дать определение проблеме клиента за короткий срок. Клиент может понимать отдельные части проблемы, однако, ему необходима помощь для того, чтобы собрать все части вместе. Клиент также может понимать симптомы проблемы, но ему нужна помощь для того, чтобы проработать эти симптомы и увидеть настоящую проблему. Клиент может думать, что проблема существует, но ему нужна помощь для того, чтобы опознать сущность проблемы. Для раскрытия настоящей проблемы необходима способность услышать слова и мысли с эмоциями, которые находятся за словами. Только тонко слушая, консультант может правильно идентифицировать проблему. А коммуникационная способность позволяет разрешить проблему и удовлетворить клиента.

Диагноз проблемы

Основное внимание консультанта должно быть направлено на принятие клиентом диагностики проблемы. Приобретение "принципиального соглашения" с клиентом помогает получить разрешение для диагностики.

Рис. 1.12. Стркутура диагностического компаса

На рис. 1.12 приведена структура диагностического компаса, который помогает направляться консультанту в процессе диагностики. Политическая осведомленность помогает консультанту направлять проблемы людей вокруг проблемы диагностики. Проблемы, которые имеют тяжелое техническое содержание до сих пор управляются людьми из политически ориентированных организаций. Решающими действиями являются: направление клиента посредством стиля руководства, организационной политики и понимания клиентом проблемы. Консультант должен учитывать как технический, так и организационный аспекты проблемы для того, чтобы добиться успеха. Эффективная диагностика позволяет работать с проблемой путем улучшения некоторых аспектов организации. Увеличение количества клиентов повышает эффективность консультанта посредством влияния рекомендаций, а не заключительных отчетов. Ударение на результат и укрепление может влиять и направлять процесс диагностики. Процесс диагностики должен упрощать и обострять проблему, акцентируя на моментах, ведущих к решению проблемы. Письменную диагностику и презентацию следует усиливать, используя наглядные материалы и

используя язык клиента. Также важно обращать внимание на клиент-консультантские отношения. Важна также и обычная дискуссия относительно всех аспектов проблемы для построения принципиального соглашения и опознания источников проблем. Организационный анализ важен так же, как и технический анализ проблемы, включая понимание, как клиенту управлять проблемой. Способность консультанта диагностировать проблему должна гармонировать с желанием клиента принять совет и действовать согласно рекомендациям.

Определение проблемы

Определение проблемы включает ***исправление ухудшающейся ситуации, улучшение ситуации или определение и создание новых возможностей.*** Все проблемы имеют общие характеристики: то, что действительно происходит отличается от того, что должно происходить. Существует пять элементов определения проблемы:

1. *Идентификация* - описание сути проблемы и базиса сравнения.
2. *Масштаб* - люди, затронутые проблемой и природа проблемы (включая открыто-закрытую версию).
3. *Местоположение* - организационные и физические места, где наблюдалась данная проблема.
4. *Интенсивность* - важность проблемы в абсолютных и относительных условиях, степень влияния на организационный момент и на затронутых людей.
5. *Расчет времени* - начальный момент, частота возникновения и текущая стабильность.

Определение проблемы также включает в себя идентификацию сил и факторов, являющихся причиной проблемы. Потенциальные причины идентифицируются посредством определения отличий и изменений в области проблемы и оценки как они влияют на проблему. Отличия помогают объяснить, почему проблемы появились в данной ситуации и больше нигде. Анализ изменений полезен, когда существует установленная методика устранения какой-либо проблемы. Вопросы, которые помогают сфокусироваться на отличиях и изменениях следующие:

- Какие имеются отличия или изменения относительно стиля руководства и области данной проблемы?
- Какие имеются отличия или изменения относительно людей и области данной проблемы?
- Какие имеются отличия или изменения в политике и / или процедурах в области данной проблемы?
- Какие имеются отличия или изменения в бизнес-процессах, используемых в области данной проблемы?
- Имеются ли другие отличия и изменения в области данной проблемы, являющиеся потенциальными причинами?

На рис. 1.13 показана диаграмма модели определения проблемы.

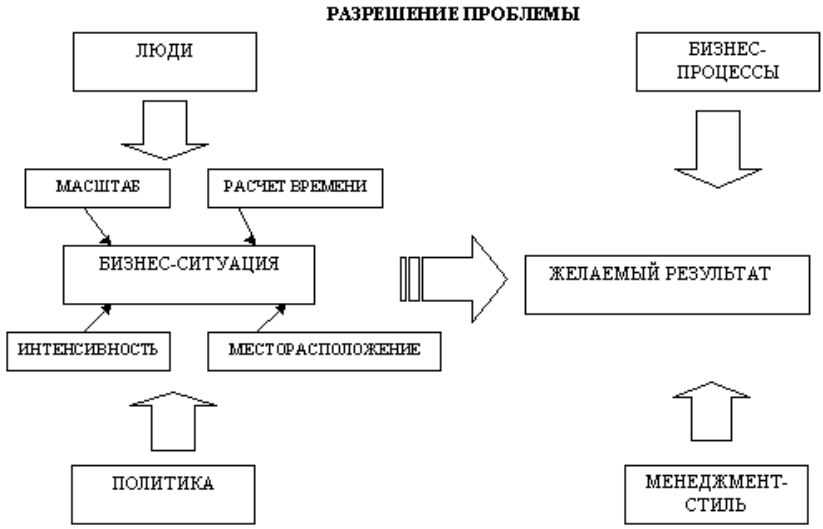


Рис. 1.13. Диаграмма модели определения проблемы

Переопределение проблемы

Когда точно определены причины проблемы, обычно клиент решает проблему. В случае неудачных попыток клиента решить проблему или же клиент не знает как это сделать, консультант может принять

участие в процессе решения проблемы. Часто вначале ожидаемая клиентом проблема сильно отличается от настоящей или лежащей в основании проблемы. Содействие консультанта заключается в переопределении начальной проблемы для клиента. Переопределение проблемы следует сфокусировать на том, как этой проблемой можно управлять. Стиль руководства клиента и его организационная политика помогает консультанту понять управленческую сторону проблемы. Личные качества и взаимоотношения являются важной частью организационной политики и предоставляют внутренние возможности для эффективного разрешения проблемы. Технические и бизнес-проблемы обязательно имеют управленческие и политические компоненты, которые влияют на решение проблемы. Использование части проблемы ведет к частичному разрешению и неэффективным рекомендациям. Действия, ведущие и фокусирующие переопределение проблемы, следующие:

- Определение личной роли клиента в причине проблемы
- Определение других членов клиентской организации, которые влияют на проблему

- Работа с клиентом для сбора и интерпретации данных о потенциальных причинах, сфокусировавшись на нескольких ключах проблем
- Описание технических, бизнес, управленческих и политических аспектов проблемы.

Создание и поддержание обещаний

Часть процесса определения проблемы состоит в том, чтобы помочь клиенту увеличить его самоуверенность. Успех разрешения проблемы заключается в поддержании обещания предоставления большей уверенности в тех областях, в которых клиент сомневался. Хотя клиент может не конкретизировать и не осознавать свои сомнения, однако, они существуют. Клиент может испытывать различные виды сомнений:

1. Неуверенность в правильном выборе консультационной помощи - особенности определенной консалтинговой фирмы
2. Неуверенность в том, сколько нужно потратить на консалтинговые услуги - определенная корректность расходов

3. Неуверенность в правильном понимании существующей проблемы - специфика обрабатываемой проблемы

Такие вопросы всегда существуют и консультант должен их направлять на удовлетворение перспективного клиента. Также консультант не может допустить, что однажды данный проект провалится. Часто клиент начинает сомневаться, когда начнется соглашение или оплачивается гонорар. В действительности, продажа начинается после принятия предложения. Сама "продажа" происходит при поставке обещания по соглашению. Продажа и поставка услуг не могут быть разделены.

Покупка обещаний

Клиенты покупают консалтинговые услуги в том случае, когда консультант может продемонстрировать понимание и способность оценить проблемы бизнеса клиента. Консультанту следует работать на понимании и создании связи между нуждами клиента и возможностями фирмы консультанта. Консалтинговые услуги становятся все более неосязаемыми и сложными для понимания клиента даже при поддержке презентационных материалов. Самой большой трудностью в консалтинговом процессе является способность консультанта управлять неосязаемостью услуг и неправильным восприятием услуг клиентом.
Как ранее отмечалось, консультант просит клиента купить "обещание удовлетворения" - обещание того, что консультант удовлетворит потребности клиента. Неопределенность такого обещания зависит от характеристик данной услуги, степени неосязаемости, рекламных и презентационных техник, а также от структуры гонорара. Ожидания клиента также играют ключевую роль, ограничивающую и определяющую данное обещание. Если клиент ранее не использовал консалтинговые услуги, данное обещание будет еще более сомнительным. Тяжело работать с клиентами, которые не уверены в действительной необходимости и использовании консультантов. Обычно они хотят очень конкретные предложения, рабочие планы и калькуляции гонорара. На ожидания клиента сильно влияют представители консалтинговой фирмы, определение данной проблемы и описание и поставка конкретного обещания. Следует помнить, что клиент все время подсчитывает "NPV" такого обещания.

Расположение к себе клиента

Потенциальные клиенты взвешивают ожидания, впечатления и восприятие во время принятия решения о выборе консультанта и покупке услуг. Такой процесс принятия решения не сложен и не поддается рационализму. Расположение к себе клиента является центральной задачей маркетинга услуг и всех видов влияния на клиента. Способность консультанта быстро расположить к себе клиента и использовать маркетинговый подход является главным фактором влияние на принятие клиентом обещания. Отношение к консультанту, фирме, услугам строится долгое время посредством многих событий. Первое впечатление усилится благодаря количеству выполненных заданий, хотя клиент может изменить свое восприятие в процессе работы. Клиент почти всегда рассматривает внешнее оформление при составлении мнения о консультанте, фирме и услуге. Все три компонента рассматриваются клиентом для принятия обещания об удовлетворении. Обещание удовлетворения основывается, строится и утверждается посредством всех ожиданий, впечатлений и восприятий, сформированных благодаря людям консалтинговой фирмы, литературе и предоставляемым услугам.

Построение отношений с клиентом

Следующий элемент создания и поддержания обещания - это закладывание качественных личных отношений в начале соглашения. Успех соглашения зависит от степени участия клиента и качества предоставленной клиентом информации. Основным правилом в клиент-консультантских отношениях является: **никогда не удивляйте клиента.** Клиент также ожидает человека, который уже продавал такой проект при активном участии и поставке выявлений и рекомендаций. Успешные клиент-консультантские отношения продолжаются после первого соглашения. Процесс построения взаимоотношений складывается в течение проекта и внедрении результатов. Часть построения такого процесса составляет официальные рутинные встречи с клиентом, сопровождаемые короткими официальными отчетами, подчеркивая ключевые моменты. Использование менеджмента в проекте является наиболее важным для плавного его выполнения.
Закрепление отношений является создание беспристрастности для консультанта. ***Обязанность консультанта - увеличивать беспристрастность***. Поддержание взаимоотношений требует усилий,

но это проще, чем привлечь нового клиента. При поддержании отношений с клиентом существуют также прекрасные возможности к добавлению текущих проектов, расширению услуг и генерированию отношений. ***Если консультант построит доверие клиента, то у клиента вырастет спрос на его совет***. Качество таких взаимоотношений прямо касаются возможности оказания консалтинговой услуги клиенту. В долгосрочных клиент-консультантских отношениях ответственность и отзывчивость становятся более важными, чем специфические характеристики оказываемой услуги. В долгосрочных отношениях развивается взаимозависимость, которая требует воспитания и заверения. Без такого внимания накапливается отрицательное отношение. Построение качественных взаимоотношений с каждым клиентом забирает много времени, но вложение в такие взаимоотношения оплачивается сполна.

Определение поставщика

Существует ***два возможных подхода*** продемонстрировать понимание проблемы клиента.
Внешний подход используется, когда консультант больше сфокусирован на возможностях консалтинговой фирмы, чем на проблеме клиента. Внешний подход включает: *описание общего метода разрешения проблемы; описание опыта основного персонала консалтинговой фирмы; описание проектов, осуществленных для других клиентов.*
Внутренний подход используется, когда консультант сфокусирован на овладении над проблемой, которая важна для клиента. Внутренний подход требует способности охватить проблему для того, чтобы у клиента создалась уверенность в навыках консультанта. Консультант должен сообщить свои знания касательно существующей проблемы для усиления начальной уверенности в навыках и создать проблему удовлетворения, которая впоследствии может быть достигнута при выполнении проекта.

Убеждение методом

Этот подход помогает клиенту понять, каким образом консалтинговая фирма может управлять проблемой и фокусироваться на характеристиках услуги, а не на ее результатах. Например, если фирма собирается помочь клиенту в проекте анализа и исследования, фирме следует больше обращать внимание на внедрение полученных данных,

чем на процесс получения данных. Часто получают большее внимание следующие техники: пересмотр документов, форм, отчетов и интервьюирование групп и отдельных людей. Слишком большое ударение на методе может предать услуге вид товара. *Успешные консультанты фокусируются прежде всего на бизнес-проблеме, а затем - на методе решения проблемы.* К сожалению, некоторые консультанты склонны к подходу продажи консалтингового процесса определения проблемы для того, чтобы соответствовать методологии своей фирмы. *Если консультант больше акцентирует на гибкости методологии фирмы, а не на строгом соблюдении руководства методологии, структурированный подход поможет консультанту докопаться до сущности проблемы*. Такой консультант должен помочь клиенту понять, что методический подход к разрешению проблемы важен, и выбор метода решения проблемы зависит от масштаба и определения данной проблемы. Конкретный клиент-консультантский диалог относительно данной проблемы ведет к взаимопониманию и помогает консультанту больше соответствовать нуждам клиента.

Убеждение ведущими консультантами

Накопленный опыт и репутация ведущих консультантов фирмы является главным фактором компетентности консалтинговой фирмы. Усилия маркетинга фирмы следует направлять на изучение данного вопроса при попытке увеличить и/или расширить проекты, построить сеть взаимоотношений, повысить имидж. Хорошо написанные и составленные резюме следует включать в маркетинговые материалы и соответствующие предложения. Перспективные клиенты исследуют доверие консалтинговой фирмы и консультантов, которые будут работать над проектом. Хотя экспертиза консультантов фирмы является важным предложением продажи, существуют и ограничения. Такая фирма просит клиента связать навыки консультантов с бизнес-проблемой и перенести эту связь на прибыль. Это необходимо, когда клиент не может встретиться и интервьюировать консультантов, а должен полагаться на резюме. В резюме должна указываться вся глубина и опыт консалтинговой фирмы, но представитель этой фирмы должен продемонстрировать свою собственную компетенцию относительно других членов фирмы и, особенно, относительно проблемы клиента.

Убеждение историей успеха

Успешные соглашения фирмы являются эффективным методом сообщения о возможностях консалтинговой фирмы кроме тех случаев, когда истории об успехе преувеличены. Слишком большое ударение на отдельных проектах, клиентах, отраслях промышленности или результатах отвлекает внимание от проблем и нужд перспективного клиента. История успеха является очень эффективной, когда проводится аналогия между ситуацией клиента и целями, подходами и результатами истории успеха. Консультанту нужно обрисовать картину отношения разрешенных проблем с проблемами перспективного клиента.
Истории успеха наиболее эффективны, когда больше обсуждается сущность решенной проблемы, а не успешные аспекты проекта. Акцентируя ключевые аспекты проблемы, консультант сообщает клиенту о способности консалтинговой фирмы опознать уникальные элементы отдельной ситуации. Также клиент может повысить способность консультанта выяснить сущность определенной проблемы. Для осуществления такого процесса, консультант должен описать прошлую ситуацию для того, чтобы клиент смог идентифицировать и понять, как эта ситуация может быть применима к проблеме клиента.

Внутреннее разрешение проблемы

Эффективные консультанты работают с клиентами на двух уровнях - на уровне решения сущности проблемы, который ведет к рациональности и точности консультанта и межличностный уровень, который фокусируется на том, как клиент и консультант воспринимают друг друга. Внутреннее разрешение проблемы включает идентификацию сущности проблемы или проекта и эмоциональную сторону клиент-консультантских отношений. Важен как источник данных о действительной проблеме клиента, так и возможности установления хороших взаимоотношений. Многие консультанты имеют большой опыт работы на сущностном уровне разрешения проблемы благодаря навыкам и опыту. Такое же внимание следует уделять и межличностной стороне разрешения проблемы. Внутреннее разрешение проблемы требует обязательных предложений и техник успеха. Необходимы весомые данные для устранения неудобств, неуверенности и неэффективности. Весомые данные включают цель, фактические данные о существующей проблеме и

личные оценки о персонале. Большая часть усилий по разрешению проблемы пересекает функциональные границы и границы подразделений, включая большинство персонала организации. Для того, чтобы этот персонал принимал участие в процессе разрешения проблемы и имел возможность влиять на решения, касающихся их работы, эти люди должны быть промотивированы. Также персонал будет более активно поддерживать проекты, если будет понимать свои перспективы.

Партнерские клиент-консультантские отношения способствуют внутреннему разрешению проблемы. Когда ресурсы и консультанта, и клиента используются еще более эффективно, такой процесс становится моделью для клиента, с помощью которой он может решать проблемы в будущем. Обучение клиента навыкам разрешения проблемы подтверждает, что текущая проблема становится решенной и дает возможность клиенту установить процесс определения и разрешения проблемы. Внутреннее разрешение проблемы направлено как на сущность технической / бизнес-проблемы, так и на людей, задействованных данной проблемой. Более того, консультант может направлять человеческие и политические проблемы как внешний человек, незаинтересованный в конкретных людях или процессе проблемы. Партнерские взаимоотношения позволяют консультанту сфокусироваться на людях и процессе и привлечь внимание клиента.

Обязательство клиента - это ключ к реализации результатов процесса разрешения проблемы, потому что консультант не имеет прямого контроля над внедрением. Ясное и логическое мышление, хорошие коммуникационные качества и строгие суждения помогают консультанту воздействовать на клиента, однако, у клиента все равно останутся некоторые сомнения. Клиент сам будет решать, как ему действовать, основываясь на внутреннем обязательстве. Консультант должен построить внутреннее обязательство во время процесса разрешения проблемы. Построение такого обязательства является частью процесса разблокирования клиента следовать советам консультанта и строить внутреннее обязательство.

В заключение отмети, что партнерские клиент-консультантские отношения основаны на предположении, что работа с бизнес-проблемами будет более эффективной посредством связи специальных навыков консультанта со знанием клиента конкретной ситуации (рис.1.14).

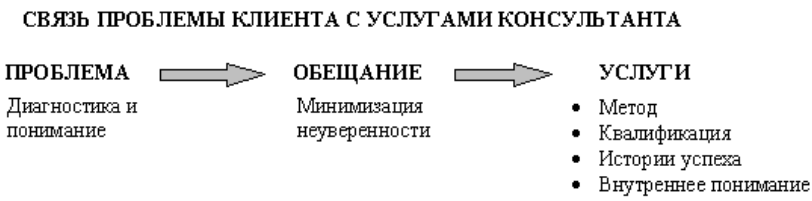


Рис. 1.14. Связь проблемы клиента с услугами консультанта

Подход к внутреннему разрешению проблемы применяется при равном внимании как к техническим и бизнес элементам проблемы, так и человеческому фактору вокруг сущности проблемы. Партнерский подход направлен на совместное разрешение проблемы, где специальные навыки консультанта скомбинированы со знанием клиента конкретной организации. И клиент, и консультант активно вовлечены в постановку целей, сбор данных, анализ и разрешение проблемы, равно разделяя ответственность за успех или провал.

Ключевыми элементами партнерского подхода к разрешению проблемы и построению взаимоотношений являются:

- Клиент и консультант работают для того, чтобы стать независимыми от всех аспектов процесса разрешения проблемы.
- Принятие решения, подтверждение ответственности и экспертиза являются двусторонними относительно клиента и консультанта.
- Сбор данных и анализ также осуществляются клиентом и консультантом.
- Предупреждение конфликта может быть источником новых идей.
- Партнерство продолжается благодаря усилиям по достижению взаимного понимания и соглашению по ожиданиям дальнейшего разрешения проблемы.
- Установление ответственности определяется в процессе дискуссии о подходящих ролях клиента и консультанта и доступных ресурсах.
  Передача навыков является частью процесса разрешения проблемы для увеличения компетенции клиента решать проблемы в будущем.

Руководствуясь изложенными выводами, можно сформулировать следующую цель исследования :

Цель исследования: разработка и исследование теоретических и практических принципов развития теории, методов и средств консалтинга, обеспечивающих совершенствование существующих и создание новых высокоэффективных автоматизированных консультационных процессов и систем автоматизированного консультирования, результаты функционирования которых позволят лицу, формирующему рекомендации (ЛФР), формировать оптимальные рекомендации для принятия оптимальных решений в различных областях широких классов консультируемых проблем, в том числе, в области экономических проблем АПК.

В формализованном виде, т.е. в виде целевой функции, цель исследования будет приведена в дальнейших разделах настоящей работы.

2. Цели, задачи, методы поиска и формирования рекомендаций

2.1. Цель консультирования.

Цель консультирования можно определить различными способами. В соответствии с общим подходом цель консультирования находится «в руках» клиента (заказчика). Это значит, что для существующей проблемы произвольного эпистемологического уровня, определенной ее первичными свойствами, ассоциируемая с целью консультирования — *это конкретное ограничение первичных или вторичных свойств проблемы, которое при данных обстоятельствах клиент (заказчик) считает предпочтительным.*

Таким образом, рассматриваемая проблема может рассматриваться с точки зрения различных целей консультирования. В некоторой степени проблема удовлетворяет любой цели консультирования. Эта степень, которую будем называть *характеристикой консультруемой проблемы относительно цели консультирования,* может быть измерена (в некотором смысле) близостью действительных и желаемых проявлений тех свойств проблемы, которые предусмотрены целью консультирования. Будем определять ее в терминах соответствующей функции, называемой *характеристической (целевой) функцией.*

Обозначим через $\mathscr{X}$ множество проблем, отличающихся свойствами, которые в данном случае определяют понятие цели консультирования (остальные свойства совпадают). Тогда характеристическая (целевая) функция, обозначим ее через ω, имеет вид

$$\omega : \mathscr{X} \times \mathscr{X} \to [0, 1],$$

где ω (**x, x***) представляет степень соответствия данной проблемы $\mathbf{x} \in \mathscr{X}$ цели консультирования (хорошей, идеальной) $\mathbf{x}^* \in \mathscr{X}$.

Характеристическую функцию удобно определять соответствующей функцией расстояния

$$\delta : \mathscr{X} \times \mathscr{X} \to \mathbf{R}^+$$

с помощью формулы

$$\omega(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*) \frac{\delta_m(\mathbf{x}, \mathbf{y}) - \delta(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*)}{\delta_m(\tilde{\mathbf{x}}, \tilde{\mathbf{y}})} = 1 - \frac{\delta(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*)}{\delta_m(\mathbf{x}, \mathbf{y})},$$

где

$$\delta_m(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \max_{\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathscr{X}} \delta(\mathbf{x}, \mathbf{y}).$$

Пример. Предположим, что цель консультирования определена с помощью подходящей функции поведения f_B^* на множестве проблем с поведением, характеризующихся одной и той же исходной проблемой и маской *M*. Тогда множество $\mathscr{X}$ в этом примере представляется множеством проблем с поведением

$$\mathbf{F}_B = (S, M, f_B),$$

отличающихся только функциями поведения f_B. Возможным и, по-видимому, подходящим в данном случае способом определения расстояния между проблемами является расстояние Хэмминга

$$\delta(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sum_{\mathbf{c} \in \mathbf{C}} |{}^x f_B(\mathbf{c}) - {}^y f_B(\mathbf{c})|.$$

Для вероятностных функций поведения $\delta_m(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = 2$ и

$$\omega(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*) = 1 - \delta(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*)/2;$$

для возможностных

$$\delta_m(\mathbf{x}, \mathbf{y}^*) = |\mathbf{C}|,$$

$$\omega(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*) = 1 - \delta(\mathbf{x}, \mathbf{x}^*)/|\mathbf{C}|.$$

Очевидно, что разные цели консультирования и характеристические функции применимы к разным типам проблем. Тем не менее разные типы целей консультирования, требующих определенных характеристических функций, можно определить и для одних и тех же типов проблем. Например, для проблем с поведением

цели консультирования можно определить через подходящую функцию поведения, множество функций поведения, множество локальных функций поведения для определенных подмножеств параметрического множества, множество функций поведения, характеризующих подобные подпроблемы, и т. д. Очевидно, что *для каждого из этих типов целей консультирования* необходима *конкретная характеристическая функция*.

Понятия цели консультирования и характеристики являются базовыми для определения понятия целенаправленных проблем.

2.2. Консультационные задачи

2.2.1. Консультационные задачи и противоречия

Весь окружающий нас мир «населен» существующими проблемами различного уровня.

Подпроблемы, проблемы, надпроблемы — принцип иерархического подчинения (существования) проблем. Иерархия проблем типична не только для техники, но и для объектов биологических (клетка— орган—организм—сообщество организмов) и астрономических (планета—солнечная система—местное звездное скопление—галактика—метагалактика). *Системность* — одна из основных особенностей строения материального мира.

Важнейшее свойство любой проблемы состоит в том, что изменение одной части проблемы отражается на состоянии других ее частей и всей проблемы в целом. И наоборот, изменение проблемы в целом сказывается на состоянии ее частей. В разных проблемах эти взаимосвязи проявляются с разной силой. Иерархия проблем может быть *рыхлой, мягкой, с неглубокими и непрочными связями*. В такой иерархии изменение одной подпроблемы слабо сказывается на других подпроблемах и на всей проблеме в целом. Иерархия может быть *твердой, жесткой, с глубокими и прочными связями*. Тогда даже небольшое изменение проблемы распространяется вбок (на другие проблемы), вверх (на надпроблему, наднадпроблему) и вниз (на подпроблемы, подподпроблемы).

Иерархия *консультируемых проблем*— по преимуществу иерархия жесткая, с глубокими и прочными связями. Точнее, на верхних ступенях этой иерархии, там, где расположены большие проблемы

(проблемы в автотранспорте, машиностроении, радиосвязи и т. д.), иерархия достаточно мягкая. Но чем ниже по иерархической лестнице, тем жестче становятся связи проблем с надпроблеми. Консультантам приходится иметь дело именно с такими сравнительно небольшими и жесткими проблеми (проблемы в двигателе, станке, радиомриемнике и т. д.). На рис. 2.1 условно показаны пять ступеней иерархической лестницы.

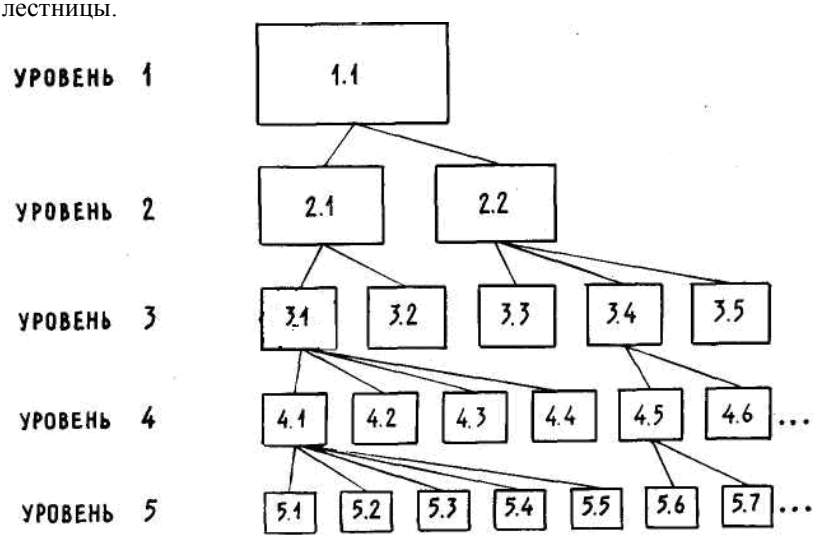


Рис. 2.1. Иерархические уровни проблем

Предположим, нам известно, что при работе проблемного объекта 3.1 проявляется какое-то вредное свойство (или недостает какого-то полезного свойства). Существуй проблемный объект 3.1 сам по себе, мы бы твердо знали, что надо решить возникшую проблему именно с ним. Но проблемный объект 3.1 входит в иерархию проблемных объектов. Это значит, что его состояние зависит не только от него самого, но и от проблемы 3.2, и от подпроблем 4.1, 4.2, 4.3, и от надпроблемы 2.1, а может быть, и от проблем еще более высокого (1.1) или еще более низкого (5.1, 5.2...) рангов (уровней). Отсюда множество самых различных толкований одной и той же *консультационной ситуации.*

Конечно, можно последовательно рассмотреть все задачи, вытекающие из одной и той же ситуации. Так обычно и делают, хотя перескакивание с одной задачи на другую происходит не последовательно, а стихийно. Если считать, что одна ситуация может дать в среднем десять разных задач, то неумение перейти от ситуации к

одной правильно выбранной задаче означает снижение эффективности работы консультанта в десять раз.

Предположим, двум восьмиклассникам дали уравнение

$$x^5+3x^4+x^3+2x^2+x+12 = 0$$

и предложили найти численное значение неизвестного, подставляя в уравнение различные целые числа. Один ученик сразу принялся за работу: «Икс равен единице, подставим, посчитаем... Икс равен двум, подставим, посчитаем...». Другой сначала вспомнил правило: нечетная степень любого числа имеет тот же знак, что и первая степень. «Икс не может быть положительным числом, поскольку сумма положительных чисел не равна нулю. Значит, надо подставлять только отрицательные числа...». Ясно, что второму ученику легче прийти к решению: он сумел выделить из ситуации ту задачу, которую необходимо и достаточно решить. Помогло правило. Если бы консультант имел такие правила...

Допустим, есть правило, позволяющее уверенно переходить *от ситуации к задаче*. Консультант теперь твердо знает, что именно нужно изменить: «Чтобы шлак не остывал, нужно изменить ковш». Но ковш входит в иерархическую лестницу проблемных систем, при изменении ковша возникнут изменения в других проблемных системах и эти побочные изменения могут оказаться ненужными, вредными. Поставим, например, дополнительную теплоизоляцию: размеры ковша увеличатся, придется менять платформу, на которой установлен ковш. Выиграли в одном и проиграли в другом. Значит, трудная задача трудна еще и потому, что мы не знаем, как менять выбранную ступеньку иерархической лестницы проблем. Даже небольшое изменение одного участка ступеньки может вызвать лавину нежелательных изменений всей ступеньки, соседних ступенек и вообще всей лестницы...

Здесь мы подходим к чрезвычайно важному понятию о *консультационном противоречии.*

Ряд консультационных задач кажутся на первый взгляд легкими. Нужно измерить давление газа внутри лампы? Пожалуйста! Разобьем лампу, соберем газ, измерим давление, вот и все. И действительно так можно измерить давление. Но при этом, выиграв в одном (узнали, каково давление газа), мы проиграли в другом (сломали лампу), и проигрыш намного превысил выигрыш.

Обычная консультационная задача превращается в консультационную именно тогда, когда, пытаясь использовать известные способы, приемы, устройства, мы наталкиваемся на противоречие: выигрыш сопровождается проигрышем! Допустим, мы решили сделать автомобиль комфортабельнее. Казалось бы, все очень

просто: надо прежде всего увеличить размеры кузова. Но с увеличением размеров кузова повысится вес машины, возрастет сопротивление воздуха, снизится скорость... Когда консультационные противоречия видит конструктор, он стремится найти компромиссное решение. Для гоночного автомобиля комфорт неважен, можно пожертвовать комфортом, но выиграть в скорости. Для междугороднего автобуса комфортом жертвовать никак нельзя, зато избытком скорости вполне можно поступиться. Консультант, в отличие от конструктора, должен сформировать такие рекомендации, которые позволят противоречие устранить: предложить такие рекомендации, реализация которых приведет к выигрышу при отсутствии проигрыша.

Главное в консультировании – *устранение консультационных противоречий.* Сами по себе изменения внесенные в консультируемую проблему могут быть совсем небольшими. Важно другое: *чтобы эти изменения приводили к устранению противоречсий.*

Противоречия возникают всегда — при любой попытке старыми, уже известными путями получить новый результат. Что дает нам знание этого факта?

На этот вопрос можно ответить контрвопросом: а что дает врачу правильный диагноз? Зная, чем болен человек, можно сформировать обоснованные рекомендации о его лечении.

Противоречие можно сформулировать как более поверхностно, так и, наоборот, более глубоко. Поэтому будем различать три типа противоречий:

1. *Административное противоречие:* «Надо получить то-то, но я не знаю, как это сделать». Например, надо измерить глубину реки с самолета, но как это осуществить, неизвестно. Такое противоречие порождает *консультационную ситуацию*. Как правило, административное противоречие лежит на виду, во всяком случае, его легко сформулировать, причем особой точности не требуется: как бы точно мы ни сформулировали административное противоречие, процесс решения от этого не облегчится.

2. *Техническое противоречие*: «Одно свойство проблемы противоречит другому ее свойству». Или: «Решение одной части проблемы приводит к ухудшению другой ее части». Иногда, как мы видели, конфликтуют не части проблемы, а проблема и подпроблема или проблема и надпроблема. Но суть во всех случаях едина: выигрыш в чем-то одном приводит к проигрышу в другом. Например, повышение надежности приводит к увеличению веса.

Сформулировать техническое противоречие — *значит перейти от ситуации к задаче*. Поэтому правильный переход от

административного противоречия к техническому — это существенный сдвиг в решении задачи.

3. *Физическое противоречие:* «Эта часть рассматриваемой системы должна находиться в таком-то физическом состоянии, чтобы удовлетворить одному требованию задачи, и должна находиться в противоположном физическом состоянии, чтобы удовлетворить другому требованию задачи».

Требования, указанные в условиях задачи (и в техническом противоречии), несовместимы из-за того, что для их выполнения одна и та же часть проблемы должна находиться в двух диаметрально противоположных физических состояниях: быть горячей и холодной, проницаемой и непроницаемой, электропроводной и неэлектропроводной, тяжелой и легкой, подвижной и неподвижной и т. д. Какое именно физическое противоречие скрыто в глубине технического противоречия — чаще всего неизвестно. Нужно каким-то образом добраться до физического противоречия. *Но если мы знаем физическое противоречие, то консульционная задача из туманной превратилась в конкретную и потому значительно более простую техническую или физическую задачу.* Во многих случаях после выявления физического противоречия становится очевидным, какой прием или физический эффект надо порекомендовать, чтобы получить ответ. *Физическое противоречие — последний барьер на пути к ответу*. И чем точнее сформулировано физическое противоречие, тем ниже этот барьер.

Итак, трудная консультационная задача трудна по трем причинам: 1) сначала мы имеем дело не с задачей, а с консультационной ситуацией — целым клубком задач, и нужно каким-то образом выделить из этого клубка единственно правильную задачу;

2) пытаясь решить задачу обычными (известными, привычными) путями, мы наталкиваемся на техническое противоречие, и нужно каким-то образом докопаться до спрятанного в его глубине физического противоречия;

3) чтобы устранить физическое противоречие, нужно каким-то образом найти *подходящий технический прием или физический эффект.*

Нужно выполнить всего три действия! Если их осуществить, трудная консультационная задача будет решена или, по крайней мере, превратится в задачу значительно более легкую. Трудность заключается в том, что мы не знаем, каким именно образом выполнить эти действия. Легко сказать — *перейти от ситуации к задаче*. А как это сделать? Как искать физическое противоречие? Как подбирать нужный технический прием или физический эффект?

И снова возникает мысль: вот если бы существовали какие-то правила... *Такие правила существуют*.

Рассмотрим одно из них. Оно заключается в том, что любую консультационную ситуацию надо прежде всего перевести в *мини-задачу* по принципу: все остается так, как было, но исчезает вредное, ненужное качество или появляется новое полезное качество. Надо по возможности избегать изменений в проблеме — такова идея этого правила. Сначала выгоднее решить мини-задачу и уж потом, по мере необходимости, браться за задачи, связанные со значительными изменениями консультируемой проблемы и всей иерархической лестницы.

Переход к мини-задаче имеет *три важных преимущества*:

1. Такой переход легко осуществить. Достаточно ввести дополнительное требование: консультируемая проблема и вся иерархическая лестница остаются без изменений (точнее, не усложняются), недостаток (он указан в консультационной ситуации) исчезает.
2. Переход к мини-задаче резко сокращает число вариантов, которые надо рассмотреть, чтобы решить задачу. Сразу отпадают все варианты, связанные со значительными изменениями проблемы.
3. Найденное решение мини-задачи легко реализовать, поскольку нет необходимости что-либо перестраивать, переделывать.

Может показаться, что использование правила перехода к мини-задаче означает отказ от смелых, оригинальных рекомендаций. Это совсем не так. Мини-задача ориентируется не просто на минимальные изменения того, что есть. Она, словно нарочно, требует почти невозможного и дерзкого: *незначительными изменениями добиться максимального результата*. Консультант как бы сам себе утяжеляет задачу, вводя дополнительное требование: нужный результат должен быть достигнут без усложнения проблемы. Сделать задачу более тяжелой, чтобы легче было ее решать, — путь парадоксальный, и нет ничего удивительного в том, что этот путь часто ведет к красивым и неожиданным консультационным идеям.

Конечно, переход от ситуации к мини-задаче не гарантирует, что будет получена задача, решение которой почти очевидно. Преобразовав ситуацию в мини-задачу, мы делаем лишь первые шаги к решению. Но это очень важные шаги.

В 800 году происходила коронация Карла Великого. По ритуалу возложить корону на Карла должен был папа римский. Перед Карлом возникла нелегкая задача. Коронация была нужна для укрепления власти, поэтому политические соображения диктовали необходимость ее проведения «по всей форме». С другой стороны, из-за политических

же соображений было совершенно недопустимо, чтобы папа римский короновал Карла, поскольку получалось, что папа выше императора: раз папа дал корону, он может когда-нибудь и забрать ее...

Четкое физическое противоречие. И Карл нашел способ его преодолеть. Если использовать современную терминологию, Карл разделил противоречивые требования в пространстве и во времени. Когда папа протянул корону, Карл, не дожидаясь, пока корона будет возложена ему на голову, перехватил корону на полдороге и надел ее своими руками!

Тысячу лет спустя, в декабре 1804 года, в парижском соборе Нотр-Дам происходила коронация Наполеона. И снова возникла аналогичная задача: корону следовало принять... и не следовало. Но Наполеон уже знал прием преодоления этого противоречия, и как только Пий VII приподнял корону, Наполеон перехватил ее — все произошло, как при коронации Карла Великого.

Творческая задача (а к таковой, в полной мере, относится консультационная задача), к какой бы области деятельности она ни относилась, всегда содержит противоречие, которое надо устранить, преодолеть или, в крайнем случае, резко ослабить. Самая главная особенность задачи, делающая ее творческой, — это наличие в задаче противоречия.

Число задач огромно, практически безгранично. Но число противоречий (и приемов их преодоления) сравнительно невелико. Поэтому консультационные задачи независимо от того, к какой области они относятся, следует *классифицировать по виду содержащихся в них противоречий*. Если известен вид противоречия, можно без особых затруднений указать и прием, устраняющий противоречие. Допустим, противоречие заключается в том, что деталь должна двигаться и не должна двигаться. Разделим эти противоречивые требования в пространстве: пусть одна часть детали движется, а другая часть остается неподвижной. Или во времени: деталь может то двигаться, то прекращать движение. Можно «развести» противоречивые требования, изменив строение детали: деталь в целом будет неподвижной, а ее частицы приобретут подвижность. Можно изменить природу движения: пусть деталь колеблется — такой «шаг на месте» тоже совмещает несовместимое... Подобных приемов, устраняющих противоречие «подвижный — неподвижный», около десятка. Выбрать нужный прием в большинстве случаев нетрудно, поскольку условия задачи сразу указывают, какие приемы заведомо не годятся. В сущности, *вся проблема в том, чтобы правильно «обработать» задачу и докопаться до физического противоречия.*

Нужны правила «обработки» задачи. Пока мы знаем только одно правило: *как от консультационной ситуации перейти к мини-задаче*. А как добраться до содержащегося в задаче физического противоречия?..

Для этого необходимо прежде всего добраться до технического противоречия, которое формируетя по правилу. Сформулируем его. Каждое техническое противоречие можно изложить двояко: «При улучшении А ухудшается Б» или «При ухудшении А улучшается Б». *Нужно использовать ту формулировку технического противоречия, которая обеспечивает наибольшую эффективность основного действия консультационного процесса.*

Выбирая одну из двух возможных формулировок противоречия, мы резко *сокращаем поле формирования рекомендаций*, и это не менее важно, чем переход от ситуации к задаче.

При решении консультационной задачи желательно перейти от задачи к *модели задачи*, которая (модель) представляет собой упрощенную задачу.

Переход к модели задачи сразу отбрасывает все несущественное, оставляя главное — *конфликтующие части проблемы*. Вместе с тем построение модели заставляет вспомнить о тех частях проблемы, которые имеют важнейшее значение для решения задачи, но почему-то не попали в текст ситуации или в условия задачи.

В модель задачи всегда входит *объект* (*проблема*) — то, что выпускается, обрабатывается, перемещается, измеряется, наблюдается и т. д. Не включить в конфликтующую пару объект (субъект)— значит отказаться от мини-задачи, отступить к исходной ситуации. Вторым элементом конфликтующей пары должна быть та *часть проблемы, которая конфликтует с объектом (субъектом*). Краскораспылитель — без краски — с объектом не взаимодействует и не конфликтует. А вот избыточный слой краски, нанесенный на объект, находится в явном конфликте с объектом: он должен уйти, ведь он избыточный, и он должен остаться, потому что несет в себе и нужный слой.

В задаче описана вся *консультируемая проблема*, а в модели задачи —только *мысленно выделенный «конфликтный» участок проблемы*. ***Модель задачи — это воображаемая схема***. Как всякая схема, она обязана отражать главное, суть, принцип — и не должна включать ничего лишнего.

Итак, от ситуации надо (по привилам!) перейти к задаче, а от задачи (опять-таки по правилам!) — к модели задачи.

Заметим, есть только одна возможность правильно использовать любое правило: надо точно выполнить то, что требуется. Зато нарушить правило можно множестмом самых различных способов.

Поэтому ни отдельные правила, ни набор правил еще не гарантируют успешного решения задачи. Необходимо объединить правила в жесткую систему и снабдить эту систему «правилами против нарушения правил». Нужна программа, заставляющая последовательно применять правила и делать это без отклонений и без ошибок. Во всяком случае, без значительных отклонений и без грубых ошибок. Такую программу, разработанную автором, будем называть «Система правил решения консультационных задач» (СПРКЗ).

Особую важность при подготовке и формированию рекомендаций составляют проблемы индивидуального выбора .

На практике индивидуальные консультационные задачи весьма распространены в обществе. Несмотря на существование коллегий, правлений и советов, обычно есть центральная фигура — лицо, формирующее рекомендации (ЛФР), определяющая курс, тактику и стратегию действий на консультационный период. От прозорливости этого лидера, его личных качеств зависит очень многое. Среди подобных качеств у успешных ЛФР проявляется обязательное умение договариваться с людьми, убеждать их в правильности и обоснованности своих рекомендаций. То же самое наблюдается в правительствах, политических партиях - всегда выдвигаются консультанты лидера, и именно они формируют основные рекомендации.

Широкая распространенность задач индивидуального консультирования, возможность учесть коллективные предпочтения, пристрастия и интересы активных групп при консультировании этих задач делают в настоящее время проблемы индивидуального консультирования наиболее практически важным классом консультационных задач. Поэтому особое внимание в теории консалтинга уделяется именно консультационным процессам индивидуального консультирования и в этом вопросе общая теория принятия решений сильно переплетается с общей теорией консалтинга.

Альтернативы

Варианты рекомендаций принято называть *альтернативами*. Альтернативы - неотъемлемая часть консультируемой проблемы, как подготовки (формирования) рекомендаций для принятия клиентом решения, так и принятия решений: если не из чего выбирать, то нет и выбора.

Альтернативы бывают *независимыми и зависимыми*.

Независимыми являются те альтернативы, любые действия с которыми (удаление из рассмотрения, выделение в качестве единственно лучшей) не влияют на качество других альтернатив.

При *зависимых* альтернативах оценки одних из них оказывают влияние на качество других. Имеются различные типы зависимости альтернатив. Наиболее простым и очевидным является *непосредственная групповая зависимость*: если рекомендуется рассматривать хотя бы одну альтернативу из группы, то надо рассматривать и всю группу. Так, при планировании развития города рекомендации о сохранении исторического центра влекут за собой рассмотрение всех вариантов их реализации.

Консультационные задачи существенно различаются также в зависимости от наличия альтернатив на момент выработки политики и формирования рекомендаций. Встречаются задачи, когда все альтернативы уже заданы, уже определены, и необходимо лишь выбрать лучшие из этого множества. Например, мы можем искать наиболее эффективную фирму из уже имеющихся, определять лучший университет, лучшую из построенных яхт и т.д. Особенностью этих задач является *замкнутое, нерасширяющееся множество альтернатив*. Но существуют задачи другого типа, где все *альтернативы или их значительная часть появляются после формирования основных рекомендаций*. Например, необходимо сформировать рекомендации по разработке правила открытия кредитов в банке для организаций или частных лиц. Здесь альтернативы (конкретные организации или лица) принципиально появляются лишь после выработки и оглашения правил.

Когда альтернатив много (сотни и тысячи), внимание ЛПР не может сосредоточиться на каждой из них. В таких ситуациях возрастает необходимость в четких правилах выбора, в процедурах использования экспертов в виде лиц, формирующих рекомендации (ЛФР), в разработке совокупности правил, позволяющих проводить в жизнь непротиворечивую и последовательную политику.

Во всем этом существует потребность и тогда, когда число альтернатив невелико (до 20). В таких задачах, как, например, формирование рекомендаций по разработке плана политической кампании, разработке трассы газопровода, разработке плана развития города, основных альтернатив, с рассмотрения которых начинается выбор, сравнительно немного. Но они не являются единственно возможными. Часто на их основе в процессе выбора возникают новые альтернативы. Первичные, основные альтернативы не всегда удовлетворяют участников процесса выбора. Однако они помогают им понять, чего конкретно не хватает, что реализуемо при данной ситуации, а что — нет. Этот класс задач можно назвать *задачами с констационными альтернативами.*

Критерии

В современной науке о консалтинге считается, что варианты сформированных рекомендаций характеризуются различными показателями их привлекательности для ЛПР. *Эти показатели называют признаками, факторами, атрибутами или критериями*. Автором принят для последующего изложения термин «критерий».
Так, при путешествии, у путешественника возникают два предпочтительных (привлекательных) критерия оценки предстоящих путешествий — стоимость и возможность получить новые впечатления.

Будем называть *критериями оценки альтернатив* показатели их привлекательности (или непривлекательности) для участников консультационного процесса.

В профессиональной деятельности выбор критериев часто определяется многолетней практикой, опытом. В подавляющем большинстве консультационных задач имеется достаточно много критериев оценок вариантов рекомендаций. Эти критерии могут быть *независимыми или зависимыи*.

Предположим, что две сравниваемые альтернативы имеют различные оценки по первой группе критериев и одинаковые — по второй группе. В теории консалтинга *будем считать критерии зависимыми, если предпочтения при сравнении альтернатив меняются в зависимости от значений одинаковых оценок по второй группе критериев.* Предположим, что человек при покупке автомобиля учитывает три критерия: цену (чем меньше, тем лучше), размер (чем больше, тем лучше) и конструкцию коробки передач (гидравлическая лучше механической). Пусть по третьему критерию сравниваемые автомобили имеют одинаковую оценку. Тогда ЛФР рекомендует приобрести большую и сравнительно дешевую машину в сравненни с небольшой и более дорогой при гидравлической коробке передач. Но его рекомендации могут измениться на обратные при механической коробке передач из-за трудностей в вождении большой машины. В данном примере критерии являются зависимыми .

На сложность консультационных задач формирования рекомендаций влияет также *количество критериев*. При небольшом числе критериев (два — три) задача сравнения двух альтернатив достаточно проста и прозрачна, качества по критериям могут быть непосредственно сопоставлены и может быть выработан компромисс. При большом числе критериев задача становится малообозримой. При большом количестве критериев они обычно могут быть объединены в *группы*, имеющие конкретное смысловое значение и *название*. Основанием для естественной группировки критериев является возможность выделить плюсы и минусы альтернатив, их достоинства и недостатки (например,

стоимость и эффективность). Такие группы, как правило, независимы. Выявление структуры на множестве критериев делает консультационный процесс решений консультационных задач значительно более осмысленным и эффективным.

Оценки по критериям

Использование критериев для оценки альтернатив требует определения градаций качества: *лучших, худших и промежуточных оценок*. Иначе говоря, существуют *шкалы оценок по критериям*.

В консалтинге будем различать шкалы *непрерывных и дискретных оценок, шкалы количественных и качественных оценок*. Так, для критерия «стоимость» может быть использована непрерывная количественная шкала оценок (в денежных единицах). Для критерия «наличие дачи» может быть использована качественная двоичная шкала: есть либо нет. Кроме категорий «качественные — количественные», «непрерывные — дискретные», в консалтинге будем различать следующие типы шкал.

1. *Шкала порядка* - оценки упорядочены по возрастанию или убыванию предпочтений ЛФР. Примером может служить шкала экологической чистоты района около места жительства:

- очень чистый район;
- вполне удовлетворительный по чистоте;
- экологическое загрязнение велико.

2. *Шкала равных интервалов* - интервальная шкала. Для этой шкалы имеются равные расстояния по изменению качества между оценками. Например, шкала дополнительной прибыли для предпринимателя может быть следующей: 1 млн, 2 млн, 3 млн и т.д. Для интервальной шкалы характерно, что начало отсчета выбирается произвольно, так же как и шаг (расстояние между оценками) шкалы.

3. *Шкала пропорциональных оценок* - идеальная шкала. Примером является шкала оценок по критерию стоимости, отсчет в которой начинается с установленного значения (например, с нулевой стоимости).

В консалтинге чаще всего будем использовать порядковые шкалы и шкалы пропорциональных оценок.

Консультационный процесс формирования рекомендаций

Формирование рекомендаций не есть одномоментным актом. Очень часто это достаточно длинный и мучительный процесс. Будем выделять в нем (процессе) три этапа : *поиск информации, поиск и формирование альтернатив рекомендаций и выбор лучшей альтернативы.*

На *первом этапе* собирается вся доступная на момент формирования рекомендаций информация: фактические данные, мнения экспертов. Там, где это возможно, строятся математические модели; проводятся социологические опросы; определяются взгляды на консультируемую проблему со стороны активных групп, влияющих на ее решение.

Второй этап связан с определением того, что можно, а чего нельзя делать в имеющейся ситуации, т. е. с определением вариантов рекомендаций (альтернатив).

И уже *третий этап* включает в себя сравнение альтернатив и выбор наилучшего варианта (или вариантов) рекомендаций.

Типовые задачи формирования рекомендаций

Из трех приведенных выше этапов процесса формирования рекомендаций наибольшее внимание традиционно уделяется третьему этапу. За признанием важности поиска информации и выделения альтернатив следует понимание того, что эти этапы в высшей степени неформализованы. Способы прохождения этапов зависят не только от содержания консультационной задачи, но и от опыта, привычек, личного стиля консультанта и его окружения. Хотя эти же факторы присутствуют при сравнении альтернатив, здесь их роль заметно меньше. Научный анализ проблем формирования рекомендаций начинается с момента, когда хотя бы часть альтернатив и/или критериев известна.

В современной науке о консалтинге центральное место занимают *многокритериальные задачи выбора*. Считается, что учет многих критериев приближает постановку задачи к реальной жизни.

Будем различать *три основные консультационные задачи формирования рекомендаций.*

1. *Упорядочение альтернатив.* Для ряда консультационных задач представляется вполне обоснованным требование определить порядок на множестве альтернатив. Так, члены семьи упорядочивают по степени необходимости будущие покупки, руководители фирм упорядочивают по прибыльности объекты капиталовложений и т.д. В общем случае требование упорядочения альтернатив означает *определение относительной ценности каждой из альтернатив*.

2. *Распределение альтернатив по классам рекомендаций.* Такие задачи часто встречаются в повседневной жизни. Так, при покупке квартиры или дома, при обмене квартиры люди обычно делят альтернативы на две группы: заслуживающие и не заслуживающие более подробного изучения, требующего затрат сил и средств. Группы товаров различаются по качеству. Абитуриент делит на группы вузы, в которые он стремится поступить. Точно так же люди часто выделяют

для себя группы книг (по привлекательности для чтения), туристские маршруты и т.д.

3. *Выделение лучшей альтернативы.* Эту задачу будем считать одной из основных в консалтинге. Она часто встречается на практике. Выбор одного предмета при покупке, выбор места работы, выбор проекта сложного технического устройства — эти примеры хорошо знакомы. Кроме того, такие задачи распространены в мире политических решений, где альтернатив сравнительно немного, но они достаточно сложны для изучения и сравнения. Например, необходим лучший вариант организации обмена денег, лучший вариант проведения земельной реформы и т.д. Заметим, что особенностью многих задач формирования рекомендаций для политиков является конструирование новых альтернатив в процессе консультирования проблем.

Пример согласования интересов ЛФР и активных групп

Выше мы уже говорили об активных группах как об участниках консультационного процесса. Даже небольшие группы людей могут при активных действиях влиять как на консультационные процедуры, так и на результат формирования рекомендаций. В связи с этим разумное ЛФР должно уже на первых этапах изучения проблемы выделить активные группы, оценить по их критериям имеющиеся альтернативы и попытаться найти приемлемые для всех рекомендации. Рассмотрим в качестве примеров три практические задачи формирования рекомендаций выбора. Первая состояла в формировании рекомендации выбора трассы газопровода на юге европейской территории России, вторая - в формировании рекомендации выбора трассы газопровода на севере Сибири, третья - в формировании рекомендации выбора трассы нефтепровода на Аляске . Все три задачи характеризовались следующими особенностями: небольшое число альтернатив (два — три), большое число критериев (шесть — десять). Было необходимо сформировать рекомендации по выбору одной, лучшей, альтернативы.

Список критериев обычно включал в себя: стоимость постройки трубопровода; время строительства; надежность трубопровода; вероятность аварий; последствия аварий; влияние на окружающую среду; безопасность для населения и т.д.

Важной особенностью всех трех консультационных задач являлось наличие активных групп, влияющих на процесс формирования рекомендаций по выбору. К ним относятся: организация, заинтересованная в постройке трубопровода; организация, осуществляющая строительство; представители местной власти и

местного населения; государственное ведомство, ответственное за защиту окружающей среды, и т.д.

Отметим, что три практические задачи решались в разных странах: в России и в США. Несмотря на существенные различия в консультационных процедурах формирования рекомендаций, активные группы всюду играли важную роль. Было необходимо согласовать проект газопровода с четырьмя организациями: ведомством, определяющим задание на проектирование; проектным институтом; региональной администрацией и строительным подрядчиком.

Каждый из участников консультационного процесса выбора ориентировался на часть критериев, соответствующих своим предпочтениям, и оценивал альтернативы со своей точки зрения. Сопротивление отдельных участников процесса выбора приводило к затягиванию согласования и, в конечном итоге, к срыву строительства. Еще более влиятельными были активные группы в двух других примерах. Как известно, в России значительно влияние региональных властей на принятие решений по проектам, реализация которых связана с постройкой объектов на территории региона. В США строго соблюдаются акты экологической защиты. При этом некоторые альтернативные варианты постройки трубопровода просто запрещаются. Так, был запрещен способ прокладки нефтепровода по насыпи из гравия на береговом шельфе из-за возможного отрицательного влияния на условия обитания рыб .

Отметим, что во всех трех практических задачах проводился поиск рекомендаций, учитывающих как интересы ЛПР, так и интересы активных групп. Такой поиск привел к изменению первоначальных альтернатив и к изобретению новых, приемлемых для всех участников процесса выбора.

Очевидно, что учет интересов активных групп не должен приводить ЛФР к отказу от собственных целей и предпочтений. Однако при предварительном анализе (до встречи с представителями активных групп) целесообразно осуществить формирование приемлемой для всех рекомендации — стратегии, при которой все выигрывают.

Конечно, далеко не всегда можно найти такое решение. Часто клиент идет на дополнительные расходы, чтобы получить вариант рекомендации, приемлемый для всех участников выбора. Если такие расходы не являются чрезмерными для клиента, то следует помнить, что общая поддержка альтернативы означает быстрое проведение в жизнь сформированных рекомендаций.

Многодисциплинарный характер наук о консалтинге и принятии решений

Термины «консультационные (консалтинговые) рекомендации» и «принятие решений» встречается в различных научных дисциплинах. Прежде всего следует назвать экономику, где исследуются проблемы разумного, рационального использования ограниченных ресурсов потребителем (покупателем товаров) и производителем. Считается, что у людей есть «внутренние весы» („оценки"), на которых «взвешивается» (оценивается) привлекательность различных объектов — их полезность. Экономика определяет правила рационального поведения людей в задачах выбора.

Термины «консультационные (консалтинговые) рекомендации» и «принятие решений» активно используется в когнитивной психологии . Психологи давно изучают особенности человеческой системы переработки информации. Рассматриваются гипотезы о том, как влияет организация человеческой памяти на процесс консультирования и принятия решений. Психологи стремятся экспериментально определить границы человеческих возможностей в задачах выбора.

В такой науке как политология одним из главных объектов изучения является механизм консультирования и принятия лидерами политических решений.

«Консультационные (консалтинговые) рекомендации » и «принятие решений» — одни из основополагающих терминов в научном направлении. К такому направлению можно отнести «исследование операций». Консультационные (консалтинговые) рекомендации и принятие решений является одним из направлений прикладной математики. Ставятся и решаются задачи обоснования свойств функции полезности в зависимости от тех или иных условий, накладываемых на правила выбора.

Термины «консультационные (консалтинговые) рекомендации» и «принятие решений» можно встретить и в зоологии, когда исследуются проблемы выбора, совершаемого живыми организмами: бабочками, птицами, рыбами, обезьянами и т.д.

Термины «консультационные (консалтинговые) рекомендации по проблемам» и «решение проблем», весьма близки по своему характеру, являются центральными для искусственного интеллекта. В рамках этого направления создаются различные компьютерные системы, имитирующие поведение людей при консультировании и решении тех или иных проблем.

В информатике и вычислительной технике в последнее время уделяется большое внимание построению систем формирования рекомендаций и принятия решений, помогающих человеку в задачах выбора .

Рассмотрение процессов и проблем консультационных

(консалтинговых) рекомендаций и принятия по ним решений в различных научных дисциплинах вполне оправдано. Центральным для этих проблем является сам акт разработки вариантов рекомендаций, а затем выбора человеком одного из вариантов в качестве решения. В отличие от других научных дисциплин в науках о консалтинге и принятии решений основным предметом является *исследование процессов формирования рекомендаций и выбора*. Эти науки изучают, как человек разрабатывает рекомендации и принимает на их основе решения и как следует ему в этом помогать, создавая специальные методы и компьютерные системы.

Итак, консалтинг и принятие решений — это прикладные научные дисциплины. Основную роль в их развитии играют квалифицированные специалисты (прежде всего – научные консультанты), помогающие клиентам в сложных задачах выбора. Создание консультационных методов и методов принятия решений требует рассмотрения математических, психологических, компьютерных и др. проблем. В связи с этим в развитии консалтинга и принятия решений как научных направлений принимают участие математики, психологи, политологи, специалисты по искусственному интеллекту, теории организаций, информатике, вычислительной технике. В данной работе будет предпринята попытка показать, что междисциплинарный характер во многом определяет специфику теорий консалтинга и принятия решений как научных направлений.

Подводя некоторые итоги в области теории консалтинга, можно отметить:

1. Формирование рекомендаций - это специфический, жизненно важный процесс человеческой деятельности, направленный на выбор наилучшего варианта действий.

2. При формирование рекомендаций принято различать следующие персональные позиции людей:

- лицо, формирующее рекомендации (ЛФР);
- владелец проблемы (клиент);
- участник активной группы;
- избиратель;
- член группы, принимающей согласованные рекомендации;
- эксперт;
- консультант по формированию рекомендаций;
- помощник ЛФР.

3. Варианты действий принято называть альтернативами; показатели привлекательности альтернатив называют критериями. Уровень привлекательности определяется оценкой по критерию.

4. В процессе формирования рекомендаций выделяют три этапа: поиск информации, поиск альтернатив, выбор лучшей (или лучших) альтернатив.

5. Как правило, принято выделять следующие задачи формирования рекомендаций:

• упорядочение альтернатив, имеющих оценки по многим критериям;
• классификация многокритериальных альтернатив;
• выделение лучшей альтернативы.

2.2.2. Система правил решения консультационных задач (СПРКЗ).

В СПРКЗ консультационный процесс решения консультационных задач разделен на отдельные операции, которые выполняются последовательно. Их выполнение регламентировано конкретными правилами и рекомендациями.

СПРКЗ состоит из *семи частей*. Каждая часть состоит из последовательных шагов (операций): 1.1, 1.2, 1.3 и т. д. Многие шаги в свою очередь делятся на подшаги, обозначаемые буквами.

Первая часть СПРКЗ помогает осуществить переход от *консультационной ситуации к задаче*. Определяется конечная цель задачи, проверяется возможность и целесообразность ее решения обходными путями, выявляются требуемые характеристики консультируемой проблемы в конкретных условиях с опережающей поправкой на время, размеры и стоимость, рассматривается возможность решения задачи стандартными методами, изучается консультационная информация.

Вторая часть—*построение модели задачи*. Уточняются условия задачи, рассматриваются возможности ее видоизменения путем изменения требуемых характеристик и изложения задачи без специальных терминов.

Из проблемы, включающей многие элементы, выделяются два конфликтующих элемента, указывается суть конфликта — техническое противоречие.

При выделении конфликтующих пар элементов рекомендуется руководствоваться следующими правилами: в конфликтующую пару элементов обязательно должно входить «изделие»; вторым в паре должен быть элемент, с которым непосредственно взаимодействует

«изделие»; если один элемент («изделие», «инструмент») по условиям задачи может иметь два состояния, следует избрать то, которое обеспечивает наилучшее осуществление главного консультационного процесса (основной функции всей консультируемой проблемы, указанной в задаче); если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов ($А_1$, $А_2$,... и $Б_1$, $Б_2$,...), достаточно взять одну пару ($А_1$ и $Б_1$). По условиям выполнения процедурных шагов необходимо записать стандартную формулировку модели задачи, указав конфликтующую пару (при взаимодействии в проблеме конфликтуют полезные и вредные элементы, т. е. те, что имеются, и те, которые следует ввести) и техническое противоречие. Обязательное выполнение методических рекомендаций гарантирует успешность дальнейшего поиска решения консультационной задачи.

Часть третья — *анализ модели задачи*. Анализ начинается с выбора такого элемента, входящего в модель задачи, который можно легко изменить, заменить и т. д. При этом консультант должен руководствоваться ***тремя правилами***: *технические объекты легче менять, чем природные; инструменты легче менять, чем изделия; если в консультруемой проблеме нет легко изменяющихся элементов, следует указать «внешнюю среду».*

Исключительно важное значение для всего консультационного процесса имеет шаг 3.2 — *определение идеальной конечной рекомендации* (ИКР), т. е. выработка идеальной рекомендации. Две точки на плоскости можно соединить бесчисленными линиями, но только единственная линия, прямая, соответствует кратчайшему пути от одной точки к другой. Точно так же любая задача в принципе может иметь множество ответов. Но наилучший ответ всегда один: это такой ответ, в котором требуемый результат достигается сам собой, «без ничего», без перестройки системы, без затраты материалов, энергии, средств — словно по мановению волшебной палочки.

Легко изменяющийся элемент должен сам (сама, само) устранять вредное взаимодействие, сохраняя способность выполнять полезное взаимодействие.

Разумеется, реально достичь такого идеала невозможно. ИКР служит лишь маяком, позволяющим ориентироваться на самую лучшую из рекомендаций. Реальная рекомендация к ИКР должна быть максимально близка к ИКР, а чтобы этого добиться, нужно, естественно, знать ИКР.

В формулировке ИКР всегда должно быть слово «сам» («сама», «само»). Это весьма важный методический прием. Нахождение ИКР позволяет консультанту выйти в *поле сильных рекомендаций*. На этой стадии выявляются причины, мешающие практическому

осуществлению «идеальной рекомендации», даются стандартные формулировки физического противоречия.

Часть четвертая — *устранение физического противоречия*. Начинается с рассмотрения простейших преобразований выделенной зоны элемента, т. е. с разделения противоречивых свойств в пространстве и во времени путем перестройки структуры и использования переходных состояний, при которых сосуществуют или попеременно появляются противоположные свойства. Применение таблиц типовых моделей задач и преобразований, таблицы физических эффектов и явлений, а также таблицы основных приемов устранения технических противоречий позволяет перейти от физического ответа к техническому: *сформулировать рекомендацию и дать схему процесса для реализации этой рекомендации*.

В **пятой части** СПРКЗ полученная рекомендация подвергается тщательной проверке, причем прежде всего *исследуют соответствие между полученным ответом и ИКР* (шаг 5.1). Осуществляется предварительная оценка сформированной рекомендации и развитие сформированной рекомендации. Отвечая на контрольные вопросы, консультант анализирует как положительные, так и отрицательнее свойства найденной идеи решения задачи, оценивает видоизменения предполагаемой рекомендации с целью исключения (уменьшения) влияния отрицательных качеств. При этом рекомендуется проверить новизну сформированной рекомендации и записать возможные подзадачи — изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

В первых четырех частях поле поисков рекомендаций планомерно сужалось.

В **шестой части** идет — обратный процесс: *изучается возможность распространения изменений одной части проблемы на всю проблему и даже надпроблему*. Речь тут идет о выгодных изменениях. *Сформированную рекомендацию необходимо развернуть в комплекс рекомендаций*. Для этого строятся таблицы, исходная рекомендация трансформируется, видоизменяется: вместо одной рекомендации возникает множество новых рекомендаций, относящихся порой к самым различным консультационным отраслям.

Далее определяются изменения надпроблемы, возможности применения по-новому измененной рекомендации, делается попытка использовать полученный ответ при решении других консультационных задач.

Часть седьмая — *анализ хода решения*. Сравниваются фактический ход решения с теоретическим (по СПРКЗ) и полученный ответ с табличными данными (таблицы преобразований, физических эффектов

и основных приемов). Выявленные отклонения рекомендуется записать. Если получен ответ, можно переходить через один или несколько шагов дальше. Если решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов (см. часть пятую) или ответа нет, необходимо вернуться на несколько шагов или соблюдать очередность этапов и шагов поиска (формирования) рекомендаций.

Таким образом, СПРКЗ позволяет шаг за шагом *переходить от расплывчатой исходной ситуации к четко поставленной консультационной задаче, затем к модели задачи и анализу противоречий.*

Этим методом можно решать консультационные задачи по всем консультируемым проблемам.

При поисковой работе по СПРКЗ используется соответствующий информационный фонд, включающий стандарты, описания рекомендаций, физических эффектов и явлений.

2.2.3. Базовые задачи общей теории консалтинга

Общая теория консалтинга — научная дисциплина, в рамках которой разрабатываются *методы и средства решения консультационных задач*, возникающих в жизненном цикле проблем**.** Задачи консультирования будем делить на задачи *синтеза и анализа*. Задачи синтеза связаны с формированием рекомендаций и разработкой консультационных документов по решению задач консультируемой проблемы, а задачи анализа связаны с оценкой консультируемой проблемы.

Задачи синтеза.

Различают синтез *структурный и параметрический*. Цель структурного синтеза - *получение структурных схем сформированных рекомендаций*, содержащих сведения о составе рекомендаций и способах сочленений их между собой. Цель параметрического синтеза — определение *числовых значений параметров рекомендаций*. Синтез называется *оптимизацией,* если определяются наилучшие в заданном смысле структуры и значения параметров рекомендаций. При расчетах оптимальных значений параметров рекомендаций при заданной структуре говорят о *параметрической оптимизации*. Задачу выбора оптимальной структуры называют *структурной оптимазацией.*

Основная задача общей теории консалтинга *— задача оптимального синтеза вариантных рекомендаций, которые наилучшим образом приспособлены для решения задач по консультируемой проблеме.*

Исходными в задаче синтеза являются следующие сведения о консультируемой проблеме:

1) *функция проблемы*, обычно представляемая перечнем консультационных задач, решение которых возлагается на консультируемую проблему;
2) *перечень ограничений на характеристики рекомендаций*, например, ограничений на время решения консультационных задач, решение проблемы повышения производительности средств производства или снижения стоимости оборудования;
3) *критерий эффективности*, устанавливающий способ оценки качества сформированных рекомендаций в целом.

Исходя из этих сведений, необходимо *определить структуру рекомендаций (состав элементов и связей между ними) и стратегию управления консультационными процессами, которые должны удовлетворять заданным ограничениям на характеристики рекомендаций и быть оптимальными в смысле назначенного критерия эффективности рекомендации.*

Качество рекомендаций наиболее существенно зависит от затрат на автоматизированные средства, используемые в автоматизированном консультационном процессе, и затрат времени на решение консультационных задач, т. е. затраты на автоматизированные средства и времени являются основными показателями качества рекомендаций. Затраты на автоматизированные средства определяются в основном структурой проблемы, т. е. типами и количеством автоматизированных средств и способом их связи (взаимодействия). Затраты времени на решение консультационных задач зависят как от структуры проблемы, так и от стратегии управления консультационными процессами. Формирование или совершенствование рекомендации сводится к выбору такой структуры и стратегии управления, которые обеспечивают реализацию заданных функций при затратах на автоматизированные средства и времени, лимитируемых заданными ограничениями и критерием эффективности рекомендации.

Чтобы выявить круг вопросов, возникающих при постановке и решении консультационной задачи оптимального синтеза рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, опишем *задачу синтеза с использованием математической символики*.

Охарактеризуем консультируемые проблемы (алгоритмы, процессы, объекты, структуры и др.) *совокупностями присущих им свойств, каждое из которых может быть измерено, т. е. оценено количественно*. Некоторые свойства проблемы будем рассматривать как первичные и характеризовать совокупность таких свойств вектором $V=(v_1, ..., v_M)$, составляющие которого являются оценками соответствующих свойств и называются *параметрами проблемы*.

Остальные свойства будем относить ко вторичным и характеризовать их вектором $Y=(y_1, ..., y_N)$, составляющие которого называются *характеристиками проблемы*. Вторичность свойств, характеризуемых величинами $y_1, ..., y_N$, обусловлена тем, что значения y_n, $n = 1, ..., N$, могут быть определены как функции параметров проблемы, т. е. $y_n = \varphi_n(V)$. Например, количество операторов, выполняемых за одну реализацию алгоритма, определяется операторной схемой алгоритма (составом операторов и связей между ними) и законом распределения исходных величин, обрабатываемых алгоритмом. Следовательно, количество выполняемых операторов является характеристикой алгоритма, значение которой однозначно определяется параметрами, характеризующими операторную схему алгоритма и распределение исходных величин.

Предположим, что к параметрам причислены свойства, учет которых необходим для определения всех интересующих нас характеристик проблемы. В таком случае вектор параметров V однозначно характеризует проблему, выделяя ее из множества проблем такой же природы. Различие проблем A и B эквивалентно неравенству соответствующих им векторов V_A и V_B, и проблемы A и B считаются одинаковыми, если $V_A=V_B$.

Многочисленность проблем, с которыми можно иметь дело, отображается следующим образом. Пусть отдельный параметр V_m, m=l,... , M, принимает различные значения из некоторого множества значений x_m, называемого *областью определения параметра* V_m. В таком случае множество $X=x_1 \times ... \times x_м$, являющееся декартовым произведением множеств $x_1 ..., x_м$, содержит в себе всевозможные векторы $V=(V_1, ..., V_M)$ и представляет всевозможные проблемы с рассматриваемыми свойствами. Множество X называется *областью определения проблем типа V*.

Используя эти понятия, *проблему можно характеризовать следующим набором параметров и характеристик*:

$P=(p_1 ..., p_Q)$ — вектор параметров, представляющий класс консультационных задач, решение которых является функцией проблемы, с областью определения $\boldsymbol{P}$;

$S=(s_l, ..., s_т)$ — вектор параметров структуры проблемы, определенный на множестве возможных структур $\boldsymbol{S}$;

$C=(c_1 ..., c_D)$ — вектор параметров стратегии управления консультационными процессами с областью определения $\boldsymbol{C}$;.

$Y =(y_1, ..., y_N)$ — вектор характеристик проблемы, составляющие которого суть функции параметров P, S и C;

$E=\Psi(Y)$ — функция, определяющая значение критерия эффективности рекомендации, как интегральной характеристики качества рекомендации.

Поскольку $Y=\Phi(P, S, C)$, то критерий эффективности консультации является функцией параметров проблемы, т. е.

$$E=\Omega(P, S, C).$$

Используя приведенные обозначения, *задачу синтеза можно описать следующим образом:*

найти

$$\max_{S\in S,\ C\in C} \Omega(P, S, C)$$

при $y_i \in y_i^*$; $i=\alpha, \ldots,\omega$; $\alpha, \ldots,\omega \in \{1, \ldots, N\}$, т. е. определить такие параметры структуры S и стратегии управления C, которым соответствует максимум (минимум) прямого (инверсного) критерия $E=\Omega(P, S, C)$ при выполнении ограничений $y_\alpha \in y_\alpha^*$, $y_\omega \in y_\omega^*$ на характеристики проблемы. Здесь α, ..., ω — индексы, выделяющие характеристики, которые должны принадлежать заданным областям $y_\alpha^*, \ldots, y_\omega^*$.

Решение задачи синтеза сводится к подбору параметров S и C, оптимизирующих значение критерия эффективности рекомендаций.

При оптимизации выбор направления изменения значений параметров S и C проводится исходя из характера зависимостей $E=\Psi(Y)$ и $Y=(P, S, C)$, определенных *моделью проблемы*. Результатом решения задачи синтеза являются значения параметров S и C, характеризующих структуру рекомендаций и стратегию управления консультационными процессами.

Чтобы поставить задачу синтеза конкретно, требуется выявить множество параметров, необходимых и достаточных для формирования конкретных рекомендаций, и зависимости между характеристиками рекомендаций и параметрами консультационных задач, структур и стратегий управления, т. е. ***необходимо располагать моделью, отображающей свойства реальных рекомендаций в математической форме.*** Модель ставит в соответствие каждому набору параметров P, S и C значения характеристик $y_1, \ldots, y_N$, соответствующие характеристикам, которые имела бы реально выполняемая рекомендация с такими же параметрами.

Многообразие сфер применения рекомендаций, возможных структур и стратегий управления консультационными процессами порождает практически бесконечное число вариантов формирования рекомендаций, для описания которых требуется большое число

параметров. Многочисленность параметров и сложность зависимостей между ними и характеристиками рекомендаций приводят к тому, что задача синтеза в ее общей постановке неразрешима.

Задача синтеза упрощается, если ограничить рамки ее использования определенным классом рекомендаций — *рекомендаций с подобными функциями и требованиями к качеству функционирования консультируемой проблемы.* При таком подходе к синтезу уменьшается число структур и стратегий управления, которые следует рассматривать при поиске (формировании) оптимальных рекомендаций. Правомочность указанного подхода к синтезу рекомендаций очевидна. Поэтому задачу синтеза будем понимать как *задачу синтеза рекомендаций определенного класса* .

Задача синтеза максимально упрощается, если, ориентируясь на конкретный класс функций рекомендаций и требования к качеству функционирования, выбрать для формирования рекомендаций один класс структур и определенную стратегию управления консультационными процессами. Такой выбор возможен, если есть сведения о свойствах структур и стратегий консультирования в отношении к классам консультационных задач.

Задачи анализа. Важная задача общей теории консалтинга — *анализ консультируемых проблем с целью качественной и количественной оценки свойств различных классов консультационных задач, структур и стратегий управления консультационными процессами*.

Для задач анализа характерны *три этапа проведения консультаций*.

На *первом этапе* необходимо выявить причинно-следственные связи, присущие анализируемой проблеме, и *построить концептуальную модель проблемы*, вскрывающую сущность происходящих в ней процессов. При построении концептуальной модели устанавливается факт наличия зависимости *между представляющими интерес характеристиками процессов и параметрами проблемы.* Эти параметры должны непременно присутствовать в модели.

На *втором этапе*, на базе принятой концептуальной модели, строится *математическая модель*, *выявляющая количественные отношения между характеристиками и параметрами*. Эти отношения представляются в форме функциональных зависимостей $Y=Ф(X)$, где Y — множество характеристик и X — множество параметров, учитываемых концептуальной моделью. Количественные отношения конкретизируют причинно-следственные связи и тем самым полностью определяют модель. Исследование зависимостей

$Y = Ф(X)$ позволяет выявить представляющие интерес свойства проблемы: *степень влияния параметров на характеристики проблемы, предельные и экстремальные значения характеристик, взаимные отношения между характеристиками и т. п*.

Поскольку построение модели производится неформальными методами, то возникает *необходимость проверки достоверности модели и полученных на ее основе оценок, что и осуществляется на третьем этапе решения задачи анализа*. Проверка достоверности проводится сопоставлением зависимостей, полученных из модели, с экспериментальными данными или данными, получаемыми другими методами анализа.

Результатом анализа, проводимого в рамках общей теории консалтинга, являются *модели процессов, происходящих в проблемах, и закономерности, присущие процессам и проблемам*.

Модели раскрывают причинно-следственную природу процессов и устанавливают зависимости между их характеристиками и параметрами проблем. *В этом — познавательная ценность анализа*. *Прикладная ценность анализа обусловлена использованием результатов анализа для постановки задач синтеза.*

Таким образом, общая теория консалтинга начинается с анализа свойств структур, различных стратегий управления консультационными процессами, способов организации формирования рекомендаций в целом.

При этом строятся и исследуются модели процессов, которые имеют место в проблемах, реализующих различные классы задач на основе различных структур и стратегий управления процессами. Результаты анализа способствуют пониманию сущности процессов, происходящих в проблемах, и используются для *постановки задач синтеза рекомендаций по решению задач консультируемых проблем*.

В отличие от задач анализа, где характеристики процессов определяются как функции параметров проблемы, при синтезе решается задача выбора параметров рекомендаций, при которых удовлетворяются заданные требования к характеристикам консультационных процессов. Одно из требований состоит в обеспечении экстремальности критерия эффективности, и, следовательно, *решение задачи синтеза сводится к оптимизации сформированной рекомендации по заданному критерию эффективности с учетом ограничений, которые могут быть наложены на некоторые ее характеристики и параметры.*

При выполнении консультационного процесса с использование автоматизированных средств и, в частности, компьютеров, имеется возможность получать множество решений консультационных задач.

Выделение некоторого подмножества решений консультационных задач относится к проблемам выбора сформированных рекомендаций. ***Задачей выбора сформированных рекомендаций*** будем называть кортеж $\alpha=<W, \Theta>$ (где W — множество вариантов рекомендаций; Θ — принцип оптимальности, дающий предаставление о качестве вариантов, в простейшем случае, провило предпочтении вариантов). Решением задачи α называют множество $W_{оп} \subseteq W$, полученное на основе принципа оптимальности.

Задачи формирования рекомендаций будем классифицировать по наличию информации о множестве W и принципе оптимальности Θ.

Задачу, где W и Θ могут быть неизвестными, будем называть *общей задачей формирования рекомендаций.* Данные для получения $W_{оп}$ определяют в этой задаче в процессе решения. Задачу с неизвестным W будем называть *задачей выбора,* а задачу с известными W и Θ будем называть *задачей оптимизации.* В автоматизированном консультационном процессе встречаются все три вида перечисленных задач.

В задачах *формирования рекомендаций* свойства элементов множества W помогают находить решение. Если произвольное свойство варианта рекомендации $w_1 \in W$ выразить числом $K=\{1, 2...\}$, т. е. предположить, что имеется отображение $\varphi: W \rightarrow K$, то такое свойство будем называть критерием, а число $\varphi(W_i)$ —оценкой варианта рекомендации W_i по критерию. Критериальным пространством будем считать пространство K_m, координаты точек которого— оценки по соответствующим критериям.

Например, пусть необходимо сформировать рекомендации по выбору трассы, соединяющую два города А и Б. Различные возможные пути, соединяющие А и Б, будут вариантами. Консультант или компьютер в соответствии с алгоритмом учитывает длину, стоимость, число изгибов, число пересечений и т. п. Значение длины трассы можно выразить числом, длину считать критерием. Задачу α решают следующим образом. Составляют множество W, если это возможно, т. е. определяют варианты, а затем решают задачу выбора. Отметим, что задача построения W в общем случае является задачей выбора. Следовательно, общую задачу формирования рекомендаций можно свести к решению последовательных задач выбора. В формировании рекомендаций в общем случае участвуют ЭВМ, лицо, формирующее рекомендвции (ЛФР), эксперт, дающий оценки вариантам, и консультант.

Частным случаем общей задачи формирования рекомендаций является задача формирования рекомендаций в условиях неопределенности, возникающая, когда необходимо действовать в не

полностью известной ситуации. Она часто формулируется как *задача поиска одного наилучшего решения на заданном множестне допустимых решении.*

Неизбежной платой за попытку получить решение в условиях неполной информации о консультируемой проблеме и ее поведении является возможность ошибочных рекомендаций. Поэтому в такой ситуации ЛФР должно вырабатывать такую стратегию в отношении формирования рекомендаций, которая хотя и не исключает возможность формирования ошибочных рекомендаций, но сводит к минимуму связанные с этим нежелательные последствия. Для уменьшения неопределенности и возможных потерь ЛФР может провести эксперимент. Это позволит сделать знания о консультируемой проблеме сколь угодно полными и действовать уже в условиях определенности. Однако этому мешают два обстоятельства:
1) на проведение эксперимента требуется время, тогда как решение во многих случаях нужно принять быстро;
2) эксперимент требует затраты средств и может стоить дороже того выигрыша, которые дают добавочные знания, полученные в результате эксперимента.

Поэтому ЛФР должно принять решение о том, нужно ли проводить эксперимент, а если нужно, то на каком уровне его закончить и какие действия предпринять после окончания эксперимента.

Раздел математической теории формирования рекомендаций в условиях неполной определенности называют *теорией статистических рекомендаций.*

2.3. Методы поиска и формирования рекомендаций

В этом разделе рассматривается ряд методов как неавтоматизированного поиска и формирования рекомендаций, так и использование автоматизированных методов поиска и формирования рекомендаций, в частности, предлагается для автоматизации синтеза формирования рекомендаций использовать метод комбинирования с помощью ЭВМ рекомендационных фрагментов, более крупных, чем рекомендация, с последующей программной проверкой качества получающихся вариантов сформированных рекомендаци и выбора из них наилучшей с точки зрения консультационного задания (КЗ).

Еще Лейбниц считал, что искусство интелектуального творчества имеет две составляющие: 1) комбинирование (синтез), в результате которого порождаются различные варианты, и 2) анализ получившихся вариантов. К этому способу формализации консультационного процесса создания рекомендаций периодически обращались различные консультанты, однако попытки эти носили весьма нерегулярный

характер, и осознанное применение метода как такового еще не получило широкого распространения в кругу консультантов. Основным препятствием, видимо, было слишком большое число получающихся вариантов, оценить и сравнить которые человеку было не под силу.

Путевку в жизнь этому заманчивому по своей простоте способу дает вычислительная техника. Ниже будут изложены методики, которые позволяет с помощью ЭВМ выполнить не только оценку готовых вариантов рекомендаций, но и сам процесс их порождения (формирования). Принцип порождения по своей сути оказывается очень близким к идее порождающих грамматик формальных языков. В этой процедуре синтеза рекомендаций отчетливо прослеживаются как синтаксический, так и семантический механизмы, а базовые фрагменты рекомендаций, из которых строится схема рекомендаций, играют роль терминальных символов языка.

Показано, как можно при решении многих консультационных задач синтеза рекомендаций избежать чрезмерно большого количества порождаемых вариантов. Важным достоинством описываемых методов является то, что консультант-разработчик программы синтеза вариантов рекомендаций имеет право не представлять хорошо свойств всего поля консультируемой проблемы, т. е. не знать, каким сочетаниям параметров соответствуют хорошие схемы рекомендаций. Ему достаточно лишь наметить программе довольно широкие области, где можно попытаться поискать приемлемые (допустимые) рекомендации, а непосредственный поиск хорошей рекомендации программа выполнит сама.

Много консультантов не знает, какими методами, приемами можно развивать свои творческие задатки и экономно вести поиск и формирование эффективных рекомендаций, хотя такие методы и приемы существуют. Они позволяют «сужать пространство поиска», обнаруживать области, где вероятность нахождения эффективной рекомендации более высока, чем при методе проб и ошибок. Освоение этих методов и приемов, сознательное их применение в консультационном процессе значительно повышают эффективность поиска решения консультационных задач.

Классификация методов консультирования, описание разнообразных методов и приемов коллективного и индивидуального решения консультационных задач будут рассмотрены ниже.

2.3.1. Классификация методов консультирования

Прежде всего приведем определение ***метода консультирования*** как *способа теоретического и практического действия, направленного*

на разработку (формирование) рекомендаций по решению консультационных задач консультируемой проблемы.

Это определение является достаточно общим и позволяет понимать термин «метод консультировавния» весьма широко: *от простейших экстраполяционных расчетов до сложных процедур многошаговых экспертных опросов.*

Для изучения методического аппарата консультирования проблем целесообразно с самого начала детализировать это широкое понятие. Условимся, что далее мы будем различать *простые методы консультирования и комплексные методы консультирования*. При этом под ***простым методом консультирования*** будем понимать метод, *неразложимый на еще более простые методы консультирования*, и соответственно под ***комплексным*** — метод, *состоящий из взаимосвязанной совокупности нескольких простых.*

В настоящее время наряду со значительным числом опубликованных методов консультирования известны многочисленные способы их классификации. Тем не менее считать этот вопрос удовлетворительно решенным нельзя, так как единой, полезной и полной классификации сейчас еще не создано. Вероятно, теория консалтинга, как молодая наука, еще не достигла такого уровня развития, когда возможно создание классификации, удовлетворяющей всем этим требованиям. Поэтому в задачи данной работы не входит описание идеальной классификации. Ниже мы *сформулируем возможные цели классификации, рассмотрим пути их достижения, некоторые примеры классификаций и представим вариант удовлетворительный, на наш взгляд, для целей изучения и анализа методов, а также их выбора.*

Итак, каковы же *цели классификации методов консультирования*? Можно указать *две* такие основные цели. Это, *во-первых*, обеспечение процесса изучения и анализа методов и, *во-вторых*, обслуживание процесса выбора метода для формирования рекомендаций решения задач консультируемой проблемы. На современном этапе трудно предложить единую классификацию, в равной степени удовлетворяющую обеим из указанных целей.

Существуют два основных типа классификации: *последовательная и параллельная.*

Последовательная классификация предполагает вычленение частных объемов из более общих. Это процесс, тождественный делению родового понятия на видовые. При этом должны соблюдаться следующие основные правила:

1) основание деления (признак) должно оставаться одним и тем же при образовании любого видового понятия;

2) объемы видовых понятий должны исключать друг друга (требование отсутствия пересечения классов);

3) объемы видовых понятий должны исчерпывать объем родового понятия (требование полного охвата всех объектов классификации).

Параллельная классификация предполагает сложное информационное основание, состоящее не из одного, а из целого ряда признаков. Основной принцип такой классификации — независимость выбранных признаков, каждый из которых существен, все вместе одновременно присущи предмету и только их совокупность дает исчерпывающее представление о каждом классе.

Последовательная классификация имеет наглядную интерпретацию в виде некоторого генеалогического дерева, охватывает всю рассматриваемую область в целом и определяет место и взаимосвязи каждого класса в общей системе. Поэтому она является более приемлемой для целей изучения, позволяет методически более стройно представлять классифицируемую область знаний. Среди классификаций методов консультирования известны примеры обоих типов.

Представленная на рис. 2.2 классификация методов консультирования является классификацией последовательного типа, имеющей целью наглядное представление в виде иерархического дерева совокупности методов консультирования как некоторой системы.

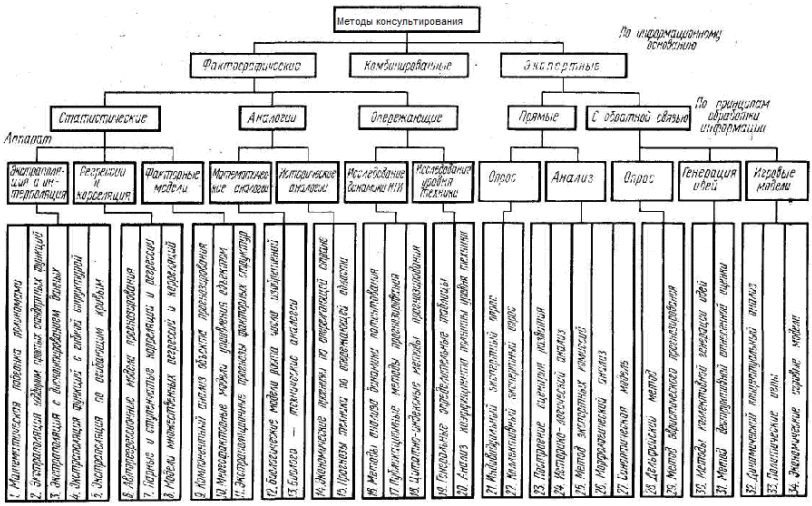


Рис. 2.2. Дерево системы методов консультирования

Каждый уровень классификации характеризуется своим классификационным признаком. Элементы каждого уровня представляют собой наименования принадлежащих им подмножеств элементов ближайшего нижнего уровня, причем подмножеств непересекающихся.

Элементы нижнего уровня представляют собой наименование узких групп конкретных методов консультирования (иногда из одного элемента), которые являются модификациями или разновидностями какого-либо одного, наиболее общего из них.

В целом классификация является открытой, так как представляет возможность увеличивать число элементов на уровнях и наращивать число уровней за счет дальнейшего дробления и уточнения элементов последнего уровня.

На первом уровне все методы делятся на *три класса* по признаку «информационное основание метода».

Фактографические методы базируются на фактически имеющемся информационном материале о консультируемой проблеме и ее прошлом развитии.

Экспертные методы базируются на информации, которую поставляют специалисты-эксперты в процессе систематизированных процедур выявления и обобщения этого мнения.

Комбинированные методы выделены в отдельный класс, чтобы можно было относить к нему методы со смешанной информационной основой, в которых в качестве первичной информации используются фактографическая и экспертная. Например, при проведении экспертного опроса участникам представляют цифровую информацию о проблеме или фактографические рекомендации, либо, наоборот, при экстраполяции тенденции наряду с фактическими данными используют экспертные оценки.

Не следует относить к комбинированным методам те методы консультирования, которые к экспертной исходной информации применяют математические методы обработки или исходную фактографическую информацию оценивают экспертным путем. В большинстве случаев они достаточно хорошо укладываются в первый или второй из перечисленных выше классов.

Эти классы разделяются далее на *подклассы* по принципам обработки информации.

Статистические методы объединяют совокупность методов обработки количественной информации о консультируемой проблеме по принципу выявления содержащихся в ней математических закономерностей развития и математических взаимосвязей характеристик с целью получения консультационных моделей.

Методы аналогий направлены на то, чтобы выявлять сходство в закономерностях развития различных процессов и на этом основании формировать рекомендации.

Опережающие методы консультирования строятся на определенных принципах специальной обработки научно-технической информации, реализующих в консультационном процессе ее свойство предугадывать развитие консультируемых проблем.

Экспертные методы разделяются на *два подкласса*. *Прямые экспертные оценки* строятся по принципу получения и обработки независимого обобщенного мнения коллектива-экспертов (или одного из них) при отсутствии воздействий на мнение каждого эксперта мнения другого эксперта и мнения коллектива. *Экспертные оценки с обратной связью* в том или ином виде воплощают принцип обратной связи путем воздействия на оценку экспертной группы (одного эксперта) мнением, полученным ранее от этой группы или от одного из ее экспертов.

Третий уровень классификации разделяет методы консультирования на виды по классификационному признаку «аппарат методов». Каждый вид объединяет в своем составе методы, имеющие в качестве основы одинаковый аппарат их реализации. Так, статистические методы по видам делятся на методы экстраполяции и интерполяции; методы, использующие аппарат регрессионного и корреляционного анализа; методы, использующие факторный анализ.

Класс методов аналогий подразделяется на методы математических и исторических аналогий. *Первые* в качестве аналога для консультируемой проблемы используют проблемы другой физической природы, другой области науки, отрасли техники, однако имеющие математическое описание процесса развития, совпадающее с консультируемой проблемой. *Вторые* в качестве аналога используют процессы одинаковой физической природы, опережающие во времени развитие консультируемой проблемы.

Опережающие методы консультирования можно разделить на методы исследования динамики научно-технической информации; методы исследования и оценки уровня техники. В *первом случае* в основном используется построение количественно-качественных динамических рядов на базе различных видов НТИ и анализа и консультирования на их основе соответствующей проблемы. *Второй вид методов* использует специальный аппарат анализа количественной и качественной информации, содержащейся в НТИ, для определения характеристик уровня качества существующей и проектируемой техники.

Прямые экспертные оценки по признаку аппарата реализации делятся на виды экспертного опроса и экспертного анализа. В первом случае используются специальные процедуры формирования вопросов, организации получения на них ответов, обработки полученных ответов и формирования окончательного результата. *Во втором* — основным аппаратом исследования является целенаправленный анализ консультируемой проблемы со стороны эксперта или коллектива экспертов, которые сами ставят и решают вопросы, ведущие к поставленной цели.

Экспертные оценки с обратной связью в своем аппарате имеют три вида методов: *экспертный опрос; генерацию идей; игровое моделирование. Первый вид* характеризуется процедурами регламентированного неконтактного опроса экспертов перемежающимися обратными связями в рассмотренном выше смысле. *Второй* — построен на процедурах непосредственного общения экспертов в процессе обмена мнениями по поставленной проблеме. Он характеризуется отсутствием вопросов и ответов и направлен на взаимное стимулирование творческой деятельности экспертов. *Третий вид* использует аппарат теории игр и ее прикладных разделов. Как правило, реализуется на сочетании динамического взаимодействия коллективов экспертов и вычислительной машины, имитирующих консультируемую проблему в возможных ситуациях.

Наконец, последний, *четвертый, уровень классификации* подразделяет виды методов третьего уровня на отдельные методы и группы методов по некоторым локальным для каждого вида совокупностям классификационных признаков, из которых указать один общий для всего уровня в целом невозможно.

Рассмотрим ряд методов, которые, на наш взгляд, являются наиболе актуальными в решении вопросов консультирования проблем клиетов.

2.3.2. Синектика

Основоположником синектики является Д. Гордон, который организовал специальную фирму «Синектикс инкорпорейтед» по обучению интелектуальному искусству (ЛеМоридж, штат Массачусетс).

Термин «синектика» заимствован из древнегреческого языка и обозначает объединение разнородных элементов.

Для обучения интелектуальному искусству решения консультационных задач создаются творческие группы консультантов-синекторов (участников синектических сессий), в которые должны входить представители разных профессий или научных дисциплин, специалисты, неодинаковые по возрасту, стажу работы, квалификации и др. Как показывает опыт, наиболее

оптимальной является группа, состоящая из пяти — семи человек. Продолжительность подготовки группы — 8—12 месяцев. Группе предоставляется отдельное помещение, выделяются необходимые средства и помещение.

Стать синектором может не каждый, а только тот, кто имеет глубокие знания, опыт, развитое творческое воображение. Синектика не облегчает консультационую деятельности, наоборот, она делает ее более напряженной, интенсивной, нередко приводит к изнеможению, особенно при оперировании аналогиями. Поэтому в группу должны входить люди, хорошо понимающие друг друга, заинтересованные в наиболее эффективном решении консультационной задачи.

В процессе обучения члены группы не только повышают уровень своих профессиональных знаний, но учатся синектическому мышлению, умению преодолевать боязнь раскрыть свои мысли, наблюдают за работой опытных синекторов.

Генерирование консульационных идей осуществляется на сессиях, причем никто из синекторов, кроме руководителя сессии, не должен быть посвящен в конкретные условия консультационной задачи. Преждевременное формулирование задачи влечет за собой затруднения в абстрагировании от привычного хода мышления и проторенных путей.

Сессии синекторов, как правило, начинаются не с точной постановки задачи, а с обсуждения некоторых ее признаков, например, с рассмотрения общей функции, выполняемой консультируемой проблемой. Если, допустим, должна решаться проблема обеспечения большого города стоянками автомашин, дискуссия может быть начата с обсуждения вопросов хранения запасного оборудования. С рассмотрения широкого круга общих идей руководитель сессии переключает синекторов на обсуждение более конкретных вопросов, постепенно направляя дискуссию в желаемое русло.

Весьма важно, чтобы каждый синектор овладел так называемыми операциональными механизмами синектики — системой *четырех* видов аналогий: *прямой, личной (персональной или ампатией), символической и фантастической*.

При *прамой аналогии* решение консультационных задач подсказывается аналогичными ситуациями, встречающимися в природе, технике и др. Например, наблюдение за движениями корабельного червя, прокладывающего себе путь в древесине, привело англичанина М. Брюнеля (в1818 г.) к технической идее строительства подводных туннелей. «Кессон Брюнеля» представляет собой металлический цилиндр, который продвигается вперед, подобно корабельному червю.

Не секрет, что бионика сделала новый шаг в разработке автоматов для медицинской диагностики. Менее известно, что ученые пытаются использовать опыт медицинской диагностики при разработке методов диагноза других сложных проблем. И, может быть, недалеко то время, когда медик будет консультировать, например, инженера, как обнаруживать неисправности в ЭВМ.

Известно, что глаз человека имеет такую чувствительность, которая позволяет регистрировать колебания света в несколько квантов. Современная радиоэлектронная аппаратура тоже может это делать. Разница, однако, заключается в том, что техника дает возможность регистрировать слабые сигналы при температурах жидкого гелия, т.е.. в условиях, когда «тепловой шум» окружающей среды практически равен нулю. Человеческий же глаз проявляет такую поразительную чувствительность при температурах до 20°С. Создание светочувствительных приборов с подобными возможностями означало бы революцию в измерительной технике.

Личная аналогия строится на отождествлении консультанта с консультируемой проблемой: разрабатываемой конструкцией, деталью или процессом. Задача консультанта заключается в том, чтобы, например, «стать» деталью и посмотреть с ее позиции, с ее точки зрения, что можно порекомендовать. Личная аналогия требует от консультанта определенного вхождения в образ. Например, химик может представить себя движущейся молекулой, которую толкают молекулярные силы. Консультант может отождествить себя с лопастью винта вертолета, с тем чтобы почувствовать, какие силы воздействуют на нее со стороны воздушного потока и со стороны втулки, или с ядром грецкого ореха, который не удается расколоть обычным способом, поэтому консультант пытается найти такие рекомендации, реклизация которых позволит расколоть его изнутри.

Этот прием использовал конструктор авиадвигателей Бережков — герой книги А. Бека «Жизнь Бережкова». «Я придумал особую насечку жернова, насечку по принципу архимедовой спирали. Терпеливо выбирая на камне рисунок замысловатой спирали, я вообразил себя зерном, попадал в ручеек спирали, с наслаждением чувствовал, как меня прихватывают, раздавливают, перетирают жернова, и, довольный, вываливался струйкой замечательной муки».

При *символической аналогии* используются метафоры и сраннения (характеристики одной проблемы отождествляются с характеристиками другой). Вдумчивый и наблюдательный консультант может сравнительно легко научиться передавать сущность специального термина посредством художественного образа. Поиск оригинального названия книги синекторы понимают как в

высшей степени *сжатую формулировку смысла ключевого слова* (часто в поэтической форме), связанного с предложенными аналогиями. Сначала руководитель сессии выбирает ключевое слово, затем предлагает выразить сущность этого слова в виде короткого определения, носящего парадоксальный характер и состоящего из существительного и прилагательного. Приведем примеры.

Ключевое слово	**Название книги**
Храповый механизм	Надежная прерывистость
Ядро атома	Энергичная незначительность
Мишень	Фокальное стремление
Раствор	Взвешенная неразбериха
Восприимчивость	Непроизвольная готовность
Кислота	Грязный агрессор
Пулеметная очередь	Объединенные перерывы
Танец	Вертикальное склонение
Пламя	Видимая теплота
Шлифовальный круг	Точная шероховатость
Прочность	Принудительная целостность

Этот прием требует определенных навыков. По правилам синектики названия книг должны отражать сущность ключевого слова, содержать парадокс, и быть оригинальными. Такая задача не всегда под силу даже тренированному коллективу, однако пять—десять попыток, как правило, дают искомый результат.

Фантастическая аналогия связана с желанием, чтобы консультант порекомендовал то, чего хочется. Размышление над фантастическими, нереальными вещами или сверхъестественными процессами стимулирует возникновение новых рекомендаций. Для того чтобы научить синекторов распознавать признаки приближения к благоприятным рекомендациям, используют записи на компьютерные носители информации. Последовательность решения проблемы:

1. Формулировка проблемы основной организацией — «проблема, как она задана».
2. Очищение от очевидных рекомендаций — дискуссия, в ходе которой синекторы-консультанты вытесняют свои взгляды на очевидные рекомендации, поскольку они едва ли могут дать нечто большее, чем простое сочетание существующих рекомендаций (этот этап напоминает «мозговую атаку»).
3. Превращение необычного в привычное — поиск аналогий, позволяющих выразить «заданную проблему» в терминах, хорошо

знакомых синекторам-консультантам по опыту их работы. В попытке проникнуть в суть проблемы и распутать клубок предположений и рассуждений, в которых содержится рекомендация, допускается игнорирование физических законов и соглашений (например, вы говорите, что вам требуется антигравитационная машина).

4. Определение главных трудностей и противоречий, препятствующих формированию рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы, — «проблема, как она понята».

5. Предложение наводящих вопросов руководителем для решения задачи консультируемой проблемы с использованием аналогий. Синекторы в свободной манере проигрывают каждый из наводящих вопросов. Когда аналогии становятся слишком абстрактными, дискуссию направляют в русло «проблемы, как она понята». Если появляется перспективная рекомендация, ее развивают словесно до того момента, когда члены группы смогут составить *математическу модель предложенной рекомендации и опробовать ее на компьютере*. Руководитель выявляет полезные и конструктивные рекомендации путем оперативного их анализа.

Считают, что синектика дает хорошие результаты при наличии способного руководителя, который обязательно должен быть специалистом в области консультируемой проблемы.

2.3.3. «Мозговая атака»

Метод «мозговой атаки» широко применяется для систематической тренировки творческого мышления и его активизации.

Известно, что критика или даже боязнь критики служат помехой творческому мышлению консультанта. Разумеется, любая новая рекомендация может оказаться неверной. Если консультант боится критики, которая может быть вызвана тем, что рекомендация его плоха, он не станет высказывать непроверенные мысли. В этом случае многие потенциально хорошие рекомендации будут потеряны. Для того чтобы устранить боязнь критики при генерировании рекомендаций и вызываемые ею последствия, может быть использована методика так называемой «мозговой атаки». Эту методику в 1957 г. предложил А. Осборн. Предложенная А. Осборном методика используется с целью выявления возможно большего количества оригинальных рекомендаций. В сущности она представляет собой видоизмененный метод свободных ассоциаций. Упор делается на расслабление внимания к критической оценке ценности отдельных рекомендаций. *Важно не их качество, а количество*. Критика сформированных рекомендаций производится позднее, после того, как «творческий сеанс» будет закончен.

Основными правилами проведения заседаний (сессий) по методу «мозговой атаки» рекомендуется:

1. Сформулировать проблему в основных терминах, выделить единственный центральный пункт.

2. Не объявлять ложной и не прекращать исследование ни одной рекомендации.

3. Подхватывать рекомендацию любого рода, даже если ее уместность кажется в данное время сомнительной.

4. Оказывать поддержку и поощрение, столь необходимые для того, чтобы освободить участников от скованности.

5. Проводить оценку и селекцию рекомендаций только после окончания сессии с помощью группы экспертов, желательно не участвовавших в проведении сессии.

Таким образом, *сущность метода сводится к запрещению критиковать любую рекомендацию, какой бы «дикой» она ни казалась*. Участники заседания могут комбинировать или совершенствовать рекомендации, предложенные другими. Данный метод можно применять на любой стадии консультирования проблемы: вначале, когда консультационная задача еще окончательно не определена, и позднее, когда она сформулирована и намечаются пути и способы ее решения.

Успех проведения заседания по методу «мозговой атаки» в значительной степени зависит от ее руководителя, который должен уметь вести заседания в соответствии с определенными правилами, владеть необходимыми приемами, уметь задавать вопросы, подсказывать или уточнять поданные рекомендации, следить за тем, чтобы не было больших пауз в высказывании рекомендаций или чтобы высказывание рекомендаций не происходило только в рациональном направлении (если это случится, руководитель должен принять предупредительные меры, например, подсказать заведомо фантастическую или непрактическую рекомендацию, наводящим вопросом направить рассуждение по менее рациональному руслу).

Допустимое количество участников заседания — от 4 до 15 человек. Длительность проведения заседания по методу прямой коллективной «мозговой атаки» — от 15 мин до 1 ч в зависимости от характера и сложности проблемы. Высказанные рекомендации заносятся в компьютер.

Группа экспертов тщательно изучает рекомендации участников заседания, обращая особое внимание на возможность использования оригинальных, хотя, на первый взгляд, и нереальных рекомендаций. Эксперты сначала отбирают рекомендации, которые могут быть реализованы при данном уровне развития техники, затем из них

выбирают наилучшие рекомендации для применения в конкретных условиях.

В том случае, если необходимо выявить недостатки и противоречия в консультируемой проблеме, подлежащей усовершенствованию, проводится обратная «мозговая атака». При обратной «мозговой атаке», в отличие от прямой, критическим замечаниям уделяется основное внимание, причем осуществляется выбор не общей, а сугубо конкретной консультационной задачи.

А. Александровым предложен метод аналога с деструктивной отнесенной оценкой. Сущность его состоит в активизации творческого потенциала консультанта при коллективном генерировании рекомендаций с последующим формированием контррекомендаций. При этом предусматривается поэтапное последовательное выполнение ряда процедур:

первый этап — формирование группы консультантов, участников диалога, оптимальной по численности и составу;

второй этап — создание группы анализа проблемной ситуации, формирование исходной широко определенной консультационной задачи, сообщение задачи вместе с описанием метода деструктивной отнесенной оценки всем участникам диалога;

третий этап —генерирование рекомендаций по правилам прямой коллективной «мозговой атаки», особое внимание на этом этапе обращается на создание творческой атмосферы и непринужденной обстановки; заранее подготовленный перечень рекомендаций зачитывать не разрешается; каждый участник может выступить несколько раз, но не подряд;

четвертый этап — систематизация рекомендаций группой анализа проблемной ситуации; в процессе систематизации составляется номенклатурный перечень высказанных рекомендаций; каждая рекомендация формулируется с использованием общеупотребительных терминов, после чего она анализируется с целью выявления дублирующих и (или) дополняющих рекомендаций; основные, дублирующие их и (или) дополняющие рекомендации объединяются и формулируются в виде комплексных рекомендаций; изучаются признаки, по которым можно объединить комплексные рекомендации, согласно этим признакам рекомендации классифицируются в группы, составляется перечень групп рекомендаций, выражающих общие принципы подхода к решению задачи;

пятый этап — деструктирование рекомендаций, т. е. оценка их на реализуемость в процессе «мозговой атаки»; «мозговая атака» на этом этапе направлена на всестороннее рассмотрение возможных препятствий к реализации рекомендаций;

шестой этап — оценка критических замечаний, высказанных во время предыдущего этапа, составление окончательного списка практически используемых рекомендаций, в список вносятся только те рекомендации, которые не были отвергнуты вследствие критических замечаний, а также контррекомендации.

При использовании приведенного метода, было установлено, что наиболее эффективные результаты достигаются в том случае, когда все участники заседания, проводимого по методу «мозговой атаки», рационально распределяются на три группы: *генерирования рекомендаций, анализа проблемной ситуации и оценки рекомендаций, генерирования контррекомендаций*. Группы могут работать самостоятельно. В ряде случаев эффективные результаты дает повторное проведение заседаний с некоторым видоизменением формулировки той же задачи и одновременной заменой функций, выполняемых группами (например, передача группе анализа обязанностей группы генерирования рекомендаций, группе генерирования рекомендаций — обязанностей группы генерирования контррекомендаций и группе генерирования контррекомендаций — обязанностей группы генерирования рекомендаций).

Метод «мозговой атаки» обычно применяется как групповой с использованием приемов аналогии, фантазии, инверсии, эмпатии, однако имеются сообщения и об индивидуальном его применении. Наилучшие результаты этот метод дает при формировании таких рекомендаций, которые не являются точными, специальными, а носят общий или организационный характер. Иногда с помощью данного метода решают несложные консультационные задачи.

2.3.4. Вариантный синтез

Алгоритм и исчисления

Задача автоматизации синтеза рекомендаций ставится уже давно, однако заметных успехов в области автоматического синтеза рекомендаций пока нет. Во всяком случае, все реально используемые схемы являются красивыми догадками, изобретениями, а отнюдь не закономерным результатом применения какой-либо формальной процедуры. Причина, видимо, кроется в том, что поиск (формирование) рекомендаций задачи синтеза ведется всегда в одном и том же направлении: в направлении разработки некоторой целенаправленной консультационной процедуры, т. е. строгого алгоритма синтеза в духе А. А. Маркова, представляющего собой набор не слишком большого числа простых правил, по мере выполнения которых консультант неуклонно, детерминированно продвигался бы в заданном направлении к поставленной цели, пока

через некоторое число шагов не построил бы хорошую в определенном смысле схему рекомендаций.

Тем не менее использование четких процедур, однозначно ведущих к цели, — не единственный способ, применяемой в практике консультантов. Другой метод, которым часто решают задачи, — это *метод проб и ошибок*. При работе по этому методу на *первом этапе* порождается консультационная гипотеза, т. е. строится (мысленно или на бумаге) некоторая гипотетическая рекомендация в виде схемы, конструкции и т. п., о которой наперед не известно, окажется ли она хорошей, а иногда даже не известно, будет ли она вообще работать. *Вторым этапом* является проверка (с помощью логических построений, расчетов, моделирования и т. п.) качества предложенной рекомендации, т. е. определение характеристик приведенной рекомендации (времени задержки, объема оборудования, потребляемой мощности). Проверка рекомендации — это уже задача анализа, которая в отличие от задачи синтеза, в принципе всегда решается и притом однозначно. Вероятнее всего, сразу после первой пробы хорошую рекомендацию получить не удастся. Тогда можно породить еще одну гипотезу, снова ее проверить и т. д., пока результат окажется удовлетворительным.

В отличие от алгоритма, который на каждом шаге указывает, куда *нужно* идти, чтобы приблизиться к ответу, на этапе порождения рекомендации лишь известно, куда *можно* идти, т. е. известно лишь, где в принципе может быть решение. Есть ли оно там на самом деле или нет, выяснится только после второго шага — проверки, т. е. после замыкания петли обратной связи.

На указанное различие в способах получения решения впервые, видимо, обратили внимание В. Б. Борщев и Ю. А. Шрейдер. Авторы отмечают, что набор правил, который позволяет порождать рекомендации, не является алгоритмом, поскольку в нем нет указания о том, куда нужно идти, чтобы, получить результат. Это не алгоритм, а ***исчисление***, т. е. *набор некоторых предписаний, которые лишь разрешают делать какие-то преобразования*.

Примером исчисления, которым широко пользуются в процессе синтеза логических схем, являются *преобразования алгебры логики*. Набор правил говорит лишь о том, как *можно* преобразовать исходное булево выражение, но ничего не говорит о том, как *нужно* его преобразовать, чтобы на заданном логическом базисе, получить минимальную задержку, или минимальное число корпусов, или некоторый компромисс между этими требованиями. После нескольких часов работы любой консультант соглашается с тем, что процесс поиска хорошей схемы рекомендаций принципиально отличается от

поиска, например, корней квадратного уравнения: алгоритм, решения квадратного уравнения четко указывает, как нужно преобразовать выражение, чтобы получить искомые корни, а правила булевой алгебры никакого целеуказания не содержат.

Если выполнить все возможные преобразования, разрешенные заданным исчислением, то будет получено *множество рекомендаций* (множество вариантов рекомендаций). Таким образом, *исчисление, т. е. список правил порождения рекомендаций, можно рассматривать как неявное описание множества возможных вариантов рекомендаций*. Помимо задания исчисления нужно задать еще способ перехода к очередной рекомендации, если рассмотренная на предыдущем шаге рекомендация не принята как окончательная. Способов выборки для заданного исчисления может быть очень много. Одним из крайних случаев может быть методическое порождение всех возможных вариантов рекомендаций в определенном порядке (полный перебор). В качестве другой крайности можно рассматривать совершенно случайный выбор рекомендаций. Между этими крайними точками заключейо множество других возможных способов выбора рекомендаций, основанных на каких-либо предпочтениях.

Таким образом, чтобы формализовать процесс порождения рекомендаций, надо иметь два различных описания:

1) набор правил исчисления, неявно задающий множество допустимых рекомендаций, и

2) процедуру выборки очередной рекомендации из числа разрешенных исчислением.

Кроме того, поскольку в исчислении отсутствует понятие цели, нужно к двум предыдущим описаниям, обеспечивающим процесс порождения рекомендаций, добавить еще ***третье описание*** — *процедуру оценки качества порожденных рекомендаций и выбора лучшей из них с точки зрения заданного критерия.*

Очевидно преимуществом алгоритма перед исчислением является то, что алгоритм гарантирует достижение цели, и притом весьма коротким путем. Но это верно лишь в случае, когда алгоритм уже есть. Обратим внимание на не совсем очевидный момент: поскольку алгоритм при любых разрешенных сочетаниях входных данных целенаправленно ведет к результату, то мы вправе сказать, что в каком-то смысле алгоритм «знает» абсолютно все решения данной задачи при любых сочетаниях входных переменных. Это — большое удобство для того, кто пользуется алгоритмом, но одновременно и большой недостаток для разработчика алгоритма. Ведь для того, чтобы выразить в виде системы четких правил процесс получения всех рекомендаций разработчик алгоритма предварительно должен очень

хорошо изучить все поле возможных рекомендаций, т. е. решить очень много задач «вручную», еще не имея алгоритма. В каком-то смысле алгоритм - это удобный и компактный и удобный способ передать другим (в том числе и компьютеру) свой опыт решения класса консультационных задач, полученный при детальном исследовании какой-либо проблемы (процесса, явления и т. д).

Для сложных проблем пространство рекомендаций оказывается исключительно обширным — порядка десятков и сотен тысяч вариантов рекомендаций. Обследовать и осознать такое пространство рекомендаций с приемлемой степенью детализации за разумное число лет для человека не представляется возможным. Следовательно, столь же эфемерной выглядит и задача построения алгоритма ориентирования в этом пространстве, т. е. целенаправленного синтеза схем рекомендаций достаточно сложных проблем.

Ситуация в корне меняется, если синтез схем рекомендаций основывается не на алгоритме, а на исчислении, порождающем схемы-рекомендации, качество которых оценивается потом в порядке акта обратной связи. Самое существенное различие заключается в том, что в данном случае программист не должен формулировать в виде программы указания, *где* в пространстве рекомендаций находятся хорошие схемы рекомендаций. От него вообще не требуется знания свойств пространства рекомендаций. Он должен лишь суметь сформулировать намного более простые правила: *что можно попробовать,* чтобы получить рекомендацию. Информация о качестве каждой полученной рекомендации будет извлекаться из пространства рекомендаций самой программой с помощью расчетных формул. При таком подходе сложность синтезируемой схемы рекомендаций уже в гораздо меньшей степени определяется знаниями и возможностями самого программиста. Он в каком-то смысле закладывает в программу меньше, чем потом от нее получает. Программа вполне может сформировать рекомендацию, совершенно неожиданную для ее составителя, рекомендацию, о существовании которой он и не подозревал.

Если к тому же программа составлена ведущим специалистом в данной области, то она может синтезировать рекомендацию, которая ранее вообще никому не была известна. Такая рекомендация по праву будет удовлетворять общепринятым требованиям новизны и патентопригодности. В этой ситуации распространенное убеждение, что программа выдает человеку не более того, что он в нее заложил, становится уже весьма спорным.

В основу описываемого метода вариантного синтеза рекомендаций положены именно исчисления, а не жесткие целенаправленные

алгоритмы. Однако здесь возникают некоторые терминологические трудности. Построенные машинные программы автоматического синтеза рекомендаций как-то затушевывают разницу в подходах к решению задач с позиций создания целенаправленных алгоритмов и с позиций поиска методом проб и ошибок в пространстве, заданном исчислением: «раз и то и другое представимо в виде машинной программы, значит, и то и другое — алгоритм!» В то же время разница в подходах настолько существенна, что выбор подхода часто определяет успех всего дела. Поэтому будем помнить о двух возможных исходных принципах, на основе которых могут строиться программы, а поскольку термин «алгоритм» строго не определен, в последующем тексте слово «алгоритм» будет использоваться не как синоним слова «программа», а как обозначение некоторого «целенаправленного» подхода к синтезу рекомендаций, основанного на предписаниях типа «нужно», в отличие от подхода, базирующегося на исчислениях и использующего предписания типа «можно».

Комбинаторное порождение вариантов рекомендаций

Метод вариантного синтеза основывается на следующих предпосылках:

1. Консультируемую проблему (КП) можно описать с помощью сравнительно небольшого числа параметров. В простейшем случае КП можно представить состоящей из некоторого числа фрагментов разных типов, соединенных в определенном порядке, например из нескольких блоков. Блок каждого типа выполняет определенную функцию и одновременно рассматривается как параметр, характеризующий КП.
2. Каждый параметр может иметь несколько значений, т. е. фрагмент каждого типа (каждый блок) может существовать в виде нескольких модификаций, которые одинаковы с точки зрения выполняемой функции, но отличаются какими-либо существенными характеристиками, например размерами, стоимостью, временем задержки и т. п.
3. Существует способ оценки качества всей рекомендации, который при известных значениях параметров проблемы позволяет из группы рекомендаций выбрать одну или несколько лучших в некотором смысле.

Приведем примеры описания КП с помощью набора параметров. В качестве примера приводится схема сумматора, используемая в компьютере. Как известно, при сложении чисел с плавающей запятой нужно для выравнивания порядков сдвинуть вправо мантиссу одного из операндов, затем сложить мантиссы и после этого сдвинуть результат, если необходима его нормализация. В соответствии с этим устройство обработки мантисс некоторого гипотетического процессора

можно представить состоящим из трех блоков: блока сдвига вправо для выравнивания порядков, блока алгебраического сложения (сумматора) и блока сдвига влево для нормализации. Для упрощения примера не будем рассматривать возможность выполнения обоих сдвигов на одном сдвигателе.

Пусть по каким-то соображениям, связанным, например, с унификацией, разрешено использовать лишь ограниченное число вариантов освоенных в производстве сдвигателей и сумматоров. Назовем эти разрешенные к применению блоки *базовыми фрагментами.* Тогда группу базовых фрагментов каждого типа можно рассматривать как параметр и устройство сложения мантисс может быть описано тремя параметрами: П1—вид сдвигателя вправо, П2 — вид сумматора, ПЗ — вид сдвигателя влево. Число значений каждого параметра равно числу базовых фрагментов данного типа. Например, число значений П2 равно числу разрешенных к применению сумматоров.

В роли параметров не обязательно должны выступать сугубо материальные базовые фрагменты. Параметрами могут быть числовые и любые другие характеристики. Набор параметров должен лишь обеспечить возможность описания любых существенных различий между проблемами. Другими словами, *параметры — это любые свойства проблемы, позволяющие определить важные для клиента характеристики, по значению которых один вариант рекомендации отличается от другого.* Так, для трансформатора толщина листа и марка стали не являются конструктивными единицами, самостоятельно участвующими в операции сборки, но тем не менее их целесообразно рассматривать как параметры, которые существенно влияют на эксплуатационные характеристики готового изделия.

Если комбинировать значения параметров сформированных рекомендаций в различных допустимых сочетаниях, то можно получать различные варианты рекомендации, вычислять характеристики каждого полученного варианта рекомендации и продолжать комбинирование, пока не будет получена рекомендация, удовлетворяющая консультационному заданию (если она вообще может быть построена по данному принципу из существующих фрагментов). *В этом и заключается суть метода вариантного синтеза рекомендаций*. Простота метода позволяет реализовать его в виде компьютерной программы. Легко заметить, что метод базируется не на целенаправленной процедуре типа алгоритма, вычисляющего, какие именно фрагменты *нужно* использовать в каждом конкретном случае, чтобы удовлетворить конкретному заданию, а на исчислении, указывающем лишь, как *можно* комбинировать фрагменты, т. е. где

можно искать рекомендации. Оценку рекомендаций и выбор из них наиболее подходящих по заданным критериям программа производит сама. Разработчик программы имеет право не знать, для каких вариантов задания какая комбинация фрагментов окажется наилучшей. Это очень важно при большой сложности проблемы, т. е. при большом числе возможных вариантов рекомендаций.

2.3.5. Морфологический анализ

Широко распространено ошибочное мнение о том, что консультант имеет дело со значительным количеством всевозможных вариантов рекомендаций консультационной задачи и что все его неудачи связаны с трудностью или невозможностью проанализировать эти варианты и выбрать наиболее удачный. На самом деле консультанту не хватает вариантов рекомендаций для решения консультационной задачи, именно этим, чаще всего, можно объяснить неприемлемые рекомендации. На первый взгляд может показаться, что этот недостаток, трудно устранить. Однако и здесь теория консалтинга приходит на помощь.

В 1942 г. известный американский астроном, швейцарец по происхождению, профессор Ф. Цвикки разработал морфологический метод поиска новых технических решений (рекомендаций), основанный на систематическом изучении возможных вариантов объекта (рекомендаций), и назвал его методом морфологического ящика. *Морфология — это наука о строении объкта, а морфологический ящик — это таблица фрагментов, которые могут входить в состав объекта, т. е. таблица, отражающая строение объекта, его морфологию.* Основные принципы метода: всесторонний неупрежденный анализ явлении (проблемы); проведение исследования с самого начала и продолжение его даже тогда, когда все считают, что продвигаться вперед нет смысла; ничего не считать невозможным до тех пор, пока это не будет твердо доказано и всесторонне аргументировано.

Уровень формализации метода морфологического ящика невысок, поскольку метод был ориентирован на использование человеком и предназначен Ф. Цвикки для поиска принципиальных технических решений на начальных стадиях проектирования. Дальнейшие исследования методов консультирования и развития вычислительной техники привели к постановке задачи автоматического программного синтеза новых консультационных структур.

Излагаемый в данной книге метод вариантного синтеза рекомендаций можно рассматривать как дальнейшее развитие идеи морфологического ищика. Метод обладает высокой степенью

формализации и поэтому позволяет выполнять синтез новых рекомендаций целиком с помощью программы, без участия человека.
Последовательность проведения морфологического анализа:

1. Точная формулировка проблемы (задачи).
2. Составление списка всех характеристик, морфологических признаков проблемы (способа, изделия или устройства, вещества) .
3. Перечисление возможных вариантов поиска рекомендаций по каждой характеристике.
4. Анализ сочетаний рекомендаций.
5. Отбор лучших сочетаний рекомендаций.

При решении задачи выделяются два или большее число важнейших направлений поиска в зависимости от требуемых функций консультируемой проблемы или элемента. По каждому из функциональных направлений производится генерирование рекомендаций и составляется (как можно больший) перечень способов решения задачи, которые сводятся в морфологическую таблицу (матрицу) или карту. Для заполнения таблицы (матрицы) требуется очень мало времени. Основная трудность заключается в определении набора функций, которые должны быть осуществимыми для любого решения, независимыми друг от друга, охватывающими все аспекты проблемы и достаточно немногочисленными, с тем чтобы можно было составить матрицу, допускающую быстрое ее изучение.

Морфологический анализ — наиболее яркий пример системного подхода в консультировании. Он позволяет добиться систематического обзора возможных рекомендаций консультационной задачи, прогнозировать возникновение этих рекомендаций в будущем. Этот метод достаточно успешно может применяться при поиске новых рекомендаций в различных проблемных областях.

Построим морфологический ящик приведенного в качестве примера устройства сложения мантисс чисел с плавающей запятой. Пусть разрешено использовать два вида сдвигателей вправо — *А* и *В*, три вида сумматоров — α, β и γ и три вида сдвигателя влево, которые называются 1, 2 и 3. Тогда можно сказать, что параметр П1 имеет два значения — *А* и *В,* а параметры П2 и ПЗ — по три значения — α, β, γ и 1, 2, 3 соответственно.

При морфологическом анализе (изучении строения) какой-то проблемы иногда обнаруживается, что существуют варианты, в описании которых некоторый параметр вообще отсутствует. Например, в некоторых специализированных процессорах на вход блока сложения мантисс могут поступать числа, имеющие заведомо одинаковый порядок. В этом случае надобность в сдвигателе вправо отпадает вообще. Чтобы иметь возможность описывать и такие

варианты проблем, введем в списки значений параметров там, где это нужно, наряду с существующими значениями еще и пустое значение, которое символизирует полное отсутствие данного параметра в описании проблемы. В нашем примере будем полагать, что П1 кроме значений *А* и *В* имеет еще и значение *О,* т.е. пустое значение. Все сказанное представим в виде табл. 2.1, которую и будем называть морфологическим ящиком устройства сложения мантисс. Ящик имеет гнезда — П1, П2, П3 — по числу параметров. Имя гнезда и его номер совпадают с именем и номером соответствующего параметра.

Таблица 2.1

Морфологический ящик устройства сложения мантисс

П1. Сдвигатель вправо				П2. Сумматор					П3. Сдвигатель влево			
Значение параметра	Характеристики			Условие	Значение параметра	Характеристики			Условие	Значение параметра	Характеристики	
	$X1.1$	T	Q			$X2.1$	T	Q			T	Q
A	1	2	5	A или O	α	0	10	6	$X2.1$	1	4	6
B	0	4	2	$X1.1$	β	1	12	3	Не B	2	5	8
O	0	0	0	—	γ	1	18	2	$X1.1$ или $O\alpha$	3	7	4

Чтобы формализовать процедуру синтеза рекомендаций, классическая структура ящика, предложенная Ф. Цвикки, была модифицирована. В гнезда в дополнение к основному полю «Значение параметра» были добавлены еще два поля: «Условие» и «Характеристики». Роль добавочных полей будет ясна при дальнейшем рассмотрении.

Состав гнезд и правила выборки их содержимого выступают в роли исчисления, или формальной системы, т. е. позволяют описать множество возможных вариантов объекта. Если выбрать по одному значению параметра из каждого гнезда, то тем самым будет идентифицирована одна из мыслимых реализаций КП. Поскольку каждый вариант КП характеризуется вполне определенным и притом единственным сочетанием значений параметров, будем это сочетание использовать в качестве *имени* данного *варианта модели проблемы.* При этом можно использовать как сами названия значения параметров, так и порядковые номера этих значений: вариант $A\alpha$, или 111, вариант $O\beta 2$, или 322 и т. д.

В полях характеристик обратим внимание пока лишь на две характеристики — *Т* и *Q,* которые отражают в некоторых условных единицах время задержки и аппаратурные затраты каждого базового фрагмента (каждого значения параметра). Пользуясь этими данными,

оценочная программа может вычислить значения T и Q для любой заданной комбинации значений параметров, т. е. для любого заданного варианта КП.

Типичная задача, с которой сталкивается консультант по формированию рекомендаций по разработке логических схем функциональных узлов, формулируется приблизительно следующим образом: при заданном ограничении на время задержки (например, $T \leq 25$ в единицах табл. 2.1) сформировать рекомендации для синтеза устройства, имеющего минимальные аппаратурные затраты Q. Задача в принципе не меняется, если задать ограничение по Q и потребовать минимизации T. Одним из возможных способов рекомендации решения задачи является полный перебор всех вариантов, вычисление их характеристик T и Q и сравнение результатов. Этот метод описывается наиболее простой программой и, если вариантов не слишком много, то всегда гарантировано нахождение (формирование) наилучшей рекомендации. Кроме того, метод полного перебора обладает еще целым рядом ценных свойств, которые будут отмечаться по ходу изложения. Способам сокращения перебора для случаев, когда число возможных вариантов рекомендаций непомерно велико, будет посвящен специальный раздел, а пока будем полагать, что число вариантов рекомендаций не слишком большое, и можно использовать метод полного перебора. Практика показывает, что это допущение отнюдь не беспочвенно: при формировании рекомендаций синтеза логических схем многих массовых функциональных узлов (сумматоров, счетчиков, регистров, дешифраторов и т. п.) число реально перебираемых программой вариантов не превышает нескольких тысяч.

Заметим, что задача синтеза рекомендации, имеющей экстремальное значение какой-либо одной характеристики, например минимально возможную временную задержку, значительно проще, чем сформулированная выше задача клиента, поскольку при ее решении проблемы перебора вариантов не возникает. Самый быстродействующий объект получается, если из каждого гнезда морфологического ящика (табл. 2.1) выберем фрагмент, имеющий минимальное значение T. Если сдвигатель вправо не нужен, то таким объектом будет объект $O\alpha 1$, а если сдвигатель необходим, то объект $A\alpha 1$. Точно так же самыми экономичными устройствами будут объекты $O\gamma 3$ или $B\gamma 3$. Однако при консультировании какой-либо проблемы редко требуется получать эстремальные значения какой-либо одной характеристики в ущерб всем остальным, поэтому в качестве основной консультационной задачи мы будем принимать задачу, когда требуется минимизировать (максимизировать) значение

какой-либо одной характеристики не любой ценой, а при заданном ограничении по другой (или другим), характеристикам.

Характеристик, которые одновременно интересуют клиента, может быть и больше двух. Кроме времени задержки и числа корпусов микросхем клиента могут интересовать потребляемая мощность, стоимость и другие показатели. Однако при решении задачи синтеза рекомендаций методом полного перебора не имеет принципиального значения число характеристик, по которым ведется отбор. Поэтому для упрощения изложения и наглядности графиков в дальнейшем будем полагать, что есть лишь две существенные для клиентов характеристики: время задержки *T* и аппаратурные затраты Q.

Совокупность вариантов рекомендаций, порождаемых путем комбинирования различных значений параметров, удобно представлять в виде графа, показанного на рис. 2.3.

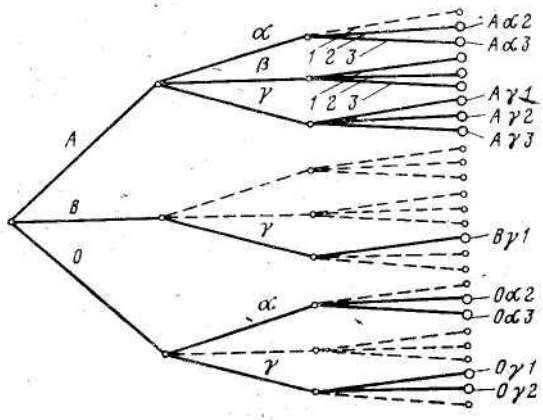


Рис. 2.3. Дерево синтеза вариантов рекомендаций.

Этот граф мы будем называть «деревом синтеза вариантов рекомендаций» и пока не будем различать сплошные и пунктирные ветви. Различным ярусам дерева синтеза соответствуют различные параметры, а ветвям, выходящим из узлов, — значения этих параметров. Тупиковые вершины (листья дерева) отображают различные возможные варианты рекомендаций. Процедуру построения какой-либо рекомендации, т. е. процедуру выбора значений всех ее параметров, можно представить как движение от самой левой корневой вершины к самой правой тупиковой, причем в каждой промежуточной вершине осуществляется выбор направления движения. Выбор может быть как случайным, так и закономерным.

Дерево синтеза содержит, по сути, ту же информацию, что и морфологический ящик, но консультанту работать с графом, если он не слишком велик, оказывается намного удобнее: на графе *уже* изображены все возможные комбинации параметров, а в ящике они лишь подразумеваются, и их надо строить «в уме». Однако в памяти ЭВМ множество вариантов рекомендаций удобнее хранить в виде морфологического ящика и прилагаемых к нему правил комбинирования базовых фрагментов, т. е. в форме исчисления. По сравнению с хранением возможных вариантов рекомендаций в виде полного списка это требует во много раз меньшего объема памяти и избавляет человека от утомительной работы по составлению вручную списка из тысяч вариантов рекомендаций.

2.3.6. Метод контрольных вопросов

В консультационном процессе с целью облегчения формирования рекомендаций можно использовать различные методы контрольных вопросов. Широко известны списки контрольных вопросов С.Чурюмова, Б. Жарикова, А. Осборна, Г. Буша, Д. Пойа и Д. Пирсона. Такие списки стали создаваться с середины 20-х годов прошлого века. Наиболее широкое распространение получил список, составленный англичанином Т. Эйлоартом. Автором настоящей работы был модифицирован этот список под формирование рекомендаций для решения консультационных задач по консультируемой проблеме. Консультант, отвечая на вопросы, содержащиеся в списке, может подойти к формированию рекомендаций по решению консультационной задачи. Таким образом задается программа поиска (формирования) рекомендаций по решению консультационной задачи.

Список вопросов, составленный Т. Эйлоартом и модифицированный А. Кононюком

1. Перечислите все качества, функции и определения консультируемой проблемы, измените их.
2. Ясно сформулируйте консультационные задачи, поищите новые формулировки, определите второстепенные и аналогичные задачи, выделите главные.
3. Перечислите недостатки существующих рекомендаций, их основные принципы, новые предположения рекомендаций.
4. Набросайте фантастические, биологические, экономические, химические, молекулярные и другие аналогии.
5. Постройте математическую, гидравлическую, электронную, механическую и другие модели консультируемой проблемы (модели точнее выражают рекомендацию, чем аналогии).
6. Рассмотрите различные виды материалов, энергии (газ, жидкость, твердое тело, гель, пена, паста; тепло, магнитная, электрическая

энергия, свет, сила удара и др.), различные длины волн, поверхностные свойства, переходные состояния (замерзание, конденсация, переход через точку Кюри), эффекты Джоуля—Томпсона, Фарадея и др.
7. Определите варианты рекомендации, зависимости, возможные связи, логические совпадения.
8. Узнайте мнения некоторых совершенно не осведомленных в данной проблеме людей.
9. Устройте групповое обсуждение, выслушайте каждую рекомендацию без критики.
10. Постоянно думайте о консультируемой проблеме (по пути на работу, на прогулке, за едой и т. д.).
11. Бывайте в стимулирующей обстановке (на свалках лома, в технических музеях, в магазинах дешевых вещей), читайте журналы, смотрите фильмы.
12. Составьте таблицу цен, технических характеристик, типов материалов и др. для разных решений задач по консультируемой проблеме; найдите пробелы в решениях или новые комбинации.
13. Определите идеальную рекомендацию, сформируйте возможную.
14. Видоизмените рекомендацию по решению задачи консультируемой проблемы с точки зрения времени (скорее, медленнее), размеров и др.
15. Определите альтернативные проблемы и системы, которые изымают определенное звено из цепи и таким образом создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужной рекомендации.
16. Установите, чья это проблема? Почему его? Кто первый это порекомендовал? История вопроса. Какие имеются ложные толкования этой проблемы? Кто еще решал консультационную задачу по этой проблеме? Чего он добился?
17. Найдите общепринятые граничные условия и причины их установления.

2.3.7. Стратегия семикратного поиска. Метод гирлянд, случайностей и ассоциаций

Оба метода разработаны в 1964 г. рижанином Г. О. Бушем и модернизированы А. Кононюком применительно к формированиям рекомендаций для решения консультационных задач по консультируемой проблеме. Они могут применяться при обучении методике консультирования начинающих консультантов. Отличительная особенность стратегии семикратного поиска — одновременное использование осознанно-логического и интуитивно-практического подходов. Главным методологическим средством

стратегии служит системология, охватывающая функциональный, структурный и исторический методы.

Стратегия семикратного поиска осуществляется путем выполнения семи последовательных стадий, на которые условно разделен консультационный процесс.

На **первой стадии** анализируются проблемная ситуация и общественные потребности. При этом просматривается вся необходимая информация (специальная и патентно-техническая) и формулируется в общем виде консультационная задача. При формулировании задачи следует избегать специфических терминов и всякого рода ограничений.

На **второй стадии** проводится анализ функций известных аналогичных консультируемых проблем и прототипа, составляется перечень оптимальных обязательных функций искомой системы рекомендаций и строится график функций, после чего определяются актуальная и главная функции.

На **третьей стадии** уточняется формулировка задачи с учетом анализа функций консультируемой проблемы.

На **четвертой стадии** формируются различные рекомендации.

На **пятой стадии** накладываются ограничения на сформированные рекомендации, видоизменяются варианты рекомендаций, с тем чтобы приспособить их к требованиям лимитов и ограничений.

На **шестой** и **седьмой стадиях** производится оценка вариантов рекомендаций, выбираются наиболее рациональные с целью решения задач по консультируемой проблеме.

На всех стадиях консультационного процесса формирования рекомендаций используются различные технические приемы. Исходя из опыта применения стратегии семикратного поиска при обучении слушателей, автор сделал следующие выводы:

- наиболее оригинальные и полезные рекомендации формируются при комплексном использовании осознано-логических и итуитивно-практических приемов поиска (формирования) рекомендаций;
- введенный в стратегию прием генезиса проблемной ситуации и консультационной задачи обладает высокими эвристическими свойствами, его применение полезно во всех случаях;
- вследствие действия закона спиралеобразного развития консультируемой проблемы сформированные рекомендации не исчезают и могут оказаться эффективными при более высоком уровне развития производительных сил, позволяющем совершенствовать старые идеи; в связи с этим нельзя признать достаточной принятую в патентоведческой практике границу ретроспективного поиска

информации с глубиной 5—15 лет; генезис проблемной ситуации целесообразно начинать с момента ее первоначального возникновения;

- консультационную задачу сначала следует поставить в общем виде без упоминания ограничений и лимитов, необоснованно сужающих пространство поиска (формирования) рекомендаций; ограничения допускаются после генерирования рекомендаций в процессе их превращения в конкретную схему рекомендаций;
- мысленные эксперименты консультанта имеют дискретную характеристику (подобно квантовым событиям), они осуществляются неоднократно повторяемыми циклами, в результате которых появляются альтернативные рекомендации, откорректированные с учетом опыта их формирования на предыдущих циклах;
- структура стратегии формирования рекомендаций консультационных задач в значительной мере определяется изменчивой структурой консультируемой проблемы или задачи.

Предложенный Г. О. Бушем и модернизированный А. Кононюком метод гирлянд случайностей и ассоциаций представляет собой своеобразную модификацию метода фокальных объектов. Он позволяет найти подсказк для решения консультационных задач посредством последовательно выполняемых этапов.

На **первом этапе** определяют фокальную проблему (находящуюся в фокусе внимания) и цель усовершенствования. Например, поставлена задача сформировать рекомендации по созданию новых, оригинальных стульев с целью расширения ассортимента выпускаемой мебели. Синонимами фокальной проблемы «стул» являются: кресло, табуретка, пуф. Все эти проблемы составляют гирлянду.

На **втором этапе** (например, с помощью энциклопедического словаря) выбирают вторую гирлянду случайных проблем: электролампочка, решетка, карман, кольцо, цветок, пляж.

На **третьем и четвертом этапах** получают комбинации синонимов рассматриваемой проблемы со случайными проблемами (например, стул с электролампочкой, решетчатый стул, стул с карманом, электрическое кресло и др.). После этого переходят к составлению списка характерных признаков случайных проблем, который может быть представлен в виде таблицы.

На пятом и **шестом** этапах выполняют генерирование рекомендации путем поочередного присоединения к фокальной проблеме и ее синонимам признаков случайных проблем. Например, присоединяя поочередно признаки электролампочки (случайная проблема) к гирлянде синонимов, можно получить следующие сочетания: стеклянный стул, прозрачное кресло, колбообразный пуф и др. После этого поочередно из признаков случайных проблем,

выявленных на четвертом этапе, генерируют гирлянды свободных ассоциаций. На последних четырех этапах осуществляют генерирование новых рекомендаций, их оценку и выбор рациональных вариантов рекомендаций. Среди множества, казалось бы, нелепых рекомендаций, как правило, всегда можно найти оригинальную и рациональную рекомендацию. Например, полученные выше сочетания позволяют порекомендовать кресло для лечения ревматизма, спасательный стул, кресло летчика, стул для космонавта и др.

Рассмотренный метод прост и в ряде случаев, как и метод фокальных проблем, дает неплохие результаты при поиске новых модификаций уже известных рекомендаций, способов, устройств. Он позволяет быстро найти новые оригинальные рекомендации по изготовлению товаров широкого потребления, сувениров, игрушек и др. Этот метод может широко применяться для развития творческого воображения, фантазии у слушателей консалтинговых школ.

Приведенную упрощенную модификацию метода гирлянд ассоциаций можно существенно расширить и усилить, использовав следующие дополнительные процедуры.

Метафорическое описание и анализ проблемной ситуации. Это генерирование дополнительной информации о консультируемой проблеме. Путем метафоризации ключевых слов — основных понятий о вещах, их свойствах и отношениях, связанных с консультируемой проблемой. Описание рассматриваемой и аналогичных проблемных ситуаций осуществляется посредством различных метафор:

а) бинарных метафор-аналогов (прилагательно-именных: «горькая чаша», «веселая байдарка»; глагольно-именных: «вздыхает домна», «колокольчик хохочет», именно-именных: «хмель победы», «пруд забот»);

б) бинарных метафор-катахрез, содержащих противоречение между именем существительным и прилагательным («правдивая ложь», «неграмотный писатель»);

в) метафор-загадок («сотни глаз мечут стог» — сито). Интерпретация метафорических описаний посредством их перевода в консультационные термины дает отражение одного фрагмента объективной действительности в другом, что обеспечивает возможность выводов по аналогии, чтобы получить новую информацию о консультируемой проблеме.

При выполнении этой группы консультационных процедур рекомендуется использовать классификатор метафор и методику генерирования метафор, а генерирование и интерпретацию их представлять по форме (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Генерирование и интерпретация метафор

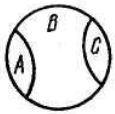
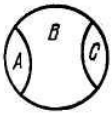
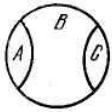
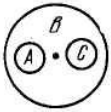
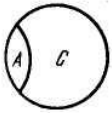
Ключевое слово	Вид метафоры			Интерпретация (пример)
	метафора-аналог	метафора-катахреза	метафора-загадка	
Мечта	Оракул души	Сон наяву	В уме все ясно, от глаз скрыто	Речь, язык, идеальная машина, звук, прогноз, идея
Пила	Челюсть дракона	Однорядные зубы	Скоро ест и мелко жует, сама не глотает и другим не дает	Кость, пламя, фасонная фреза, щековая дробилка, гидромонитор
Воздух	Невидимая среда	Материальный дух	Что топором не перерубишь?	Вакуум, спирт, пневмотранспорт, луч, тень, ветер, оценка
Тормоз	Ингибитор скорости	Активный реакционер	Сам не бежит и другим не дает	Сопротивление, ров, реактивная турбина, фенол, магнит, барьер
Маска	Провокационная личина	Очевидная тайна	Красный бес на лицо влез	Карикатура, луна, шифр, код, помада

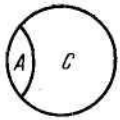
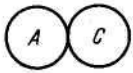
Построение этимологических и парадигматических гроздей понятий и их интерпретация. Это построение этимологических гроздей, включающих все производные от корней выбранных ключевых слов, а также построение вокруг ключевых слов парадигматических гроздей, включащих их синонимы, антонимы и нейтральные слова (табл. 2.3, 2.4).

Таблица 2.3

Построение этимологических и парадигматических гроздей

понятий

Эйлеров круг	Синоним	Нейтральное понятие	Антоним и конверсив
	Парный „стабильный“	Нейтральный „Индифферентный“	Противоположный „лабильный“
	Парный „выпуклый“	Отрицание противоположности „плоский“	Противоположный „вогнутый“
	Парный „недостаточность“	Эталон сравнения „достаточность“	Противоположный „избыточность“
	Парный „Черный“	Родовое понятие „цвет“	Противоположный „белый“
	Парный „Живой“	—	Противоречающий „мертвый“

Эйлеров круг	Синоним	Нейтральное понятие	Антоним и конверсив
	Непарный „органический“	—	Противоречающий „неорганический“
	Непарный „четный“	—	Противоречающий „нечетный
	Парный „взятие“	—	Конверсив „сдача“

Интерпретация этимологических и парадигматических гроздей понятий путем непосредственного осмысления их использования для нахождения новых рекомендаций в области консультируемой проблемы или опосредованного достижения той же цели с помощью перевода элементов гроздей понятий в аналогичные по значению консультационные термины. При этом консультируется все пространство аналогичных заданному ключевому слову значений от тождественных до противоположных, позволяющих выбрать в контексте консультационной задачи наиболее подходящие условные эквиваленты значений ключевых слов.

При выполнении этой группы консультационных процедур рекомендуется использовать тезаурус научно-технических консультационных терминов, тезаурус Роджета, словари синонимов, аналогий, антонимов и паронимов, типологическую матрицу элементов парадигматической грозди (табл. 2.3). В табл. 2.4 дан пример образования парадигматической грозди понятия «свободный».

Таблица 2.4

Построение этимологических и парадигматических гроздей понятий

Построение и интерпретация гроздей и гирлянд метафор. Уточнение и дополнительный выбор наиболее важных для поиска рекомендации задачи понятий — ключевых слов. Построение вокруг каждого ключевого слова гроздей метафор различного вида (см. табл. 2.2), охватывающих его семантическое окружение, состоящее из слов, вступающих с ним в валентные отношения, т. е. имеющих с ним семантические, грамматические или лексические связи. Построение гирлянд однородных ассоциаций по типу «ключевое слово — первая ассоциация — вторая ассоциация и т. д.» или по типу «ключевое слово —первая ассоциация — первая интерпретация — вторая ассоциация — вторая интерпретация и т. д.». Интерпретация всех построенных гроздей и гирлянд ассоциаций и генерирование на этой основе принципов решения задачи. При этом происходит селекция и расшифровка частичных эхообразных отражений ключевых понятий, представляющих их отдаленные семантические аналоги, эмоционально окрашенные специфическим тембром.

При выполнении этих процедур рекомендуется также использовать классификатор метафор**,** методику генерирования метафор и строить табл. 2.2 генерирования и интерпретации метафор. На рис. 2.4 схематически показано соотношение полей валентных отношений слова, а на рис. 2.5 — типы различных гирлянд, которые можно строить. Здесь приняты следующие обозначения: КС — ключевое слово; $a,..., g$ — последовательно генерируемые ассоциации; АР —

ассоциации рода; АВ — ассоциации вида; М — метафоры одного вида; $М_1$, $М_2$, ... — метафоры различных видов.

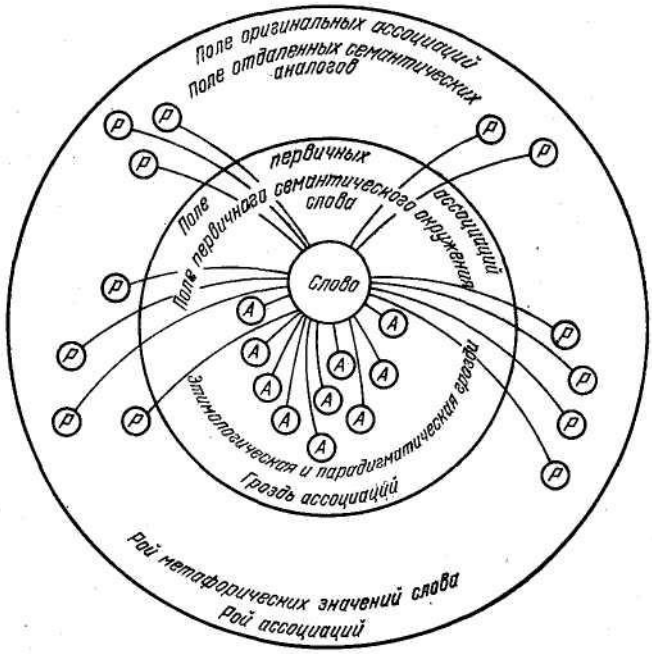


Рис. 2.4. Соотношение полей валентных отношений слова

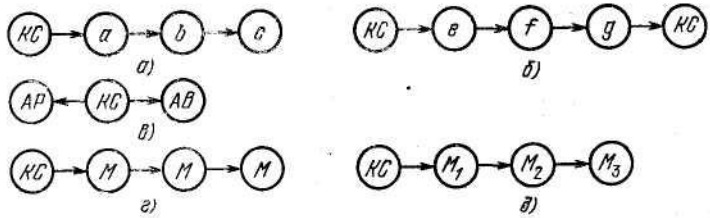


Рис. 2.5. Типы гирлянд:
а — свободных (случайных) ассоциаций; б — детерминированных ассоциаций между заданными ключевыми словами; *в* — ассоциаций родовых и видовых понятий; *г* — метафор одного вида; *д* — метафор различных видов

При реализации метода гирлянд ассоциаций и метафор можно использовать ЭВМ для хранения необходимых тезаурусов, словарей и метафор, выбора необходимых слов и метафор, построения гирлянд и т. д.

Метод гирлянд ассоциаций и метафор можно использовать при разработке человеко-машинных программ (поиска новых рекомендаций определенного класса консультируемых проблем) как для самостоятельного использования, так и для включения в подсистемы поиска рекомендаций. Этот метод можно также использовать в формировании информационных массивов при расширении множества рекомендаций.

2.4. Обобщенный эвристический метод формирования рекомендаций

2.4.1. Вводные замечания

Нами был проведен анализ различных эвристических методов поиска (формирования) новых рекомендаций, предназначенных для квалифицированного консультанта. Этот анализ позволил установить, что:

— каждый метод можно разделить на определенное число последовательных этапов, предназначенных для формирования рекомендаций решения отдельных консультационных подзадач по поиску и обработке информации, а каждый этап содержит некоторый набор консультационных процедур для обработки информации;

— во многих методах присутствуют одинаковые или близкие (в содержательном смысле) консультационные этапы и консультационные процедуры;

— в большинстве методов существует некоторый инвариантный порядок следования консультационных этапов и консультационных процедур;

— в ряде методов используются информационные фонды, облегчающие поиск необходимых сведений и получение новых рекомендаций.

Перечисленные свойства дают основание для обобщения эвристических методов и создания обобщенного эвристического метода. Представляют интерес следующие аспекты его использования.

1. В первую очередь его целесообразно использовать как методическое пособие для составления специализированных эвристических методов, ориентированных на определенный класс

консультируемых проблем. Специализированный метод (по сравнению с обобщенным) становится проще и эффективнее за счет исключения ряда консультационных процедур и использования более узкоориентированных информационных фондов.

2. Обобщенный эвристический метод и получаемые с его помощью специализированные эвристические методы представляют собой хорошую эвристическую и алгоритмическую основу для разработки человеко-машинных программ поиска существующих или формирования новых более рациональных рекомендаций. Эти программы можно использовать как самостоятельные эвроритмы, а также включить в пакет прикладных программ подсистемы поискового консультирования.

3. С помощью обобщенного метода можно улучшать известные эвристические методы поиска новых рекомендаций, а также получать модификации известных эвристических методов. При этом производная модификация оказывается эффективнее своего оригинала. Это объясняется тем, что в обобщенном методе большинство консультационных процедур и информационных массивов дополнено рекомендациями из других методов или специальными разработками, что обогащает и усиливает получаемые модификации известных методов.

4. Обобщенный метод можно также непосредственно использовать для решения задач поискового консультирования. Особенно это имеет смысл делать при решении отдельных консультационных задач, когда нецелесообразна предварительная разработка специализированного метода.

5. Обобщенный метод может служить методическим пособием по подготовке и переподготовке консультантов. При этом его необходимо дополнять примерами консультационных задач.

Следует заметить, что разработка обобщенного эвристического метода выполнялась на эмпирическом уровне для получения практически полезной и негромоздкой методики составления специализированных эвристических методов. В связи с этим в излагаемую редакцию обобщенного метода включены только наиболее широко распространенные и действенные консультационные этапы и процедуры. В дальнейшем целесообразно проводить специальные методологические исследования по научно обоснованному обобщению эвристических методов и установлению полного набора и иерархии консультационных этапов и процедур обработки информации при решении различных консультационных задач и подзадач поиска новых рекомендаций.

2.4.2. Структура и процедура метода

Формирование или поиск новых более эффективных рекомендаций — это, прежде всего, процесс подготовки и обработки консультационной информации, с помощью которой синтезируют новую информацию в виде сформированных рекомендаций, используемых при решении задач по консультируемым проблемам, которыми могут быть различной природы объекты и процессы. В связи с этим обобщенный эвристический метод представляет собой как бы описание такого консультационного процесса, условно разделенного на семь этапов, существенно отличающихся целевым назначением. Каждый этап состоит из нескольких процедур подготовки и обработки информации, которые отличаются однородностью выполняемых функций.

Значительной и весьма важной составной частью обобщенного метода являются следующие информационные фонды:

Ml — фонд функциональных элементов;

M2 — фонд сформированных рекомендаций рассматриваемого класса проблем, включающий отдельный массив M2A описаний наиболее характерных (часто используемых) рекомендаций;

M3 — список требований, предъявляемых к рассматриваемому классу рекомендаций;

M4 — фонд методик, перспективных для формирования новых рекомендаций;

M5 — фонд консультационных процессов, которые можно использовать при формировании рассматриваемого класса рекомендаций;

M6 — фонд эвристических приемов;

M7 — фонд рекомендаций ведущего класса проблем;

M8 — методы оценки и выбора вариантов рекомендаций.

Фонды Ml, M6, M8 в большой мере универсальны и мало зависят от рассматриваемого класса проблем. Остальные фонды более специализированные и зависят от класса проблем.

На рис. 2.6 приведена схема обобщенного эвристического метода, где указаны названия этапов, число процедур в каждом этапе и информационные фонды.

Результаты обработки информации по рекомендациям каждой процедуры должны соответствующим образом документироваться в виде текстового описания, списка, графической схемы и т. д.

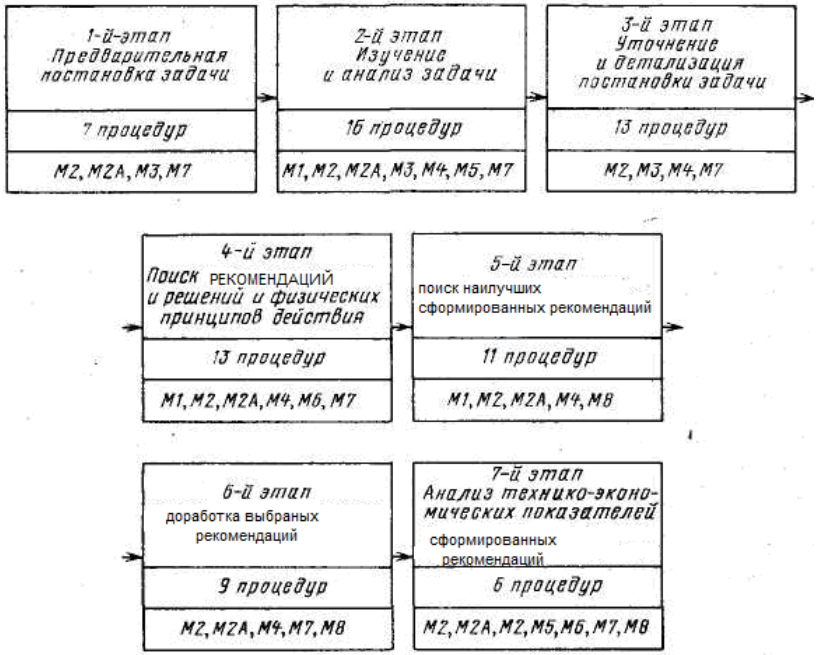


Рис. 2.6. Схема обобщенного эвристического метода

Документированная информация обычно много раз используется при выполнении других процедур. Поэтому почти в каждой процедуре после ее наименования указывается используемая информация, полученная с помощью предыдущих процедур или из информационных фондов. Процедуры, отмеченные звездочкой, являются основными, их рекомендуется использовать при решении любой консультационной задачи, остальные процедуры используются в зависимости от наличия времени, специфики задачи и требуемой глубины ее проработки.

1-й этап — предварительная постановка задачи. Назначение этапа — качественная и количественная формулировка функции консультируемой проблемы, сопоставление этой функции с возможностями существующих близких по функциям проблем и выявление неудовлетворенных компонент функции; последние представляют собой список недостатков функционально близких проблем или список целей решения задачи. В данном случае

формулировка функции отражает потребность в консультировании проблемы.

1.1. *Сформулируйте функцию проблемы на качественном уровне.* Определение функции проблемы и примеры формулировки функций на качественном уровне даны в п. 2.4.3.

1.2*. *Сформулируйте функцию проблемы на количественном уровне* (1.1, М3). Качественно описанным в п. 1.1 компонентам функции *C*, *G*, *H* теперь дают подробную количественную характеристику. Например, если консультируемая проблема представлена объектом, например, ленточным транспортером, то функция ленточного транспортера (см. табл. 2.5) будет иметь следующую количественную формулировку: «Транспортировка со скоростью 2 м/мин круговых цилиндров диаметром 80 мм, длиной 160 мм, массой 7,2 кг на расстояние 32 м и с высотой подъема 6 м».

1.3*. *Выберите рекомендацию по решению задачи консультируемой проблемы, в наибольшей мере удовлетворяющие сформулированной функции* (1.2, М2, М2А, М7). Сопоставьте количественные характеристики сформулированной функции с показателями решенных проблем, функционально близких к консультируемой проблеме; в результате выбирают рекомендации, которые наиболее удовлетворяют решению задач консультируемых проблем. Если при этом будет найдена решенная задача по консультируемой проблеме с необходимой функцией, то решение задачи можно прекратить или перейти к п. 6.1.

1.4*. *Составьте список недостатков существующих решенных задач по консультируемой проблеме* (1.2, 1.3, М3). Для каждой функционально близкой проблеме составьте список показателей, которые не соответствуют сформулированной функции, и дайте количественную оценку каждому несоответствию. Перечень таких несоответствий вместе с их количественной характеристикой будем называть списком недостатков проблемы.

1.5*. *Составьте предварительную формулировку задачи* (1.2—1.4). Имеется два варианта. Требуется:

а) улучшить показатели выявленных функционально близких проблем, чтобы устранить их недостатки. При этом устранение недостатков будем одновременно считать целями решения задачи;

б) найти принципиально новые рекомендации по решению задач консультируемой проблемы, удовлетворяющие количественному описанию функции.

1.6. *Сформулируйте задачу без специальных терминов* по следующей схеме:

1) существует проблема (указать основные функциональные элементы проблемы);

2) элемент (указать какой) при условии (указать каком) дает нежелательный эффект (указать какой);

3) требуется сформировать рекомендации по устранению этого эффекта.

Второй вариант такой формулировки задачи можно выполнить, заменив специальные термины их синонимами из тезауруса терминов и различных словарей. Формулировка задачи без традиционных специальных терминов облегчает преодоление психологических барьеров в процессе ее решения.

2-й этап — изучение и анализ задачи. Назначение этапа — изучение истории консультационной эволюции и тенденций в решении рассматриваемого и функционально близких классов консультируемых проблем для выявления возможности усиления отдельных показателей функции; проводится ранжирование и комбинирование списка недостатков консультируемых проблем и выявляются причины возникновения недостатков; оцениваются условия и актуальность решения задачи; поставленная задача рассматривается как часть вышестоящей по иерархии задач с целью поиска других постановок задачи.

2.1. *Составьте дерево консультационной эволюции рассматриваемого класса проблем* (1.3, М2, М2А). Дерево должно включать историю решения задач консультируемых проблем от возникновения до настоящего состояния. Особое внимание в каждом этапе эволюционного дерева уделяется описанию отличий новой рекомендации от прототипа.

2.2. *Выявите тенденции решения задач по рассматриваемому классу проблем* (1.3, 2.1, М2, М2А) путем различного рода исследований**.**

2.3. *Соберите и изучите сведения о прогнозах решения задач консультируемого класса проблем.*

2.4*. *Определите основные факторы, решающим образом влияющие на решение задач консультируемого класса проблем* (1.1, 1.2, 1.4, 2.1—2.3, М2, М2А). Установите, какие причины заставляли каждый раз создавать новую модификацию проблемы.

2.5. *Определите основные факторы, влияющие на решение задач характерного класса проблем* (М7). Характерный класс проблем определяется функциональной близостью к рассматриваемому классу. Например, проблемы в авиастроении представляется ведущим классом по отношению к проблемам в автомобилестроении, проблемы в космической технике — по отношению к проблемам в авиастроении,

проблемы в машиностроении —по отношению к проблемам в строительстве.

2.6*. *Определите возможности усиления отдельных характеристик функции* (1.2—1,4, 2.1—2.5, Ml, M2A, M3, M4, M7). Здесь в основном изучается возможность улучшения характеристик в аспекте решения задач консультируемой проблемы путем улучшения отдельных характеристик функции. В результате получают уточненные количественные характеристики по пп. 1.2—1.4 и соответственно усиленная формулировка задачи.

2.7*. *Проведите ранжирование недостатков* (1.4, 2.6) с точки зрения степени важности их устранения и получите ранжированный список недостатков проблемы. Выделите самые важные недостатки, устранение которых будем считать главными целями решения задачи.

2.8. *Проведите ранжирование недостатков* (1.4, 2.6, 2.7) с точки зрения трудности их устранения.

2.9. *Выявите причины возникновения недостатков в консультируемых проблемах* (1.3, 1.4, 2.6—2.8). Сопоставьте каждый недостаток и причины его возникновения. Попытайтесь ответить на вопрос, можно ли исключить недостаток, устранив причины его возникновения. Скорректируйте постановку задачи, учитывая устранение причин недостатков.

2.10*. *Изучите возможности комбинирования целей решения задачи* (1.4, 1.5, 2.6—2.8), что позволит выделить взаимоусиливающие, взаимопротиворечивые и взаимонезависимые цели. Выделите наиболее перспективные комбинации целей.

2.11*. *Проверьте реальность постановки задачи* (1.5, 2.6, 2.9, Ml, M2, M4, M5, M7) на требуемом уровне решения задачи консультируемой проблемы с учетом современного уровня развития науки, техники, производства, технологий и др. Предварительная оценка физической, технической и технологической осуществимости сформированных рекомендоций про решению задач консультируемой проблемы предупреждает ненужную трату ресурсов на безуспешные попытки решения задачи.

2.12. *Изучите условия достижения целей* (1.4, 1.5, 2.1—2.11) *и выделите благоприятные и неблагоприятные факторы, способствующие или мешающие достижению целей*. К ним относятся психологические, этические, юридические, эргономические, экологические и другие факторы, влияющие на решение задачи консультируемой проблемы. Следует выяснить, нет ли факторов, исключающих или запрещающих решение задачи.

2.13*. *Постройте иерархическую систему* (1.1, 1.2, 1.4, 2.6), в которой выделите в качестве отдельных элементов консультируемую проблему (задачу) и другие с ней смежные объекты, включая другие проблемы. Установите связи консультируемой проблемы со смежными проблемами и проверьте соответствие этих связей по основным параметрам.

2.14*. *Проверьте возможность удовлетворения потребности путем внесения изменений в смежные проблемы* (1.2, 1.4, 2.6, 2.13). Проведите технико-экономическое сравнение первоначальной постановки задачи (1.4, 2.6) с задачами внесения изменений в смежные проблемы. Если задача изменения смежных проблем более эффективна, то проработайте ее по пп. 1.1 —1.5, 2.1—2.11.

2.15. *Оцените степень актуальности поставленной задачи в настоящее время и в обозримом будущем* (1.2, 1.4, 1.5, 2.6, 2.13, 2.14, М2, М2А, М4, М5, М7). Рассмотрите решение задачи в историческом развитии всей проблемы или области техники, к которой относится задача. Возможны три ситуации:

а) решение задачи значительно опережает темпы развития рассматриваемой области техники и в настоящее время в целом не улучшает консультируемую проблему;

б) степень актуальности соответствует требованиям комплексного прогрессивного развития рассматриваемой проблемной области;

в) поставленная задача остро актуальна, поскольку ее решение устраняет «узкое место» в рассматриваемой области проблем. В случае а) часто целесообразно отказаться от решения задачи, а в случае в) решение крайне необходимо.

2.16*. *Составьте представление о предельно совершенной рекомендации рассматриваемого класса проблем* (1.1, 1.2, 1.4, 2.1—2.6,-2.13, 2.14, М2, М2А, М7). Назовем ***предельно совершенной рекомендацией*** такую, которая позволяет при очень (или ничтожно) малых затратах выполнять заданную функцию. Предельно совершенная рекомендация обычно характеризуется или значительно более высоким КПД, или весьма высоким отношением числа или размеров основных функциональных элементов ко всей проблеме, или предельно высоким значением других важнейших показателей, или даже реализацией сформулированной функции без создания и использования специальных технических средств и т. п.

Предельно совершенная рекомендация — понятие не строго определенное. Поэтому почти для каждого класса проблем можно сформулировать свою предельно совершенную рекомендацию, которая могла бы служить объективным ориентиром в направлении решения консультационных задач этого класса консультируемых проблем. Для

более правильного определения предельно совершенной рекомендации рекомендуется изучить историю консультационной эволюции рассматриваемого класса проблем (пп. 2.1, 2.2), прогнозы (п. 2.3) и, экстраполируя выявленные тенденции, составить о ней представление. При этом может оказаться несколько вариантов предельно совершенной рекомендации.

3-й этап — уточнение и детализация постановки задачи. Формулировки задачи, которые были получены в пп. 1.5, 1.6, 2.6, 2.9, 2.14, включают чаще всего только основные функциональные требования к решению задач консультируемой проблемы. Эти требования не учитывают ряда факторов, обеспечивающих в итоге эффективность решения задач консультируемой проблемы. Поэтому на 3-м этапе составляется по возможности полный список требований, который представляет собой консультационное задание на формирование рекомендаци по решению задач консультируемой проблемы. Этот список включает эксплуатационные, конструктивные, технологические, ремонтные, экономические, эргономические, социальные и другие группы требований с их количественной оценкой. Кроме того, на этом этапе изучаются взаимосвязи между отдельными требованиями.

3.1*. *Составьте список требований к задачам консультируемых проблем, наиболее удовлетворяющим сформулированной функции* (1.2, 1.3, М3). При составлении такого списка рекомендуется анализировать функции консультируемой проблемы до уровня основных узлов, для каждого из которых формулируются функции, которые одновременно можно интерпретировать как требования к формированию рекомендаций. Список требований можно также заимствовать из консультационного задания на формирование рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

3.2*. *Составьте список требований к формируемым рекомендациям* (1.2, 1.4, 2.6, 2.9, 2.14, М3). При этом также рекомендуется использовать анализ функций проблемы.

3.3. *Сравните список требований с показателями ведущего класса проблем* (2.5, 3.2, М7) и дополните список требований в п. 3.2, что позволит повысить качество формируемых рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы.

3.4. *Выделите требования, которые заведомо нельзя менять при решении задачи* (1.2, 1.4, 2.4, 2.6—2.8, 2.11—2.14, 3.1—3.3, М2, М3). Такие требования можно жестко обусловить сравнением с другими рекомендациями, стандартами и нормалями. Кроме того, есть ряд ограничений, которые имеют устойчивые значения параметров. Установите причину их устойчивости.

3.5. *Выявите путем анализа и экспертных оценок ложные требования и исключите их из списка* (3.1— 3.4). В большинстве случаев ложные или лишние требования возникают из-за субъективного отношения к задаче, инерции мышления, психологических барьеров и т. д. Оцените возможность нарушения незыблемости требований, выделенных в п. 3.4. Внесите изменения в список требований.

3.6*. *Выделите главные требования к формированию рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы* (1.2, 2.2—2.6, 2.15, 3.2, 3.3), которые обычно соответствуют ее основной функции, и внесите поправку в эти требования и связанные с ними показатели с учетом времени решения задач консультируемой проблемы.

3.7. *Выделите новые требования* (1.3, 3.1—3.3, М3), которые не имели места в решенных близких проблемах.

3.8. *Определите входные и выходные параметры консультируемой проблемы* (1.2, 2.13, 2.14, 3.2, М2, М4, М7) и накладываемые на них численные ограничения с учетом настоящего и будущего времени. Часто входные и выходные параметры должны предусматривать разрвыв в некоторых пределах, отодвигающих срок появления новой проблемы

3.9. *Выявите функциональные связи между входными и выходными параметрами* (3.8). Выразите их математически или алгоритмически. Проверьте необходимость внесения изменений в заданные значения входных и выходных параметров.

3.10. *Рассмотрите входные параметры как выходные предыдущей смежной проблемы, а выходные как входные параметры последующей проблемы* (2.13, 2.14, 3.8, 3.9). Уточните полноту и значения входных и выходных параметров. На основе пп. 3.8—3.10 дополните список в п. 3.2.

3.11*. *Выявите противоречия улучшения сформированных рекомендаций* (1.2, 1.4, 2.6—2.14, 3.2—3.5). Эти противоречия возникают тогда, когда улучшение одних показателей (требований) рекомендаций приводит к нежелательному изменению других ее показателей или окружающей среды, включая другие рекомендации и человека. Для выявления противоречий улучшения рекомендуется построить прямоугольную матрицу, в которой по вертикали необходимо перечислить список требований, а по горизонтали — тот же список требований и список факторов окружающей среды. Далее для каждого улучшаемого требования в матрице отмечаются ухудшаемые другие требования и факторы среды.

3.12. *Изобразите графически противоречия улучшения рекомендаций* (3.11). Для этого по одной оси рекомендуется отложить

значения улучшаемого показателя, а по другой (совмещенной оси) — значения ухудшаемых показателей и факторов; обозначить области недопустимых изменений показателей.

3.13. *Выберите наиболее важные для решения задачи и трудноустранимые противоречия улучшения* (2.7, 2.8, 3.11**,** 3.12).

4-й этап — поиск рекомендаций, решений и физических принципов действия. Цель этапа — синтез расширенного множества новых рекомендаций и физических принципов действия, из которых затем предстоит выбрать наилучшую рекомендацию. Используемые здесь понятия рекомендации и физического принципа действия определены ранее. Все процедуры этого этапа, кроме 4.9—4.12, рекомендуется использовать по следующей методике:

— изучается задача и информация, указанная в процедуре, а также полученная в результате обработки (по пп. 1.2, 1.4—1.6, 2.6—2.10, 3.2—3.7, 3.11, 3.12);

— на основе этой информации из массива М6 выбираются эвристические приемы, которые, по мнению консультанта, могут оказаться полезными при решении задачи;

— выбранные из М6 приемы используются для решения задачи, и одновременно составляется перечень возникших идей и рекомендаций с краткой текстовой или графической характеристикой. При этом не рекомендуется сразу жестко критиковать и оценивать сформированные рекомендации с точки зрения сформулированного списка требований. Однако в этом предварительном отборе исключаются наиболее тривиальные, бессмысленные и явно бесперспективные идеи и рекомендации.

4.1*. *Преобразуйте в искомую рекомендацию наиболее близкие решения задач консультируемой проблемы* (1.3, 2.2, 2.4, М2, М4).

4.2*. *Попытайтесь преобразовать в искомую рекомендацию лучшие реализованные рекомендации* (М2А, М4).

4.3*. *Попытайтесь преобразовать в искомую рекомендацию предельно совершенную реализованную рекомендацию* (2.16, Ml, М4), используя различные физические эффекты и дополнения ее крайне необходимыми элементами.

4.4. *Попытайтесь преобразовать в искомую рекомендацию прогнозируемые рекомендации* (2.3, Ml, М4).

4.5. *Попытайтесь преобразовать в искомую рекомендацию аналогичные рекомендации из консультационного класса проблем* (2.5, М4, М7).

4.6. *Попытайтесь преобразовать в искомую рекомендацию старые практически используемые рекомендации или в свое время отброшенные, забытые рекомендации* (2.1, 2.2, М2, М4).

4.7*. *Попытайтесь изменить вышестоящую по иерархии рекомендацию* (2.13, 2.14), чтобы не фомировать новую рекомендацию или существенно ее упростить.

4.8. *Попытайтесь решить задачу, устранив причины возникновения недостатков прототипов* (2.9, Ml).

4 9. *Используйте методы морфологических таблиц* (1.4, 1.5, 2.6, 2.9, 2.10, 2.14, 3.1—3.3, 3.6, 3.11, 3.12, М2, М2А, М4, Мб, М7) для проверки полноты сформированных рекомендаций. Методы морфологических таблиц и рекомендации по их применению изложены выше. При этом в качестве заголовков морфологических таблиц рекомендуется брать функции основных элементов, полученные в пп. 3.1, 3.2.

4.10*. *Сформулируйте новые физические принципы функционирования проблемы и ее основных элементов* (1.4, 1.5, 2.6, 2.9, 2.10, 2.14, 3.1—3.3, 3.6, 3.11, 3.12, Ml, М2, М2А, М4, М7). Берется структура проблемы в виде ее функциональных элементов и из массива Ml выбирают функциональные элементы, с помощью которых можно реализовать работу основных функциональных элементов. Следует заметить, что и при выполнении процедур 4.1—4.9 часто синтезируют новые физические принципы действия.

4.11. *Используйте метод гирлянд ассоциаций и метафор* (см. выше).

4.12*. *Комбинируйте идеи* (4.1—4.11). Попробуйте сначала попарную комбинацию всех сформированных рекомендаций и физических принципов действия и выберите из них взаимоусиливающие и взаимоулучшающие. Затем к выбранным парам попытайтесь присоединить третью (четвертую и т. д.) усиливающую идею (рекомендацию). Попытайтесь комбинировать сразу по несколько идей (рекомендаций).

5-й этап — выбор наилучших сформированных рекомендаций. Назначение этапа заключается в разностороннем анализе и оценке всех сформированных рекомендаций (в том числе сформированных на основе новых физических принципов действия) для выбора небольшого числа наилучших вариантов рекомендаций. Выполнение процедур этого этапа сопровождается консультативной проработкой, уточнением графических эскизов и схем, численными оценками и математическим моделированием рассматриваемых рекомендаций или экспериментальными проверками.

5.1. *Проверьте сформированные рекомендации на физическую осуществимость (реализуемость)* (Ml) и выделите допустимые рекомендации.

5.2. *Проверьте рекомендации на технологическую осуществимость (реализуемость)* (7.1, М5). Следует иметь в виду, что некоторые в настоящее время технологически не реализуемые, но особо эффективные рекомендации следует оставить для патентования и изучения возможности разработки соответствующей технологии.

5.3*. *Проверьте оставшиеся рекомендации на их соответствие основным требованиям* (1.2, 2.7, 3.6, 5.1, 5.2-, М4, М8); выделите рекомендации, удовлетворяющие этим требованиям.

5.4. *Проведите классификацию вариантов рекомендаций* (5.3) по физическому принципу действия, основным конструктивным, технологическим, эксплуатационным или другим признакам. Это позволит в дальнейшем проводить групповую обработку рекомендаций.

5.5*. *Выберите наиболее экономичные варианты* (5.3, 5.4, М8), позволяющие решать задачу при минимальных затратах: материалов, эксплуатационных, технологических и т. п.

5.6. *Выберите рекомендации, которые по основным показателям не ниже лучших реализованных рекомендаций* (5.3, 5.4, М2А, М8).

5.7. *Выберите рекомендации, в которых возможна наибольшая доля стандартных рекомендаций и их элементов* (5.3, 5.4, М2, М4).

5.8*. *Выберите рекомендации, наиболее полно реализующие сформулированную функцию, главные цели и требования* (1.2, 2.6, 2.10, 3.6, 5.3, 5.4, М8).

5.9*. *Выберите рекомендации, наиболее полно устраняющие главные противоречия улучшения функционирования проблемы* (3.11—3.13, 5.3).

5.10. *Выберите рекомендации, требующие минимального или значительного изменения в смежных проблемах* (2.13, 2.14, 3.10, 5.3, 5.4, М8). Такие рекомендации часто представляют наибольший интерес для анализа и последующего выбора наилучших рекомендаций.

5.11*. *Выберите наилучшие рекомендации на основе анализа результатов* по пп. 5.5—5.10. Рекомендуется окончательно отобрать не более 10 вариантов, так как при большем количестве затрудняется по времени и трудоемкости дальнейшая конструктивная доработка.

6-й этап — доработка выбранных рекомендаций. Цель этапа — более детальная проработка выбранных в п. 5.11 рекомендаций, их дальнейшее улучшение, экспериментальная или опытная проверка.

6.1*. *Проверьте наилучшие рекомендации на их соответствие полному списку требований* (3.2, 3.3, 3.5, 5.11). Выделите рекомендации, удовлетворяющие и не удовлетворяющие полному списку требований.

6.2*. *Преобразуйте недопустимые рекомендации в допустимые* (6.1, М4). Для этого рекомендуется использовать процедуры 4-го и 5-го этапов, рассматривая недопустимые рекомендации и их элементы как прототипы.

6.3*. *Попытайтесь улучшить допустимые функциональные узлы* (6.1, 6.2, М4) во всех наилучших допустимых рекомендациях, используя также процедуры 4-го и 5-го этапов. Составьте уточненный список наилучших рекомендаций.

6.4. *Определите возможные изменения в смежных проблемах всего комплекса, включающего консультируемую проблему* (2.13, 2.14, 3.10, 6.3). Попытайтесь снизить затраты на эти изменения, используя процедуры 4-го и 5-го этапов.

6.5. *Определите оптимальные значения основных параметров наилучших рекомендаций* (6.3, 6.4). При этом рекомендуется использовать специальные методы оптимизации.

6.6. *Проведите ранжировку наилучших рекомендаций* (6.3—6.5, М8) по степени эффективности, достижения главной цели и т. д. Для более точного построения последовательности от самой лучшей рекомендации до худшей рекомендуется использовать методы экспертных оценок, квалиметрического анализа и другие, указанные в М8.

6.7. *Разработайте консултационную документацию наилучших рекомендаций* (6.6).

6.8. *Проведите экспериментальную или опытную проверку наилучших рекомендаций в порядке ранжировки* (6.6, 6.7).

6.9. *Выявите недостатки рекомендаций после экспериментальной (опытной) проверки* (6.8). Устраните выявленные недостатки. Если выявленные недостатки существенны и при этом не очевидны пути их устранения, то рекомендуется снова использовать процедуры 4-го и 5-го этапов.

7-й этап — анализ технико-экономических показателей сформированных рекомендаций и оценка перспектив их реализации.

7.1*. *Оцените ожидаемый эффект от использования сформированных рекомендаций* (1.2, 1.5, 2.12, 2.14, 2.15, 3.1—3.3, 3.6, 3.13, 6.5—6.9, М2, М2А, М8, М7). Оценка производится по различным показателям в относительных величинах по сравнению с существующими наилучшими практически используемыми решенными проблемами.

7.2. *Оцените перспективность сформированных рекомендаций* (1.2, 1.5, 2.2—2.6, 2.11—2.16, 3.2, 3.3, 3.6, 3.13, 5.5—5.10, 6.5—6.9, 7.1, М2, М2А, М5, М8, М7). Ответьте на вопрос: как и в какой мере

сформированные рекомендации изменят существующую ситуацию в консультируемой проблеме, создадут ли новые возможности для удовлетворения существующих потребностей, создадут ли новые потребности и новые трудности.

7.3*. *Определите область практического применения сформированных рекомендаций в рассматриваемой области проблем* (2.2—2.4, 2.12—2.15, 3.2, 3.7, 5.5—5.10, 6.5, 6.6, 7.1, 7.2) *в настоящем и в будущем*. Оцените объемы реализации новых рекомендаций.

7.4. *Определите область применения аналогичных рекомендаций в ведущей и других проблемных областях* (1 3 2.5, 3.1, 3.3, 5.5—5.10, 6.5—6.9, 7.1—7.3, М7) *в настоящее время и в будущем*. Оцените также объем реализации новых рекомендаций. Для более полного охвата возможных приложений рекомендуется использовать стандарты и тезаурусы отраслевой терминологии, классификаторы патентных описаний, ключевые слова библиографических описаний и т. д.

7.5*. *Оцените ожидаемый экономический эффект* (7.1—7.4, М8) в зависимости от объемов реализации новых рекомендаций.

7.6. *Составьте заявки на патентование интелектуального продукта по сформированным рекомендациям* (2.9, 2.14, 2.16, 4.1—4.12, 5.5—5.10, 6.2—6.5, М2, М2А, М3, М7).

После решения задачи и получения удовлетворительных результатов рекомендуется проанализировать ход ее решения и выявить методические средства (новые эвристические приемы), с помощью которых были сформированны наиболее эффективные новые рекомендации. Включите эти методические средства в массив М6. Дополните массив М2 наилучшими сформированными рекомендациями.

2.4.3. Описание функций консультируемых проблем и их элементов

Рассматриваемые методы и процессы автоматизированного консультирования и формирования рекомендаций в большой мере основываются на разделении консультируемых проблем на элементы, имеющие вполне определенные функции, и формирование рекомендаций для восстановления этих функций в консультируемой проблеме. В связи с большой ролью функциональной основы в консультационном процессе ниже изложена *методика определения функций проблем и их элементов с установлением между ними функциональных взаимосвязей.*

К ***консультируемым проблемам*** будем относить различные орудия труда, обрабатывающие, транспортные и энергетические машины,

сооружения, приборы, автоматы, изделия военной техники, а также элементы этих объектов, социальные, политические и др. проблемы.

Несмотря на шириокое использование понятия функции проблем или их элементов в методиках консультационного процесса, функционально-стоимостного анализа, в патентоведении и других сферах консультационной деятельности, само это понятие четко не определено. Поэтому большинство авторов формулируют и описывают функцию проблемы и ее элементов интуитивно. Это значит, что описание функции одного и того же класса проблем и для одной и той же цели у различных консультантов может существенно отличаться и иметь различную полноту и точность.

В литературе и на практике обычно используют *две формы описания функции*. Одна основывается на модели «черного ящика», когда *под функцией проблемы подразумевают действие, производимое рассматриваемой проблемой для преобразования некоторого исходного или начального состояния (ситуации) N в желательный конечный результат R.* Структурная формула такого представления функции имеет вид

$$F=(N\rightarrow R), \qquad (2.1)$$

где F — функция рассматривиаемой проблемы; знак «→» указывает на преобразование начального состояния N в конечный результат R. Описания функций по этой форме, например, для электрокамина и самосвала имеют вид

$F_э$= («холодная комната» → «теплая комната»);

F_c= («сыпучий груз находится в начальном пункте» →
→ «сыпучий груз находится в конечном пункте»).

Иногда кроме состояний N, R необходимо еще описать особые условия и ограничения H, накладываемые на реализацию функции. При этом формула (2.1) будет иметь вид

$$F=((N\rightarrow R),H). \qquad (2.2)$$

В первом примере H=(при использовании электрического тока). Ниже будет дана более подробная характеристика компоненты H.

Вторую форму можно назвать естественной формой описания функции на языке специалистов. Приведенные примеры описания функций по формуле (2.1) во второй форме будут иметь следующий вид:

$F'_э$ = (обогревание комнаты электрическим током);

F'_c= (транспортировка между заданными пунктами сыпучего груза).

Нами взята за основу вторая форма описания функции, которая более удобна и конкретна для консультанта и компьютерной обработки информации по функциям проблемы. Более того, вторая

форма, по-видимому, более универсальна. Например, такую функцию, как «хранение жидкости в резервуаре», затруднительно описать через первую форму. Однако иногда для большей наглядности будем иллюстрировать или представлять функцию через первую форму. На основе второй формы описания функции всегда легко получить первую.

Приведем рекомендации по естественной форме описания функций проблемы: «Всякой проблеме, состоящей из некоторого числа элементов, присуща определенная связь между ними, которая определяется функцией проблемы. Эта функция, из скольких бы частных функций она ни состояла, характеризуется однозначной целью. Последняя, как правило, может быть описана немногими словами и называется *ядром или целью функции*. Для того же, чтобы охватить функцию в целом, нужно наряду с целью функции знать еще и *ограничительные условия*». Таким образом, будем выделять две компоненты в описании функции, однако четких рекомендаций по их описанию здесь не приведено. В связи с этим предпримем попытку сформулировать рекомендации по наиболее полному, точному и однозначному описанию функций проблемы и ее элементов.

Естественную форму описания функции проблемы формализованно можно представить состоящей из трех компонент:

$$F=(D, G, H), \qquad (2.3)$$

где D — указание действия, выполняемого консультируемой проблемой и приводящего к желаемому результату; G — указание объекта (процесса), на который направлено это действие; H —указание особых условий и ограничений, при которых выполняется действие.

Компоненту D часто описывают одним отглагольным существительным (см. табл. 2.5, примеры 1, 2, 10); иногда для полного описания функции приходится использовать два и более отглагольных существительных (примеры 3, 5); часто для более точного описания действия используют еще дополнительные поясняющие слова (примеры 4—9).

Таблица 2.5

Примеры естественной формы описания функций проблемы

Номера примера	ПРОБЛЕМА	Компоненты		
		D	*G*	*H*
1	Ключ (от замка)	Открывание	замка	при повороте ключа
2	Компас	Ориентирование	на местности	—
3	Плуг	Подрезка и переворачивание	верхнего слоя почвы	—
4	Амперметр	Измерение силы	электрического тока	—
5	Экскаватор	Выемка, транспортировка от забоя до отвала и выгрузка	грунта	—
6	Ленточный транспортер	Транспортировка между двумя точками в пространстве	штучных или (и) сыпучих грузов	при угле наклона между точками не более 20°
7	Электрокамин	Получение теплоты	из электрического тока	—
8	Самосвал	Транспортировка между заданными пунктами	сыпучих грузов	—
9	Шарикоподшипник	Снижение момента вращения	втулки колеса вокруг его оси	—
10	Леска (удочки)	Соединение	крючка, грузила, поплавка и удилища	(последовательное гибкой связью)

Компоненту *G* часто описывают одним существительным (см. табл. 2.5, примеры 1, 2, 5); иногда для более точного указания объекта используют одно или несколько словосочетаний (примеры 3, 4, 7, 8); иногда компонента *G* указывает на несколько объектов (пример 6). Особый случай представляет собой описание функции, связанной со взаимодействием или соединением нескольких объектов. Здесь компонента *G* описывает взаимодействующие или соединяемые объекты (примеры 9, 10).

Компонента *H* при описании с различной степенью детализации условий и ограничений, при которых выполняется действие, позволяет более четко определить класс проблем, которому соответствует описываемая функция.

Компонента *H* иногда отсутствует в описании функции, что происходит из-за большой общности функции либо в тех случаях, когда информация об условиях и ограничениях очевидна и однозначно следует из описаний компонент *D, G.*

С грамматической точки зрения функцию проблемы описывают неполным предложением, в котором отсутствует подлежащее, а сказуемым является компонента *D.* Подразумеваемое полное предложение может иметь следующую постоянную грамматическую форму: «Назначение *(T) — (F)»* или «Назначение *(T) — (D, G, H)*», где (*T*) — наименование проблемы (в родительном падеже), функцию которой описывают; *(F)*—описание функции по формуле (2.3), например, «назначение бензовоза — перевозка горючего по дороге».
В целом, как видно из табл. 2.5 и примеров, рассмотренных в табл. 2.2, подавляющее большинство функций имеют естественную форму описания, в которой порядок описания компонент *D, G, H* соответствует формуле (2.3). Наряду с этим бывают исключения, когда естественная форма описания несколько отклоняется от формулы (2.3). Так, в табл. 2.5, в примере 10 более естественное описание функции («последовательное соединение гибкой связью крючка, грузила, поплавка и удилища») имеет лучшую редакцию по сравнению с формальным описанием.

Описание функции по формуле (2.3) легко преобразовать в описание по формуле (2.1) или (2.2). При этом может быть использован один из двух способов преобразования. По первому способу ситуацию *N* описывают, указав объект *G,* а конечный результат *R,* указав действие *D* (см. пример с описанием функции электрокамина). По второму способу ситуацию *N* описывают, указав объект *G* и исходное состояние действия *D,* а конечный результат *R,* также указав объект *G* и конечное состояние действия *D* (см. пример с описанием функции самосвала). Компоненту *H* в обоих случаях описывают одинаково.

Любая сформулированная функция соответствует некоторому классу проблем, реализующих эту функцию или/и могущих ее реализовать. Причем описание функции может соответствовать более или менее широкому классу проблем. Наиболее широкому классу проблем соответствует такое описание функции, в котором компоненты *D* и *G* имеют наиболее обобщенное выражение, а компонента *H* отсутствует. Примером такой функции может служить «разделение твердых тел». При конкретизации описаний компонент *D* и *G,* при увеличении числа условий и ограничений *H* и при большей их конкретизации описание функции будет соответствовать различным более узким классам проблем. Это легко видеть при замене в приведенном примере действия «разделение» на более конкретные (резание, разрубание, пиление, разделение лазерным лучом); при замене объекта «твердые тела» более конкретными (твердые тела из древесины, стекла, стали; или еще конкретнее: из стали-3 или инструментальной стали); при введении таких условий и ограничений:

при температуре +300 или —50°С, толщиной 1 мм или 1000 мм, под водой на глубине 5 м или 5000 м.

Поэтому при описании функции всегда имеется в виду класс проблемы, которой должно соответствовать это описание. В свою очередь широта класса проблемы зависит от решаемых конкретных задач, в которых используется описание функции. Например, при прогнозировании обычно имеют в виду весьма широкий класс, при консультировании — значительно более узкий, а при поиске неисправностей — класс конкретных одинаковых проблем.

В целом описание функции необходимо формулировать конкретнее, короче и проще и не стремиться в описание функции включать консультационное задание, которое кроме функции проблемы включает еще список специальных требований. Естественно, на точность и соответственно однозначность описания функции существенно влияют синонимические слова и выражения.

В основу анализа функций проблемы положен принцип выделения и рассмотрения структур с двухуровневой иерархией: любую проблему можно разделить на несколько проблемных элементов, имеющих вполне определенную функцию по обеспечению функционирования проблемы или ее элементов. При этом рассматриваемая проблема представляет собой верхний уровень, а выделенные элементы — нижний. Если требуется продолжить (углубить) анализ, то каждый из выделенных элементов нижнего уровня рассматривается как самостоятельная проблема, которую тоже можно разделить на несколько проблемных элементов и т. д. Объединение таких структур с двухуровневой иерархией позволяет получить многоуровневую иерархическую структуру.

Таблица 2.6

Примеры основных элементов проблем и объектов

ПРОБЛЕМА	Объект *V*	Основной элемент		ФУНКЦИИ ПРОБЛЕМЫ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
		исходный	промежуточный	
Экскаватор	Грунт	Ковш	—	Выемка, транспортировка от забоя до отвала и выгрузка грунта
Железнодорожный мост	Поезд	Рельсы	—	Обеспечение движения поездов через водные преграды
Электрическая лампочка	Окружающая среда, электрический ток	Нить накаливания	—	Получение светового потока из электрического тока
Гребной винт	Водная среда, судно	Лопасти	—	Создание силы движения судна в водной среде
Токарный станок	Заготовка	Резец и шпиндель	—	Изготовление твердых тел осесимметричной формы из заготовок без изменения агрегатного состояния материала
Самолет	Пассажиры, воздушная среда	Салон, движитель	—	Транспортировка пассажиров по воздуху
Двигатель внутреннего сгорания	Вал, топливо	Поршни и цилиндры	—	Получение необходимой мощности на валу при сжигании топлива
Микроскоп	Рассматриваемые объекты, наблюдатель или фотопленка	Объектив и окуляр	—	Получение сильно увеличенных изображений объектов, невидимых невооруженным глазом
Трансформатор	Переменный электрический ток	Первичная обмотка, вторичная обмотка, ферромагнитный сердечник	—	Изменение напряжения переменного электрического тока
Термоэлектрический термометр	Тепловое поле среды, наблюдатель	Термопара, шкала потенциометра	Проводники, потенциометр	Измерение температуры среды
Часы	Процесс, наблюдатель	Маятник, циферблат	Передача	Измерение продолжительности процессов
Радиовещательный приемник	Радиоволны, слушатель	Антенна, динамик	Колебательный контур, детектор	Прием программ звукового вещания и их акустическое воспроизведение

Следует заметить, что далее вместо понятия «проблемный элемент» будем часто использовать более точное понятие «функциональный элемент», поскольку первое понятие является более широким. Например, иногда встречаются проблемные элементы, не имеющие функций, или возможно такое разделение проблемы на проблемные элементы, которое так «разрезает» функциональные элементы, что они не могут выполнять свою функцию.

Под *функциональными элементами проблемы* подразумеваются неделимые элементы, выполняющие заданные функции.

Определение 1. *Узлом проблемы* будем называть множество проблемно связанных элементов, в совокупности выполняющих хотя бы одну функцию по обеспечению работы других функциональных элементов консультируемой проблемы.

Следует заметить, что крупные сложные узлы часто можно разделить на более простые функциональные подузлы, которые в свою очередь можно разделить еще на более простые подузлы, состоящие из нескольких элементов, и т. д.

Определение 2. *Элементом проблемы* будем называть отдельное тело из однородного материала, имеющее множество определенных форм и выполняющее хотя бы одну функцию по обеспечению функционирования других функциональных элементов проблемы или самой проблемы.

Элементы могут быть выполнены из твердых, упругих, пластичных, жидких или газообразных материалов. По определению к деталям относятся, например, резиновая камера, воздух и детали нипельного узла в колесе автомобиля, струя воды (от сопла до соприкосновения с обрабатываемым материалом) в гидромониторе, пламя газовой горелки и др. К деталям не относятся обрабатываемые материалы, если они одновременно не выполняют дополнительных функций по обеспечению функционирования проблемы. Детали по определению 2 при последовательном функциональном разделении на части можно в итоге «разрезать» на неделимые элементы, не допускающие дальнейшего функционального разделения.

Определение 3. *Неделимым элементом* будем называть часть детали (или сами детали по определению 2), имеющую минимальное число (не менее одной) функций по обеспечению работы других элементов, при любом делении которой появляются элементы, не имеющие самостоятельной функции или с одинаковыми функциями.

Приведем примеры неделимых элементов. В табл. 2.7 к неделимым элементам шарикоподшипника относятся элементы E_0, $E_{1\text{-}1}$, $E_{1\text{-}2}$, $E_{1\text{-}3}$ неделимыми элементами являются также $E_{0\text{-}1}$, $E_{0\text{-}3}$, $E_{2\text{-}3}$ и др.

Таблица 2.7

Анализ функций шарикоподшипника

Элемент	Функция элемента
E — шарикоподшипник V_1 — втулка колеса V_2 — ось колеса	F — снижение момента вращения втулки колеса (V_1) вокруг оси (V_2)
E_0 — шарики E_1 — наружное кольцо E_2 — внутреннее кольцо E_3 — сепаратор	$F_0 \equiv F$ F_1 — обеспечение качения втулки (V_1) по шарикам (E_0) F_2 — обеспечение качения шариков (E_0) по оси колеса (V_2) F_3 — обеспечение равноудаленного друг от друга расположения шариков (E_0)
E_{1-1} — рабочая поверхность (рис. 4.1) E_{1-2} — бортики (рис. 4.1) E_{1-3} — сопрягающее кольцо (рис. 4.1)	$F_{1-1} \equiv F_1$ F_{1-2} — предотвращение отклонения шариков (E_0) с рабочей поверхности (E_{1-1}) F_{1-3} — обеспечение соединения наружного кольца (E_1) со втулкой (V_1)

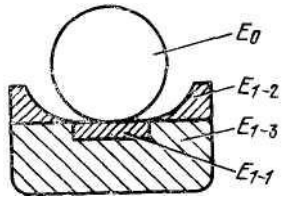


Рис. 2.7. Функциональные элементы шарикоподшипника

Жидкость в гидроцилиндре является одновременно деталью по определению 2 и неделимым элементом по определению 3. Если любой из указанных элементов далее попытаться разделить по любой поверхности на две части, то получим либо два элемента с одинаковыми функциями, либо элемент без самостоятельной функции, что противоречит определению 3.

2.4.4. Информационная база

Информационные фонды в обобщенном эвристическом методе так же важны, как и процедуры обработки информации. По нашему мнению, недостаток многих весьма интересных и оригинальных эвристических методов поиска новых рекомендаций заключается в

отсутствии или слабой подготовке специальных информационных массивов.

Ml — *фонд функциональных элементов (ФЭ).* Каждый ФЭ в фонде представлен в виде унифицированной таблицы, концентрирующей разбросанную по различным источникам информацию.

Пример описания функциональных элементов приведен в табл. 2.8

Унифицированная форма описания ФЭ позволяет:

— дать консультанту информацию о ФЭ в сконцентрированном виде и предотвратить непроизводительные затраты времени на ее поиск;

— выделить из имеющейся информации о ФЭ только ту, которая необходима консультанту в процессе консультирования;

— представить информацию о ФЭ в форме, понятной для консультанта и клиента.

М2 — *информационный фонд сформированных рекомендаций рассматриваемого класса проблем* должен содержать по возможности все наиболее интересные, перспективные и существенно отличающиеся друг от друга рекомендации в рассматриваемой проблемной области. Этот фонд должен включать следующие группы рекомендаций: эффективные, широко применяемые рекомендации; эффективные рекомендации, прошедшие экспериментальную и опытную проверку; отечественные и зарубежные патентные решения последних лет (включая решения, опубликованные в литературе). Кроме того, целесообразно провести систематизацию и классификацию фонда рекомендаций по предметному, функциональному или другому более удобному принципу. Одним из наиболее рациональных способов представления и описания информации о классе рекомендаций являются морфологические таблицы с постоянными столбцами, число которых может увеличиваться.

Таблица 2.8

Примеры описания функциональных элементов

ФЭ	Входное воздействие *A*	Физический объект *B*	Выходной эффект *C*
Сонолюминесценция	Акустическая волна	Люминофор (глицерин, нитробензол, этиловый спирт и т. д.)	Электромагнитное излучение (видимая часть спектра)
Пьезоэлектрический	Механическое напряжение	Пьезокристалл (кварц, турмалин, сахар и т. д.)	Электрическое поле
Сверхпроводимость	Температура (ниже определенного предела $T \leqslant T_{кр}$)	Полупроводник или металл (алюминий, индий, свинец, галлий и т. д.)	Резкое увеличение проводимости (электрической)
Ультразвуковой капиллярный (открытие № 109)	Акустическая волна (ультразвук)	Жидкость в капилляре	Повышение высоты подъема жидкости
Светогидравлический (открытие № 65)	Электромагнитное излучение (луч квантового генератора)	Жидкость	Гидравлическая волна (большой амплитуды)
Образование высокотемпературной плазмы в высокочастотном разряде (открытие № 87)	Электрический разряд (высокочастотный)	Газ (гелий, водород, дейтерий и т. д.)	Образование плазмы (высокотемпературной)

M2A — *фонд сформированных рекомендаций на уровне лучших образцов.* Представляет собой часть фонда M2, которая выделена в связи с особой важностью информации. В дополнение к методическим рекомендациям по фонду M2 выделяется список наиболее важных технико-экономических показателей, которыми характеризуется каждая рекомендация. M2A формируется с помощью торговых бюллетеней, рекламных материалов, проспектов выставок, последних публикаций в литературе, статистических отчетов по реализации продукции и т. п.

M3 — *список требований, предъявляемых к формируемым рекомендациям.* Включает требования ко всему классу рекомендаций и используется для составления консультационных заданий на формирование рекомендаций для решения задач консультируемой

проблемы в целом и ее элементов. Все множество требований целесообразно классифицировать по группам: эксплуатационные, конструктивные, технологические, эргономические, экономические, ремонтно-профилактические и т. д. При составлении списка требований и выбора их типа рекомендуется использовать ГОСТы и технические условия на рассматриваемый класс проблем, а также на проблемы, близкие по функциям, условиям работы и т. п. Желательно также использовать консультационные задания и акты испытаний на уже сформированные и апробированные рекомендации. Существенное дополнение и уточнение списка дает анализ функций проблемы и ее элементов.

М4 — *информационный фонд материалов и конструктивных элементов, перспективных для формирования новых рекомендаций.* Формируется путем изучения литературы по материаловедению и интересующим конструктивным элементам, новых стандартов в близких отраслях техники, новых патентов и авторских свидетельств, рекламных материалов, проспектов выставок и т. п.

М5 — *информационный фонд консультационных процессов.* Содержит наборы консультационных средств и консультационных процессов, которые можно в принципе использовать для формирования рекомендаций по решению задач консультируемого класса проблем.

М6 — *фонд эвристических приемов.* Описан ниже.

М7 — *информационный фонд сформированных рекомендаций ведущего класса проблем.* Определение ведущего класса проблем приведено в процедуре 2.5 обобщенного эвристического метода. Для формирования фонда М7 можно использовать рекомендации по формированию фондов М2, М2А, М4.

Следует отметить, что в последнее время в различных проблемных областях созданы и создаются различные автоматизированные информационно-поисковые системы, автоматизированные системы технологической подготовки производства. С помощью аналогичных или таких систем при обработке информации в фондах Ml — М5, М7 используются компьютеры.

М8 — *методы оценки и выбора вариантов рекомендаций.* Предназначены для сравнительной оценки множества рекомендаций или проблем с целью выбора наилучших вариантов, чаще всего по векторному критерию. К таким методам относятся: экспертные оценки и квалиметрический анализ, метод Делфи, метод ПАТТЕРН, комплексные технико-экономические оценки, различные методы математического моделирования, специальные методы выбора по

векторному критерию, методики лабораторных и натурных испытаний и др.

2.4.5. Метод эвристических приемов

Метод эвристических приемов наиболее естественный и простой в применении, поскольку опытные консультанты сознательно или бессознательно пользуются своим набором эвристических приемов, сформировавшимся в процессе их работы.

Эвристический прием представляет собой предписание или указание, как преобразовать имеющуюся или аналогичную консультационную рекомендацию или в каком направлении ее искать, чтобы сформировать требуемую рекомендацию. Эвристические приемы имеют свойства, характерные для эвристических методов. Подавляющее большинство эвристических приемов состоит как бы из двух частей: первая — описание пространства переменных и отвечает на вопрос «что изменять» в формируемой рекомендации; вторая — описание способа изменения переменных и отвечает на вопрос «как изменять». Например, пространство переменных — это «ориентация объекта (элемента) в пространстве», способ изменения переменных — «горизонтальное положение на вертикальное или наклонное» и др.

Поскольку многие приемы содержат указание на несколько пространств переменных или/и на несколько способов изменения переменных, то такие приемы, можно сказать, состоят из нескольких консультационных процедур. Каждая консультационная процедура содержит указание только на одно пространство переменных, один способ их изменения или одно направление поиска и представляет собой как бы элементарный эвристический прием. Рассмотренный выше пример эвристического приема содержит два пространства переменных («объект», «элемент») и пять способов изменения переменных, а именно:

- заменить положение на вертикальное;
- заменить положение на горизонтальное;
- положить на бок;
- повернуть низом вверх;
- повернуть вокруг вертикальной оси;

т. е. включает 10 консультационных процедур. По сравнению со стихийным и бессистемным методом проб и ошибок использование наборов эвристических приемов часто обеспечивает значительно большую вероятность формирования эффективных рекомендаций.

Начинающий консультант, столкнувшись с нетривиальной задачей консультируемой проблемы, сначала вынужден найти и сформулировать удачный эвристический прием, который помогает сравнительно легко решить задачу. При рассмотрении следующей

задачи консультант сначала пытается использовать свой, ранее сформулированный эвристический прием. Если попытка оказывается безуспешной, ему снова приходится преодолевать мучительный путь поиска и формулировки нового приема. Так постепенно у многих консультантов накапливается и расширяется свой опыт — *индивидуальный фонд эвристических приемов*, имеющий обычно ориентацию на определенный класс консультационных задач.

Опыт показывает, что приемы индивидуального фонда, которые могут многократно давать полезные результаты в своей узко ориентированной консультируемой проблемной области, часто оказываются эффективными и в других проблемных областях. Такое свойство инвариантности и обусловило возникновение метода эвристических приемов, суть и назначение которого заключается в ускорении создания начинающими консультантами своих эффективных индивидуальных фондов эвристических приемов и других вспомогательных информационных и методических средств. К последним, в первую очередь, относятся *фонд аналогов сформированных рекомендаций и фонд элементов рекомендаций*, которыми также сознательно или бессознательно пользуются консультанты.

Индивидуальный фонд приемов вместе с вспомогательными информационными и методическими средствами образуют *специализированный метод эвристических приемов*, ориентированный на определенный класс консультируемых проблем или консултационных процессов. В такой класс могут быть объединены проблемы различной сложности в зависимости от сферы деятельности консультанта. Это могут быть металлорежущие станки или только инструменты к ним, ЭВМ или только запоминающие устройства, сложный технологический процесс или его отдельные операции, социальные проблемы и др.

Специализированный метод эвристических приемов может быть разработан консультантом для индивидуального использования. Однако, несомненно, больший интерес представляет *разработка таких методов для коллектива консультантов отдельного консультационного центра, группы родственных центров или отрасли.* Особенно полезен такой руководящий методический материал для начинающих консультантов. Хотя опытным консультантам большинство эвристических приемов известно, однако ценность метода для них состоит в более или менее полном систематическом охвате различных приемов, поскольку об одних трудно «вовремя вспомнить», а другие оказываются субъективно новыми (до них в данной ситуации «трудно додуматься»). Разумеется,

такой руководящий методический материал каждый консультант будет видоизменять, дорабатывать и адаптировать к своей личности. Разработка специализированных методов эвристических приемов для отдельных консультационных центров, группы родственных центров или отрасли также способствует ускорению создания соответствующих человеко-машинных программ и использования вычислительных средств.

Формирование индивидуального фонда эвристических приемов.

В табл. 2.9 приведена краткая характеристика обобщенного межотраслевого фонда эвристических приемов.

Таблица 2.9

Характеристика межотраслевого фонда эвристических приемов

Номер группы	Наименование группы	Число	
		приемов	поисковых процедур
1.	Количественные изменения	15	30
2.	Преобразования формы объектов или его элементов	15	40
3.	Преобразования в пространстве	22	50
4.	Преобразования во времени	13	32
5.	Преобразование движения	18	43
6.	Преобразование материала	19	55
7.	Преобразования исключением	16	30
8.	Преобразования добавлением	15	43
9.	Преобразования заменой	24	64
10.	Дифференциация	22	45
11.	Интеграция	16	30
12.	Использование профилактических мер	17	32
13.	Использование резервов	14	33
14.	Преобразования по аналогии	11	30
15.	Комбинирование и комплексный синтез	21	43
		Всего: 258	600

Разделение фонда на 15 групп и их состав определялись в основном удобствами и опытом практического применения и поэтому не претендуют на логическую строгость и научную обоснованность классификации, упорядочения и полный охват всех приемов. Описание приемов, собранных в межотраслевом фонде, несколько унифицировано, сокращено и редакционно сглажено (в первоисточниках многие из них имеют явную эмоциональную окраску). Поэтому во многих приемах под указанием, например, «изменить», часто подразумевается «увеличить» или «уменьшить».

Под «средой» наряду с природными факторами подразумеваются другие проблемные элементы или проблемы по отношению к рассматриваемому объекту. Предписание «инверсия приема» говорит о том, что после использования приема по его описанию необходимо сделать действие, обратное указанному в приеме. Кстати, даже в тех приемах, где не дано указания об их инверсии, в большинстве случаев можно сформулировать противоположный ему прием, который тоже имеет своеобразный эвристичеакий потенциал.

При формировании индивидуального фонда эвристических приемов необходимо в первую очередь отобрать наиболее подходящие и эффективные приемы из межотраслевого фонда. Для этого полезно руководствоваться следующими рекомендациями.

1. В индивидуальный фонд необходимо включать не менее одного приема из каждой классификационной группы (табл. 2.9). При этом особое предпочтение следует отдавать приемам преобразования по аналогии (гр. 14). Всего из межотраслевого фонда отбирается от 50 до 100 приемов. Большинство отобранных приемов с точки зрения логического анализа и экспертных оценок должны иметь значительные потенциальные возможности по улучшению интересующего класса консультируемых проблем или консультационных процессов. Кроме того, до 20% отобранных приемов должны, наоборот, содержать наименее вероятные потенциальные возможности, поскольку такие приемы нередко обеспечивают формирование наиболее оригинальных и эффективных рекомендаций. Отобранные из межотраслевого фонда приемы желательно отредактировать и конкретизировать с ориентацией на рассматриваемый класс проблем.

2. Дальнейшее расширение и развитие индивидуального фонда можно выполнять на основе изучения и анализа истории консультационной эволюции и соответствующего патентного фонда рассматриваемого класса проблем и объектов, близких по своему назначению и функциям, особенно в ведущих проблемных областях. При этом тщательно изучают моменты перехода от прототипов рекомендаций к улучшенным рекомендациям и пытаются описать эти переходы в виде эвристических приемов. Особенно ценными являются заимствования из ведущих проблемных областей, где более быстрыми темами решаются аналогичные функциональные проблемные узлы и в целом архитектура проблемы.

3. Индивидуальный фонд должен включать приемы, отражающие субъективный стиль мышления консультанта и его личный опыт. Как правило, эта группа приемов формируется независимо каждым консультантом.

Весьма ценное дополнение к индивидуальному фонду эвристических приемов составляют примеры решения консультационных задач с помощью описанных приемов. Для каждого приема целесообразно иметь по два-три существенно отличающихся примера, которые бы иллюстрировали широкие возможности приема. С другой стороны, необходимо по возможности подбирать такие примеры, которые можно было бы заимствовать как готовые рекомендации (или фрагменты рекомендаций) при формировании рекомендаций интересующего класса проблем. Подборку примеров к приемам уместно производить во время изучения и анализа истории консультационной эволюции и патентного фонда указанных классов проблем.

Формирование фонда аналогов консультационных рекомендаций.

Фонд эвристических приемов используется в основном для преобразования некоторого аналога (известной рекомендации), не удовлетворяющего заданным требованиям, в искомую рекомендацию. В консультационных задачах на выбор аналога рекомендации часто не накладывается никаких ограничений, а иногда, наоборот, прототип рекомендации оказывается жестко заданным. Даже в последнем крайнем случае оказывается полезным рассматривать более широкую постановку задачи, т. е. искать решение путем преобразования нескольких аналогов рекомендации. Таким образом, в любом случае полезно иметь заранее подобранный фонд аналогов рекомендаций, чтобы, с одной стороны, сократить затраты времени на их поиск в процессе решения задачи, а с другой — брать за основу наиболее ценные прототипы рекомендаций с точки зрения отдельных показателей или комплексной оценки.

В качестве аналогов рекомендуется брать существенно отличающиеся наиболее перспективные рекомендации. Особое внимание следует уделить отбору рекомендации на уровне лучших образцов рекомендаций. В целом фонд аналогов рекомендаций лучше подбирать во время изучения й анализа историй консультационной эволюции аналогичных проблем и соответствующего патентного фонда.

Формирование фонда материалов и конструктивных элементов. Поскольку многие приемы преобразования прототипов рекомендаций связаны с использованием новых материалов или узлов и деталей, с их заменой или комбинированием, то желательно иметь специально подобранный (для интересующего класса проблем) фонд материалов и конструктивных элементов. Этот фонд должен также включать наиболее разнообразные и перспективные материалы и элементы,

которые можно подбирать в процессе изучения и анализа истории консультационной эволюции различных проблем, а также на основе изучения справочной литературы и новых стандартов на соответствующие материалы, узлы и детали.

Рекомендации по применению метода. При решении консультационных задач методом эвристических приемов последовательно выполняются следующие этапы поиска и обработки информации:

1) уяснение или формулировка консультационного задания— списка требований к формируемой рекомендации;

2) выбор из фонда аналогов рекомендаций одной или несколько прототипов рекомендаций, в наибольшей мере удовлетворяющих консультационному заданию;

3) анализ прототипов рекомендаций, выявление их недостатков и формулировка постановки задачи в виде ответов на вопросы:

— какие показатели в прототипе рекомендации и на сколько желательно улучшить;

— какие новые свойства должны иметь консультируемая проблема или какие свойства должен утратить рассматриваемый прототип рекомендации;

4) задачу начинают решать с выбора наиболее подходящих приемов из индивидуального фонда эвристических приемов. С помощью этих приемов преобразуют выбранные на этапе 2 прототипы рекомендаций и анализируют возможность решения поставленной задачи. При этом следует иметь в виду, что задачу можно решить не сразу, с помощью одного приема, а последовательно улучшая результаты с помощью различных отдельных приемов. Иногда удачную рекомендацию можно сформировать при одновременном комплексном использовании двух и более приемов.

Если использование какого-либо из выбранных приемов вызывает затруднение, то анализируют соответствующие примеры, которые играют роль обучающих задач или полуготовых рекомендаций. Если выбранные приемы не дают желательного результата, то делается попытка применить подряд все приемы фонда. Если консультационная задача весьма важна и нет жестких ограничений по времени, то также целесообразно анализировать ее с точки зрения всех приемов индивидуального или даже межотраслевого фонда. Причем повторный анализ может дать интересные дополнительные результаты, если в качестве аналогов рекомендаций используются уже сформированные промежуточные рекомендации.

При неудачных попытках решения задачи необходимо вернуться к этапу 2 и изменить состав прототипов рекомендаций или к этапу 1 и изменить список требований.

Рекомендации по программированию и использованию метода. Эффективность специализированного метода эвристических приемов можно значительно повысить, используя ЭВМ. Рекомендуем следующие пути использования вычислительных средств.

На первом этапе можно сделать обычную фактографическую информационно-поисковую систему, позволяющую по определенным запросам выбирать необходимую информацию (из фонда эвристических приемов и примеров решения аналогичных задач, фонда материалов и конструктивных элементов), что значительно сократит время поиска нужных приемов и других сведений. При этом преобразование аналогов рекомендаций (синтез новых рекомендаций и их оценка) остается за консультантом.

На втором этапе ведут работы по программированию эвристических приемов, что позволяет, с одной стороны, часть работы по синтезу рекомендаций передать ЭВМ, с другой— иметь возможность создания и программирования математических моделей по оценке автоматически синтезируемых рекомендаций. В некоторых случаях можно создавать универсальные математические модели, позволяющие оценивать весьма широкий класс рекомендаций по части показателей. Это позволяет в значительной мере автоматизировать оценку рекомендаций, синтезируемых консультантом или компьютером.

Метод эвристических приемов можно использовать при разработке самостоятельных человеко-машинных программ поиска новых рекомендаций заданного класса. Такую программу можно включить в пакет прикладных программ подсистемы поискового консультирования. Кроме того, этот метод рекомендуется использовать при подготовке информационного обеспечения в машинных методах синтеза рекомендаций, в частности при расширении множества рекомендаций. Межотраслевой фонд эвристических приемов используется также при расширении возможностей методов математического программирования в поисковом консультировании.

2.4.6. Разработка и использование специализированных эвристических методов

2.4.6.1. Методические рекомендации

Разнообразный состав информации, предусмотренной в фондах обобщенного эвристического метода, достаточно широкий набор универсальных и специализированных консультационных процедур поиска новых рекомендаций позволяют разрабатывать на основе обобщенного метода специализированные эвристические методы, ориентированные на поиск новых рекомендаций в определенном классе проблем. Такой класс может формироваться в результате выделения функционально близких проблем, относящихся к различным проблемным областям, или в него может входить довольно узкий класс проблем, интересующих одну область либо даже одну проблему.

Разработке специализированного метода должно предшествовать изучение специфики консультируемого класса проблем, тенденций их решения и взаимосвязей с другими проблемами. Основной принцип построения специализированных эвристических методов заключается в выборе из обобщенного метода наиболее эффективного набора этапов и процедур обработки информации, а также состава информационных фондов и их последующей доработки или разработки.

Выбор этапов при разработке специализированного метода для решения конкретных классов задач не вызывает каких-либо затруднений. Как правило, в него включаются все этапы обобщенного метода. Так как с помощью специализированного метода будет решаться широкий круг консультационных задач, то исключать какие-либо этапы без ущерба для качества решения не представляется возможным. Исключать некоторые этапы лучше в процессе решения самой задачи, когда ее характер, объем имеющейся информации о ней и предъявляемые требования к искомой рекомендации позволяют обоснованнее выбрать общую схему решения (последовательность и количество этапов и процедур).

Более затруднителен выбор состава консультационных процедур. Для сокращения трудоемкости решения задачи желательно сократить число процедур, однако, излишняя минимизация числа процедур отрицательно влияет на качество получаемых результатов и в целом на эффективность применения специализированного метода. Для упрощения задачи выбора все процедуры обобщенного метода разделяют на две группы:

— инвариантные процедуры, которые рекомендуется включать в любой специализированный метод;

— дополнительные процедуры, выбираемые из оставшихся процедур с учетом специфики решаемого класса задач и на основе экспериментальной проверки или экспертной оценки эффективности их применения.

Инвариантная часть специализированных эвристических методов имеет следующее структурное описание:

$$A_{\text{и}}=[E_1(P^2_1, \ldots, P^5_1), E_2(P^2_2, P^4_2, P^6_2, P^7_2, P^{10}_2, P^{11}_2, P^{13}_2, P^{14}_2, P^{16}_2), E_3(P^1_3, P^2_3, P^6_3, P^{11}_3), E_4(P^1_4, P^2_4, P^3_4, P^{10}_4, P^{11}_4, P^{13}_4), E_5(P^3_5, P^5_5, P^8_5, P^9_5, P^{11}_5), E_6(P^1_6, P^2_6, P^3_6, P^5_6), E_7(P^1_7, P^3_7, P^5_7)], \quad (2.4)$$

где E_i обозначает i-й этап; P^j_i — j-ю процедуру на i-м этапе. Основные процедуры в п. 2.4.2 отмечены звездочкой. Специализированный эвристический метод можно представить как объединение множеств инвариантных $A_{\text{и}}$ и дополнительных $A_{\text{д}}$ процедур обработки информации

$$A_{\text{с}}= A_{\text{и}} \bigcup A_{\text{д}}. \quad (2.5)$$

Выбор массивов информации для специализированного метода и определение их содержания основывается на изучении класса консультационных задач и экспертной оценке эффективности информационных фондов. При этом в первую очередь рекомендуется использовать фонды Ml, M2, M2A, M4, M6, даже не претендующие на существенную полноту.

Обучение консультантов или студентов составлению и использованию специализированных эвристических методов лучше проводить групповым способом.

В процессе решения задачи с помощью специализированного метода рекомендуется руководствоваться следующими методическими правилами, обобщающими опыт применения таких методов.

1. Следует полностью выполнять предписания процедур, по возможности не оставляя неясных вопросов. Не рекомендуется экономить время на процедурах постановки задачи (этапы 1—3), а также на документировании результатов, полученных после каждой процедуры. При этом желательно фиксировать все идеи решения задачи; особое внимание следует уделять графической проработке идей и рекомендаций. По основным функциональным элементам всегда целесообразно строить морфологическую таблицу с использованием фонда эвристических приемов для формирования альтернатив. Можно опускать без проработки очередную процедуру лишь в том случае, когда по ее требованиям имеется достаточная информация.

2. Для сокращения времени и трудоемкости решения последующих задач рекомендуется на основе решения предыдущих задач составлять дополнительный методический материал, в котором систематизируются и обобщаются результаты обработки информации по процедурам 1.1, 1.2, 1.5, 2.1—2.4, 2.13, 2.16, 3.1, 3.8—3.10,

7.1—7.3 и др.

3. Периодически рекомендуется проводить ревизию специализированного метода: развивая и дополняя информационные фонды, включая новые эффективные процедуры обработки информации из обобщенного эвристического метода и других источников, в том числе сформулированные самими консультантами, одновременно исключая малоэффективные процедуры и массивы информации или их составные части.

Рассмотрим в качестве примера использование специализированного эвристического метода по формированию рекомендаций конструирования объектов лесного машиностроения

Специализированный метод разрабатывался при решении задач формирования рекомендаций по поиску новых устройств для валки деревьев, обрезки сучьев, разделки стволов (хлыстов) на отдельные части (сортименты), сортировки лесоматериалов, окорки сортиментов, переработки отходов и низкокачественной древесины. Основное внимание уделялось формированию рекомендаций по поиску более рациональных конструктивных решений исполнительных механизмов указанных классов устройств, которые существенно влияют на конструкцию машины в целом. В то же время такое выделение области поиска, менее зависящей от особенностей применения различных машин, наиболее полно охватывает всю совокупность лесной техники и одновременно уменьшает число конструктивных элементов в искомом консультационном решении (КР).

Таким образом, областью применения специализированного эвристического метода является класс проблем, представляющий собой класс устройств для выполнения обрабатывающих и переместительных технологических операций в условиях лесной и деревообрабатывающей промышленности. Использование метода позволяет находить новые КР при разработке технического задания и технического предложения на начальных стадиях проектно-конструкторских работ.

Структура специализированного эвристического метода полностью содержит инвариантную часть обобщенного метода. Следует заметить, что использование всех процедур обобщенного метода позволяет получить наибольшее многообразие искомых КР. Однако при этом значительно возрастает трудоемкость поиска. Поэтому дополнительные процедуры обработки информации отбирались на основе следующих условий работоспособности метода:

— возможность повторного получения наиболее сильных и эффективных КР, защищенных авторскими свидетельствами и

патентами, известных из технической литературы, а также внедренных в производство;

— более высокая результативность получения новых КР при относительно меньших затратах времени и трудоемкости процесса поиска по сравнению с методом проб и ошибок.

Кроме того, был использован накопленный опыт проектирования ведущих специалистов лесной отрасли, а также учтены особенности логики развития лесной техники в соответствии с деревом эволюции рассматриваемого класса машин.

Структурное описание специализированного метода имеет вид

$$A_c = [E_1 (P_1^1, \ldots, P_6^1),\ E_2 (P_2^1, P_2^2, P_2^4, P_2^6, P_2^7, P_2^{10}, P_2^{11}, P_2^{13}, P_2^{14}, P_2^{16}),\ E_3 (P_3^1, P_3^2, P_3^4, P_3^6, P_3^8, P_3^{10}, P_3^{11}),$$
$$E_4 (P_4^1, P_4^2, P_4^3, P_4^6, P_4^7, P_4^8, P_4^{10}, P_4^{11}, P_4^{13}),$$
$$E_5 (P_5^3, P_5^4, P_5^5, P_5^7, P_5^8, P_5^9, P_5^{11}),\ E_6 (P_6^1, \ldots, P_6^5),\ E_7 (P_7^1, P_7^3, P_7^5)].$$

Дополнительные процедуры взяты по следующим мотивам и причинам:

1) процедура P^1_1 относится в основном к изменению технологического процесса лесозаготовок, где в настоящее время происходят качественные изменения, которые нельзя не учитывать при поиске новых КР (по схеме действие — объект — условие);

2) применение процедуры P^6_1 часто приводит к необычным результатам из-за преодоления психологического барьера;

3) использование процедур P^1_2 и P^6_4 объясняется тем, что лесная техника является древней отраслью и забытые идеи нередко становятся полезными на новой ступени развития отрасли;

4) процедура P^4_3 для лесной техники в основном связана с необходимостью сохранения окружающей среды, в первую очередь лесной флоры и фауны;

5) процедуры P^8_3 и P^{10}_3 необходимо использовать из-за природных особенностей технологии лесозаготовок, когда, например, различные машины имеют одну базу и в технологическом процессе должны быть взаимоувязаны по входным и выходным параметрам;

6) процедура P^4_5 необходима как вспомогательное средство для облегчения обработки полученной информации, поскольку чаще всего получается значительное число разнообразных вариантов КР;

7) процедура P^7_5 взята потому, что различные машины имеют одну общую базу и выбор наибольшей доли стандартных узлов и деталей позволяет ускорить внедрение найденных КР;

8) необходимость использования процедуры P^4_6 объясняется тем, что иногда целесообразнее внести изменения в вышестоящую

систему (лесные комбайны, заменяющие собой одно- или многооперацнонные машины) и т. п.

При разработке специализированного метода изменялись и конкретизировались в основном информационные фонды, составленные на основе патентных подборок, имеющихся в НИИ лесной промышленности, и данных технической литературы. Кратко поясним состав и методику формирования специализированных информационных фондов.

М2 — *фонд консультационных (технических) решений.* Составлен по следующим группам устройств:

— лесовалочные машины (одно- и многооперационные) и механизмы— около 1 100 описаний КР**;**

— пильные станки по дереву (для продольной и поперечной распиловки) — около 200 КР;

— сучкорезные машины и инструменты — более 250 КР;

— сортировочные транспортеры для лесоматериалов — более 100 КР;

— окорочные станки — более 2000 КР *;

— дереворежущие пилы (в основном круглые) — около 400 КР.

Кроме того, было составлено эволюционное дерево конструктивных изменений устройств для обработки лесоматериалов резанием по 700 техническим решениям, начиная с грубо обитого каменного топора дошелльской эпохи до современной лесовалочной техники.

М3 — *список требований* для рассматриваемого класса устройств (проблем). Включает группы конструктивных, технологических, эксплуатационпых требований, требования по унификации, взаимодействиию с окружающей средой, эргономике, эстетике, инженерной психологии и др.

М6 — *специализированный фонд эвристических приемов.* Составлен на основе межотраслевого фонда приемов. Эвристические приемы конкретизированы по результатам анализа более 2500 КР, собранных из патентной и технической литературы. Анализ показал, что существующие КР в основном найдены с использованием 2, 3, 5, 8, 9, 11, 12, 14-й групп эвристических приемов. Специализированный фонд включает 60 эвристических приемов.

М7 — *фонд КР ведущего класса машин.* В лесном машиностроении к ведущему классу относится технологическое оборудование по резанию металлов и машины горнорудной промышленности. В целом группы машин указанных отраслей выделяются по функциональному признаку. Например, конструкции устройств по распиловке лесоматериалов аналогичны конструкциям устройств для разрезания металлического проката или для резания горных пород и т. д.

Использование фонда КР ведущего класса машин позволяет перенять готовые идеи и КР при проектировании лесной техники.

М8. *Методы оценки и выбора вариантов КР* используются без изменения, так как они имеют инвариантную межотраслевую структуру.

Специализированный эвристический метод использовался при разработке некоторых объектов лесной техники

2.5. Обобщенный алгоритм формирования рекомендаций

Алгоритм программного порождения различных вариантов рекомендаций аналогичен алгоритму порождения последовательности натурального ряда чисел в позиционной системе счисления с различным числом возможных цифр в каждом разряде. Число разрядов при этом равно числу фрагментов, а число цифр в каждом разряде равно числу вариантов рекомендаций для каждого фрагмента.

В консультируемых проблемах допустимы не любые сочетания параметров. Запреты на конкретные виды сочетаний специфичны для каждой предметной области и хорошо известны специалисту, имеющему в этой области опыт работы. Если обобщить указанный подход и продолжить детализацию консультационной задачи, можно любую рекомендацию представить в виде древовидного графа (графа фрагментов рекомендаций консультируемых проблем и их признаков), получаемого декомпозицией рекомендации на блоки (фрагменты) вплоть до неделимых (рис. 2.8) с учетом альтернатив их реализации.

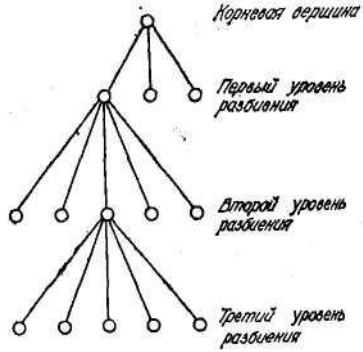


Рис. 2.8. Дерево фрагментов и их признаков при формировании рекомендаций

При этом вершинами (типа И или ИЛИ) графа являются фрагменты сформированной рекомендации и ее признаки, а ребра графа показывают соподчиненность между фрагментами, между фрагментами и их признаками. Максимальное количество признаков фрагментов рекомендаций содержится на конечных вершинах графа.

Нетрудно видеть, что каждому варианту рекомендации консультационной задачи соответствует частный случай выборки из такого графа альтернатив рекомендаций отдельных блоков и самих блоков, т. е. частный путь на графе от конечной вершины к корневой. Из множества возможных рекомендаций не все являются независимыми друг от друга. Существует некоторая иерархия выбора, когда выбор, сделанный на некоторой стадии формирования рекомендации, существенно снижает свободу выбора не следующей за ней стадии.

Обобщенный алгоритм поиска (формирования) новых рекомендаций определяет взаимосвязь базовых консультационных процедур и эвристических приемов консультационного процесса при решении консультационных задач и основывается на детальном сравнительном исследовании большой группы методов поискового консультирования. Определяемые им основные этапы E_i поиска (формирования) рекомендации и используемые при этом массивы информации M_j могут быть представлены в следующем виде:

E1 — определение общественной потребности в решении задач консультируемой проблемы *(M1, M2);*

E2 — определение цели решения задачи;

E3 —предварительное изучение задачи *(M3, M4);*

E4 — сбор и анализ информации о задаче *(M4);*

E5 — исследование задачи;

E6 — выбор параметров проблемы и предъявление к ней ограничений (требований) *(M1);*

E7 — уточнение формулировки задачи;

E8 — формулировка конечной задачи;

E9 — выявление технических и физических противоречий в консультируемой проблеме *(M5);*

E10 — выбор поисковых консультационных процедур и эвристических приемов *(M6, M7);*

E11 — поиск рекомендаций решения консультационной задачи;

E12 — анализ и проработка рекомендаций решения задачи *(M3, M4);*

E13 — формирование рациональных вариантов рекомендаций;

E14 — выбор наиболее рационального варианта рекомендации;

E15 — развитие и упрощение варианта рекомендации;
E16 — анализ технико-экономической эффективности сформированной рекомендации;
E17 — обобщение результатов решения задачи.
При этом используются массивы информации:
M1 — список требований, предъявляемых к проблеме и рекомендациям;
M2 — список методов выявления недостатков в рекомендации;
M3 — фонд функциональных элементов;
M4 — фонд рекомендаций, включая последние наиболее эффективные запатентованные рекомендации;
M5 — список методов выявления причин возникновения недостатков в рекомендации;
M6 — фонд эвристических приемов;
M7 — список поисковых консультационных процедур;
M8—список методов оценки и выбора вариантов рекомендации.

На каждом из выделенных выше этапов формирования новых рекомендаций E_i выполняются определенные процедуры обработки информации p_i^k, где i — порядковый номер этапа, k — порядковый номер процедуры. Общее количество процедур k_i на каждом из этапов E_i при i = 1, 2, ..., 17 соответственно равно 7, 8, 18, 14, 12, 23, 18, 7, 8, 2, 3, 12, 13, 15, 17, 6 и 6. Эти процедуры обобщают опыт консультантов и рекомендуются для непосредственного использования, при этом часть из них может быть программно реализована и перенесена на машинные носители для осуществления диалогового режима формирования новых рекомендаций.

Рассмотрим фонд эвристических приемов, обеспечивающих преобразование прототипов формируемых рекомендаций в искомые по консультационному заданию. Большинство эвристических приемов содержит в себе информацию о двух важных моментах, необходимых для программирования и использования приема.

Во-первых, прием указывает пространство переменных, которые следует изменять в прототипе с целью получения улучшенной рекомендации.

Во-вторых, в нем указан шаг изменения переменных, т. е. указано, как или на какую величину нужно изменить переменные.

Приемы разделения

1. Изменить характер функционального соединения между элементами проблемы (ЭП), повысив степень свободы перемещения одних элементов по отношению к другим.
2. Разделить проблему на две части: «неудобную» (тяжелую) и «удобную» (легкую), передвигать только последнюю часть.

3. Разделить проблему на две части: «объемную» и «необъемную»; вынести объемную часть за пределы, ограничивающие объем.

4. Разделить проблему на части так, чтобы каждая часть могла быть решена с наименьшими материальными затратами .

5. Разделить проблему на части так, чтобы приблизить каждую часть к тому месту, где она эффективно функционирует или поставить каждую часть в благоприятные для ее функционирования условия.

6. Разделить проблему на части, после чего каждую часть проблемы решить отдельно, а затем произвести «сборку».

7. Разделить элементы проблемы (ЭП) на несколько частей с тем, чтобы при выходе из строя одной части консультируемая проблема в целом сохраняла работоспособность.

8. Выделить из свойств проблемы вредное свойство и изолировать (нейтрализовать) его.

9. Разделить движущийся поток элементов проблемы «перегородкой» на два или несколько потоков.

10. Разделить проблему на части так, чтобы их можно было заменить при изменении режима функционирования.

Приемы совмещения

11. Одна рекомендация или элемент рекомендации (ЭР) может быть использованы в нескольких проблемах.

12. Один ЭР одновременно может выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других ЭР.

13. Один ЭР по принципу «матрешки» размещается внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.

14. Соединить (скомбинировать) в одно целое такие ЭР, которые отдельно могут выполнять определенные функции, могут иметь самостоятельное назначение и могут продолжать выполнять те же функции в новой проблеме.

15. Перейти от последовательного ведения этапов консультационного процесса к параллельному.

16. Ликвидировать вредные факторы за счет ЭР, имеющих другое основное назначение.

17. Вести работу без «холостых ходов» по принципу непрерывного полезного действия.

18. Реализация рекомендации должена позволить выполнять не только основную функцию проблемы, но и должна позволить самой себя обслуживать, выполняя вспомогательные операции.

Приемы упрощения

19. Изменить характер функционального соединения между ЭР, снизить степень влияния одних ЭР на другие.

20. Соединить однородные (или предназначенные для смежных операций) рекомендации или их элементы.

21. Заменить разноплановые рекомендации одной унифицированной рекомендацией.

22. Заменить сложные ЭР простыми.

23. Убрать «лишние элементы», изменить при необходимости характер функционального соединения между оставшимися ЭР и потерять при этом «один» процент (1%) эффекта.

24. Отбросить ЭР, не имеющие существенного функционального назначения (во многих случаях это относится к традиционно и архаично устойчивым рекомендациям).

Приемы переноса рекомендаций из другой консультируемой области

25. Перенести рекомендацию из других консультируемых областей (ответить на вопрос: «Как решаются в других консультируемых областях задачи, подобные данной?»).

26. Применить «обратные» рекомендации (ответить на вопрос: «Как решаются в других консультируемых областях задачи, обратные данной, и нельзя ли использовать эти рекомендации?»).

27. Использовать «прообразы» природы.

Приемы преобразования содержания

28. Выяснить влияние содержания ЭР на интересующие технико-экономические показатели; изменить его так, чтобы улучшились эти показатели.

29. Нарушить симметрию содержания ЭР или формируемой рекомендации в целом.

30. Перейти от одних содержаний частей рекомендаций к другим

31. Устранить неэффективные по содержанию приемы (ошибки) в ЭР.

Приемы введения и использования новых ЭР

32. Присоединить к сформированной рекомендации новые ЭР.

33. Рекомендовать использовать новые функции в существующих ЭР.

34. Рекомендовать использовать новые источники энергии.

35. Рекомендовать использовать новые силы (теплового расширения, капиллярного разбухания, упругие, центробежные, магнитные, аэрогидродинамические, обратные связи и т. п.).

36. Рекомендовать использовать пневмо- и гидроконструкции, гибкие оболочки, пленки, нити и др.

37. Заменить часть рекомендации или ее элемент аналогичным по своему основному функциональному назначению.

Приемы «наоборот»

38. Рекомендовать сделать движущиеся части объекта неподвижными, а неподвижные — движущимися.

39. Рекомендовать перевернуть объект «вверх ногами» или положить его на бок, изменить ориентацию удлиненных элементарных объектов (ЭО), сблизить удаленные ЭО и наоборот, изменить направление вращения и др.

40. Поменять функциональное назначение у частей рекомендации.

41. Рекомендовать выполнить жесткую часть объекта из материала, допускающего изменение формы при работе.

42. Усилить вредные факторы рекомендации настолько, чтобы они перестали быть вредными.

Приемы профилактической компенсации

43. По принципу предварительного напряжения рекомендовать заранее придать ЭО изменения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим изменениям.

44. Рекомендовать компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой, или за счет внешних сил (центробежных, магнитных, аэрогидродинамических и др.).

45. Рекомендовать компенсировать чрезмерный расход энергии получением какого-либо дополнительного эффекта.

46. Рекомендовать компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

47. Рекомендовать заранее расставить объекты так, чтобы они могли сразу вступать в действие без затрат времени на доставку.

48. Для уменьшения простоев и повышения надежности рекомендовать создать легко используемый запас рабочих органов.

49. Рекомендовать предусмотреть покрытие и защиту легкоповреждаемых ЭО.

Приемы «обратить вред в пользу»

50. Использовать вредные факторы рекомендации для получения положительного эффекта.

51. Устранить вредный фактор рекомендации по принципу «клин клином» за счет сложения с другим вредным фактором.

52. Противопоставить вредному эффекту (фактору) рекомендации по принципу «клин клином» этот же эффект, взятый наоборот.

53. Рекомендовать допустить аварию или поломку, которых требуется избежать. После этого «узаконить» на уровне рекомендации происшедшие изменения так, чтобы исчезла нозможность возникновения этого вредного фактора в последующем.

Приемы количественного изменения

54. Увеличить (уменьшить) число одновременно действующих рекомендаций или их элементов.

55. Изменить «традиционные» значения параметров проблемы или консультационного процесса.

56. Уменьшить значение требуемого показателя почти до нуля или, ниоборот, увеличить на порядок.

Приемы изменения условий функционирования проблемы

57. Рекомендовать заменить более вредное трение скольжения трением качения и наоборот.

58. Рекомендовать заменить поступательное (прямолинейное) движение вращательным и наоборот.

59. Рекомендовать заменить «традиционную» сложную траекторию движения консультируемого объекта прямой или окружностью и наоборот.

60. Рекомендовать изменить цвет или сделать ЭО прозрачными.

61. Рекомендовать изменить агрегатное состояние ЭО.

62. Рекомендовать изменить условия функционирования так, чтобы не приходилось поднимать или опускать консультируемый объект.

63. Рекомендовать изменить условия функционирования так, чтобы по принципу проскока вредные или опасные стадии процесса выполнялись на большой скорости.

Приемы перехода в другое измерение

64. При формировании рекомендаций следует помнить, что трудности, связанные с движением (или размещением) по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться (размещаться) в двух измерениях (на плоскости). Соответственно упрощаются другие задачи при переходе от движения (размещения) в плоскости к трехмерному пространству, и наоборот, трудности могут быть устранены путем понижения меры пространства.

65. Перейти от «одноэтажной» компоновки к «многоэтажной».

66. Выйти за «традиционные» пределы (границы) времени или пространства.

Приемы изменения среды

67. Рекомендовать изменить параметры физико-механической или химической среды.

68. Рекомендовать изменить размеры, форму, массу объектов среды, взаимодействующих с усовершенствованным объектом.

69. Рекомендовать, чтобы объекты среды, взаимодействующие с консультируемой проблемой, должны быть сделаны из того же материала и наоборот.

70. Рекомендовать изменить агрегатное состояние объекта среды.

71. Рекомендовать изменить цвет или сделать прозрачными объекты среды.

72. Рекомендовать заменить физико-механическую или химическую среду или некоторые объекты, окружающие консультируемый объект.

73. Рекомендовать исключить некоторые объекты и факторы среды.

Приемы частичного решения

74. При формировании рекомендации надо помнить, что получить 99% требуемого эффекта иногда намного легче, чем реализовать все 100%. Задача перестает быть трудной, если отказаться от 1% (что нередко можно сделать).

75. Рекомендовать, что пусть будут сначала удовлетворены не все требования; с оставшимися легче работать.

76. Рекомендовать постараться найти решение поставленной задачи без учета затрат.

77. Рекомендовать заменить дорогостоящую долговечность дешевой недолговечностью.

78. Рекомендовать использовать вместо сложного, дорогостоящего или крупного объекта его упрощение, дешевые и прочные копии или модели.

Приемы динамизации

79. Характеристики элементов рекомендаций и рекомендаций в целом должны быть меняющимися и оптимальными на каждом этапе консультационного процесса или в новом режиме.

80. Рекомендовать отбросить (отцепить, сжечь, растворить, испарить и т. д.) выполнившую свое назначение часть объекта.

81. Рекомендовать перейти от непрерывной подачи энергии (мощности) к периодической или импульсной.

Приемы «скачка к идеалу»

82. Сформировать при постановке консультационной задачи «идеальную» рекомендацию, а затем превратить ее в «жизнеспособную» с использованием изложенных выше приемов.

83. Определить с помощью приемов 1—81 после решения консультационной задачи, в результате которого изменились некоторые ЭР, как должны быть изменены другие ЭР, чтобы эффективность рекомендации в целом повысилась.

84. Определить после сформированной рекомендации, как должны быть изменены объекты среды, взаимодействующие с консультируемым объектом, чтобы его эффективность еще повысилась.

85. Проверить, можно ли сформированную рекомендацию эффективно применять по-новому или в другой проблемной области.

86. Использовать сформированную рекомендацию при решении других консультационных задач.

Из 86 приведенных приемов для 65 (75%) возможна формализация и принципиальная программная реализация. При этом удобно отдельные приемы объединять в группы, так как они требуют аналогичных или близких поисковых консультационных процедур и могут быть описаны одной программой.

Целесообразное разделение приемов на программируемые группы с наименованием соответствующих программ приведены в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Систематизация эвристических приемов и программ

Обозначение	Программа	Номер приема, описываемого программой	Число приемов
Р1	Поиск оптимальных значений непрерывных переменных	1, 16, 19, 28, 33, 42, 43, 50 54, 55, 56, 66, 67, 68, 74, 79	16
Р2	Поиск плоских и объемных оптимальных форм	13, 20—26, 29, 30, 31, 57—59, 60, 78, 84	17
Р3	Определение оптимальной конструктивной размерности пространства	64, 65	2
Р4	Определение оптимальной ориентации и положения тел в пространстве	9—10, 18, 38, 39, 40, 44—46, 62	9
Р5	Определение оптимального размещения элементов в пространстве	2—7, 9, 10, 13, 14, 20, 31, 37, 41, 47, 66, 80	17
Р6	Поиск оптимальной зависимости изменения параметров во времени	17, 65, 62, 63, 79, 81	6
Р7	Перенос (изменение) времени действия	11, 12, 15, 20, 31, 43, 54, 75	8
Р8	Определение оптимальных значений компонент вектора скорости движения	1, 2, 27, 38, 39, 38, 63	7
Р9	Определение оптимального числа и состава степеней свободы движения	1, 19, 64	3
Р10	Определение оптимальных видов материала	4, 33, 41, 49, 52, 60, 61, 67, 69, 70, 72, 77	12
Р11	Унификация и стандартизация непрерывных и дискретных параметров	6, 10, 12, 21, 22, 24, 32, 37, 28	9
Р12	Замена элемента (состояния или действия) *А* на *Б*	21, 22, 33, 37, 57, 60, 61, 67, 69, 70, 71, 72, 78	13
Р13	Определение оптимального числа и состава элементов, описываемых кортежами	4, 5, 11, 12—14, 22—24, 28, 32, 36, 45, 49, 79	15
Р14	Диалоговая программа поиска улучшенных структур, новых технических объектов и принципов действия	18, 23, 25, 26, 27, 32, 37, 50—53, 73—76, 82—86	19

Обозначения приемов соответствуют перечню, описанному выше. На основе изучения патентной и научно-технической информации легко выявить, что рекомендации высоких уровней (глубокого содержания) получаются в результате использования двух, трех и более эвристических приемов одновременно или в определенной последовательности. Имеются некоторые стабильные «образования» приемов, позволяющие решать консультационные задачи определенных классов, которые целесообразно программно реализовать в качестве конкретных макроприемов консультирования.
Суть указанных программ в основном ясна из их наименования и описаний соответствующих приемов. Все выделенные возможные программы можно разделить на две группы:

1) *P1, P4* относятся к методам параметрической оптимизации;

2) *P2, P3, P5—P14* — к методам структурной оптимизации, при этом *P14* содержит трудноформализуемые консультационные процедуры.

Предлагаемые эвристические программы включают набор обобщенных поисковых консультационных процедур, применимых к большинству консультационных задач. При этом целесообразна и необходима доработка обобщенных программ, связанная с отраслевой и предметной привязкой и ориентацией.

Следует отметить, что эвристические приемы включают все известные направления математического программирования. Как следует из табл. 2.10, в приведенных программах объединены известные постановки и методы решения задач математического программирования с непрерывными переменными, а также целочисленных и смешанных задач математического программирования. Алгоритмическая же база программы *P14,* характеризующаяся адаптивной стратегией многошагового консультационного процесса — формирование рекомендаций, *обеспечивается методами динамического программирования*.

Рассмотренный выше обобщеный эвристический алгоритм может быть приспособен к выбранным классам решаемых консультационных задач путем преобразования его в некоторый частный алгоритм, из которого заведомо исключены неэффективные консультационные процедуры. Этому способствует большой и разнообразный объем информации, заложенный в используемых массивах, и широкий набор универсальных и специализированных консультационных процедур на соответствующих этапах.

Для решения конкретных консультационных задач в частный алгоритм, как правило, включаются все этапы, имеющиеся в обобщенном алгоритме. Упрощение идет за счет сокращения числа

неуниверсальных консультационных процедур, выбираемых с учетом специфики решаемой консультационной задачи. Соответственно изменяются и массивы информации.

Важно подчеркнуть, что синтез частного эвристического алгоритма проводится с обязательным участием консультанта-пользователя системой атоматизированного консультирования (САК), высококвалифицированного специалиста в своей области. Структурная схема синтеза частного эвристического алгоритма показана на рис. 2.9.

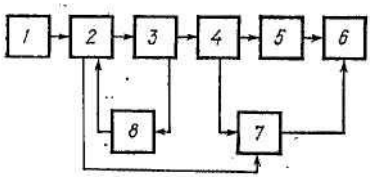


Рис. 2.9. Структурная схема синтеза частного эвристического алгоритма

Схема состоит из следующих блоков: изучение специфики пространства формируемых рекомендаций консультируемой проблемы и ее взаимосвязи с пространствами рекомендаций других проблем (*1*); создание фонда рекомендаций *(2);* выявление тенденций развития проблемы и соответствующей отрасли техники *(3);* разработка списка требований, предъявляемых к рекомендациям *(4);* выбор консультационных процедур на этапах (5); синтез частного алгоритма *(6);* оптимизация массивов информации (7); корректировка фонда рекомендаций *(8).*

Поиск новых рекомендаций реализуется преимущественно в научно – исследовательских консультационных центрах.

Консультационный прогноз, обеспечиваемый подсистемой поиска новых рекомендаций, служит основой формирования целей консультируемой проблемы, оценки возможностей и путей их достижения, оценки уровня качества новых рекомендаций.

Информационное обеспечение подсистемы поиска новых рекомендаций следует строить с учетом отраслевой специфики и межотраслевой универсальности. Первая ограничивает разумными пределами объем информационной базы данных, вторая — обеспечивает возможность взаимосвязи с базами данных других отраслей. Основу информационного обеспечения составляют массивы патентной и научно-технической отраслевой информации и методы ее систематизированной целевой обработки.

2.6. Автоматизированный синтез рекомендаций с использованием функциональных элементов

Функционирование консультируемых проблем осуществляется на использовании определенных функциональных элементов (ФЭ). Принципы действия консультируемых проблем можно промоделировать на компьютере и как результат моделирования проблемы синтезировать рекомендации, реализация которых позволит решить задачу консультируемой проблемы. С помощью соответствующих автоматизированных подсистем консультирования можно осуществлять синтез рекомендаций по принципам действия ФЭ:

1) на основе одного или нескольких параллельно действующих ФЭ;
2) на основе нескольких последовательно действующих ФЭ.

При этом во втором случае обеспечивается условие совместимости ФЭ между собой, т. е. размерность физических величин выходной реакции предыдущего ФЭ совпадает с размерностью величин входного воздействия последующего ФЭ.

Большинство сведений о ФЭ в настоящее время представлено в науках, ориентированных на познание явлений природы, а не на использование ФЭ в консультировании. Информация о ФЭ в процессе консультирования трансформируется консультантом в удобную для него форму. Такая «трансформация» содержит три стадии:

1) выявление функционального элемента;
2) установление ограничений;
3) формирование модели.

Рассмотрим каждую стадию, состоящую из этапов, в отдельности (рис. 2.10): тип воздействия *(1);* физическая среда *(2);* ФЭ (результат) *(3);* описание сущности ФЭ *(4);* применение (5); характеристики воздействия *(6);* конкретизация характеристик ФЭ (7); характеристики параметров ФЭ *(8);* физическая модель ФЭ *(9);* получение дополнительной информации *(10).*

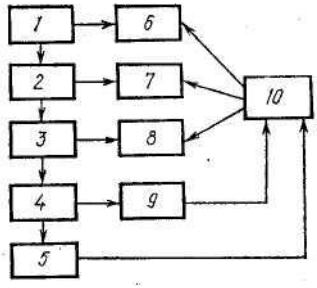


Рис. 2.10. Структурная схема алгоритма синтеза описания функционального элемента

На первой стадии должна быть получена информация о типе воздействия (этап *1),* физической среде (этап *2)* и результате воздействия (этап *3).* Физическая среда, на которую оказывается то или иное воздействие, может быть представлена любым физическим полем (электромагнитное, электрическое и др.), веществом в любом агрегатном состоянии, физическими частицами (атомы, электроны и др.).

На физическую среду извне может быть оказано какое-либо воздействие. Например, на твердое тело может воздействовать электромагнитное или электрическое поле, другое твердое тело (удар, давление, изгиб) и другие материальные объекты. Воздействие внешней среды на данное физическое тело выражается в виде конкретной функции (нагревание, изгиб, вращение, трение и т. п.). При этом физический эффект по своему характеру может быть различным: выделение теплоты, колебания электрического тока, вращение плоскости поляризации, исчезновение удельного сопротивления проводника (сверхпроводимость) и др. Известные человеку физические эффекты позволили создать всю совокупность имеющихся объектов техники. Любой ФЭ обеспечивает в проблеме выполнение определенной функции. В том случае, если от одного заданного воздействия нельзя получить требуемую функцию, последовательно объединяют несколько ФЭ.

На *второй стадии* процесса синтеза описания ФЭ (рис. 2.10) к информации первой стадии добавляется информация о характеристике параметров воздействия, самого физического тела и результата воздействия. Проводимая работа на второй стадии соответствует этапам *4—8.* Каждое воздействие внешней физической среды на данный материальный объект осуществляется в определенных ограничениях и условиях. Как правило, налагаются ограничения на физические параметры внешней среды (температура, давление, напряженность магнитного поля и т. п.), на характер взаимодействия и др. Такими ограничениями могут быть: определенное направление электрического тока, направление деформации по отношению к каким-то граням кристалла, магнитное поле перпендикулярно к направлению тока и т. д.

Ограничениями определяются и пределы, в которых функционирует тот или иной ФЭ. При синтезе принципа действия объекта консультирования выбор ФЭ производится с обязательным учетом

условий их проявления. Если этого не выполнить, то объект оказывается недоработанным или его функционирование сопровождается нежелательными последствиями.

Любой ФЭ характеризуется совокупностью физических параметров, при этом последние имеют определенные количественные или качественные ограничения. Например, выделение тепла происходит в месте спая разнородных проводников, электрические заряды накапливаются на гранях кристалла, электрическое поле имеет поперечное направление и т. д. С учетом ограничений можно оценить, как качественно может быть выполнена заданная функция тем и иным ФЭ. От правильного выбора ФЭ для консультируемой проблемы в большой мере зависит его функционирование. Условия функуионирования проблемы должны обязательно укладываться в рамки ограничений на используемые ФЭ. Таким образом, *вторая стадия синтеза описания ФЭ важна не только тем, что дает более полное описание ФЭ, а и тем, что позволяет варьировать результатом воздействия путем изменения параметров воздействия или характеристик физической среды.*

Для оценки и выбора ФЭ в процессе консультирования исключительно важное значение имеет информация о соотношении между воздействием и эффектом, между входом и выходом ФЭ. Это *третья стадия* синтеза описания ФЭ, включающая все этапы структурной схемы рис. 2.10. Выражение взаимосвязи между воздействием и эффектом является физической моделью ФЭ. Все ФЭ могут быть подразделены на *две группы*: преобразования входного воздействия (причина) $S^{j}_{\text{п}}$ в выходной эффект (следствие) $S^{i}_{\text{с}}$ другой физической природы и преобразования входного воздействия $S^{j}_{\text{п}}$ в выходной эффект $K\ S^{j}_{\text{п}}$, где K — некоторый коэффициент преобразования.

Формальное описание ФЭ можно представить в виде

$$(S^{1}_{\text{п}}, S^{2}_{\text{п}}, \ldots S_{\text{п}}{}^{m}) \rightarrow (S^{1}_{\text{с}}, S^{2}_{\text{с}}, \ldots S^{n}_{\text{с}}). \qquad (2.6)$$

В свою очередь

$$S^{j}_{\text{п}} = (A, B_j, C);\ S^{i}_{\text{с}} = (A, B_i, C, D), \qquad (2.7)$$

где A — физические объекты (тела, вещества, поля), носители воздействия; B_j — наименование j-го события (причины); B_i — наименование i-го события (следствия); C — физические объекты, подвергающиеся воздействию; D — ограничения, накладываемые на A, B_i и C.

С помощью выражений (2.6) и (2.7) можно организовать информационный массив, содержащий известные ФЭ, или фонд ФЭ. Последний используется в автоматизированной подсистеме синтеза рациональных принципов действия консультируемых проблем. При

этом *под принципом действия консультируемой проблемы будем понимать физическую реализацию его главной функции одним и несколькими ФЭ.*

Автоматизированная подсистема содержит функциональные блоки, обеспечивающие ввод входной информации (технические требования, параметры и др.); синтез множества ФЭ для консультиркемой проблемы; печать выходной информации.

Входная информация в виде консультационного задания (КЗ) может быть представлена в виде следующей структурной формулы:

$$T = (H, F, G, E, C), \qquad (2.8)$$

где H — служебная составная часть, имеющая значение: «Требуется создать (устройство, способ, вещество) для ...»; F — описание обобщенной функции (устройства, способа, вещества); G — ограничения, накладываемые на F; E — средства реализации обобщенной функции, изложенные на языке физики; C — как и ранее, физические объекты, подвергающиеся воздействию.

При составлении КЗ консультант должен описать наибольшее по возможности число вариантов описания E.

Для выбора ФЭ, необходимых для синтеза искомого принципа действия, сравнивают варианты описания E из формулы (2.8) с вариантами описания B_i из выражения (2.7) в каждом ФЭ массива. Выбор производится до совпадения содержания хотя бы одного варианта E с одним из вариантов E_t.

При этом для описания частей B_i в ФЭ и E в КЗ создается *специальный словарь терминов, в котором группы терминов систематизируются по иерархическому принципу и по родственным признакам.* Такая систематизация позволяет в значительной мере автоматизировать выбор необходимых терминов для B_i и E.

Синтез множества ФЭ заключается в построении такой их последовательности (цепочки), когда входное воздействие первого ФЭ соответствует входным параметрам консультируемой проблемы, а выходной эффект последнего — ее выходным параметрам. Кроме того, к основной цепочке ФЭ могут примыкать дополнительные, предназначенные для реализации дополнительного входного воздействия в ФЭ с несколькими входами; для компенсации или устранения сопутствующих эффектов; для обеспечения необходимых условий существования ФЭ в звеньях цепочки.

Выходная информация может печататься в виде последовательной цепочки из шифров или условных обозначений ФЭ. Расшифровка принципа действия осуществляется по каталогу ФЭ в виде следующей структурной формулы:

$$ПД = F, C, (\alpha, B_i, \beta, B_j, A, C, D), \qquad (2.9)$$

где α — служебное слово «в виде»; β — служебное слово «в результате», а A, B_i, B_i, F, C и D принимаются из выражений (2.6)— (2.8). При реализации заданной функции с помощью более одного ФЭ член формулы (2.8), стоящий в скобках, повторяется соответствующее число раз.

2.7. Выбор критериев оптимальности при формировании рекомендаций

На разных консультационных этапах консультирования проблемы перед консультантами встает задача выбора наилучшего варианта из множества допустимых сформированных рекомендаций, удовлетворяющих предъявляемым требованиям.

Само по себе формирование рекомендаций есть компромисс. Формируя рекомендации, необходимо взвешивать суждения о ценности, что включает рассмотрение многих факторов, в том числе экономических, технических, научных, социальных и чисто человеческих.

Сформировать «правильную» рекомендацию — значит выбрать такую альтернативу из числа возможных, в которой с учетом всех разнообразных факторов будет оптимизирована общая ценность. Задача «оптимального консультирования» заключается в определении вектора $\mathbf{X}=(x_1 \ ..., \ x_m)$ оптимальных параметров формируемых рекомендаций по решению задач консультируемой проблемы исходя из технических и технико-экономических критериев оптимальности и поставленных ограничений. Переменные консультирования **X** являются внутренними переменными, допускающими варьирование. Использование рационального комплекса критериев представляет собой основной метод творческой деятельности при оптимальном консультировании. От того, как составлен комплекс критериев, зависит успех консультации. Процесс формирования рекомендаций при оптимальном консультировании характеризуют следующие основные черты*: наличие цели (критериев оптимальности) и альтернативных вариантов формируемых рекомендаций и учет существенных факторов при консультировании*.

Понятие «оптимальная рекомендация» при консультировании имеет вполне определенное толкование «лучшая» в том или ином смысле рекомендация, допускаемая обстоятельствами. В подавляющем большинстве случаев одна и та же консультационная задача может быть решена несколькими способами, приводящими не только к различным выходным характеристикам, схемам и рекомендациям, но даже и к физическим принципам, положенным в основу

консультируемой проблемы. При этом одна из рекомендаций может превосходить другую по одним свойствам и уступать ей по другим. В этих условиях часто чрезвычайно трудно сказать не только какая из рекомендаций оптимальна, но даже какая из них предпочтительнее.

Если при консультировании проблем можно выделить один параметр, которому отдается безусловное предпочтение и который наиболее полно характеризует свойства консультируемой проблемы, то естественно этот *параметр принять за целевую функцию*. Такой выбор целевой функции лежит в основе критериев оптимальности, называемых *частными критериями*. При оптимизации по частным критериям *задача консультирования сводится к задаче оптимизации выбранной целевой функции при условии соблюдения определенных ограничений.* При этом одна часть параметров подпадает под категорию ограничений, а другая часть параметров, на которые не накладываются ограничения, принимается такой, какой получилась при оптимизации целевой функции.

Для решения однокритериальных консультационных задач создан и уже успешно применяется развитый математический аппарат, в том числе аппарат исследования операций.

Альтернативы, перед которыми оказываются консультанты сложных проблем, в большинстве случаев не могут быть отнесены к однокритериальным задачам. Любая проблема, особенно проблема сложная, *характеризуется многими параметрами*, определяющими ее качество и ценность. Среди этих параметров есть такие, значения которых желательно всемерно увеличивать, есть и такие, которые желательно минимизировать.

Существующие взаимосвязи между параметрами любой консультируемой проблемы и ограничения, накладываемые на параметры, не позволяют консультантам проблемы увеличить, насколько это желательно, все те характеристики, возрастание которых повышает качество решения проблемы, и уменьшить до предела все те параметры, минимизация которых усугубляет проблему.

Таким образом, ограничения и связи между отдельными параметрами консультируемой проблемы приводят к необходимости *идти на компромисс и выбирать для каждой характеристики не максимально возможное в принципе значение, а меньшее, но такое, при котором и другие важные характеристики тоже будут иметь приемлемые значения*. Поэтому при выборе варианта формируемых рекомендаций нельзя ограничиваться сравнением их по одной какой-либо характеристике, а необходимо принимать во внимание всю их совокупность. Задачи консультирования, проводимые по нескольким

критериям оптимизации, носят название *многокритериальных,* или *задач векторной оптимизации.*

Все известные методы векторной оптимизации непосредственно или косвенно сводят консультационные задачи к задачам скалярной оптимизации. Иначе говоря, частные критерии F_i (**X**), i = l, 2,…, n, тем или иным способом объединяются в *составной критерий*
F (**X**) =Φ(F_1(**X**), ..., F_n(**X**)), который затем максимизируется (или минимизируется). Если составной критерий получается в результате проникновения в физическую сущность функционирования проблемы и вскрытия объективно существующей взаимозависимости между частными критериями и составным критерием, то оптимальная рекомендация является объективной. Однако отыскание подобной взаимозависимости чрезвычайно сложно, а может быть, и не всегда возможно. Поэтому на практике составной критерий обычно образуют путем формального объединения частных критериев, что неизбежно ведет к субъективности получаемой «оптимальной» рекомендации. Составной критерий иногда называют *обобщенным* или *интегральным критерием.*

В зависимости от того, каким образом частные критерии объединяются в обобщенный критерий, *различают критерии* ***аддитивные, мультипликативные и минимаксные*** **(*максиминные*).**

Если оптимизация ведется без учета статистического разброса характеристик, то соответствующий критерий оптимальности называют *детерминированным критерием,* если разброс параметров учитывается, то имеем *критерий статистический.* Статистические критерии оптимальности более полно отражают представление о качестве формируемых рекомендаций, однако их использование, как правило, при автоматизированном консультировании ведет к значительному увеличению затрат машинного времени.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся на практике способы выбора критериев оптимальности.

Частные критерии. При формировании рекомендаций с использованием частных критериев в качестве целевой функции F**(X)** принимается наиболее важный выходной параметр консультируемой проблемы, все остальные параметры в виде соответствующих условий функционированности относятся к ограничениям. В этом случае ***задача оптимального консультирования является однокритериальной задачей математического программирования: максимизировать (или минимизировать) значение целевой функции***

$$F(\mathbf{X}) \rightarrow \max\ (\min)$$

при наличии системы ограничений на параметры консультируемой проблемы.

Из постановки задачи математического программирования вытекает, что параметры, для которых выполняются ограничения в виде строгих неравенств, имеют определенный запас по сравнению с заданными консультационными требованиями. Ряд параметров, для которых условия функционированности имеют вид равенств, запасов вообще не имеет, и любые изменения консультационных требований для этих параметров приводят как к изменению характеристик и структуры консультируемой проблемы, так и к изменению значения целевой функции.

Частные критерии довольно широко используют при формировании рекомендаци для решения проблем из различных областей.

Пример 1. *Ставится консультационная задача: сформировать рекомендации, которые необходимо использовать при проектирование технологического оборудования - переносного автомата для забивания стальных дюбелей в бетонные стены*. Переносной автомат для забивания стальных дюбелей в бетонные стены состоит из корпуса с магазином, содержащим запас дюбелей, подающе-спускового механизма с зарядами и ствола (рис. 2.11).

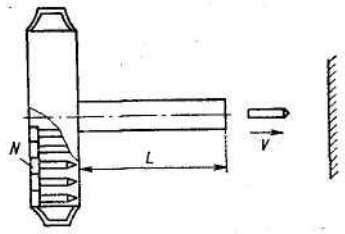


Рис. 2.11. Технологический автомат

Требуется определить основной конструктивный параметр автомата — длину ствола L — при следующих исходных данных: число дюбелей, помещающихся в магазине, $N \geq 12$, масса одного дюбеля с расходуемым на него зарядом m = 50 г, масса ствола 1,6 кг/м, масса корпуса 2 кг, критерий оптимальности — минимальная масса заряженного автомата.

При фиксированной величине заряда и заданной массе дюбеля скорость V выбрасывания дюбеля связана с длиной ствола L соотношением $V=k\sqrt{L}$, где k = 150 $м^{0,5}/с$. Минимально допустимая скорость дюбеля определяется экспериментально: V_{min}=100 м/с. Масса автомата при минимально допустимом числе дюбелей в магазине определяется как $F(L)= 1,6L + 0,05N + 2=l,6L+2,6$.

Задача проектирования автомата сводится к минимизации целевой функции

$$F(L) = 1{,}6L + 2{,}6$$

при ограничении

$$150\sqrt{L} \geq 100.$$

Решение задачи оптимизации имеет вид: $L = 0{,}445$ м, $F(L) = 3{,}31$ кг. График области компромисса для массы автомата 6 кг показан на рис. 2.12.

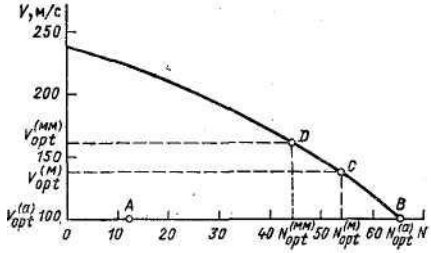


Рис. 2.12. Область решения задачи оптимизации технологического автомата

Здесь точки *A* соответствует оптимальному решению данной задачи по критерию минимума массы автомата.

Аддитивные критерии. *В аддитивных критериях целевая функция образуется путем сложения нормированных значений частных критериев.* Частные критерии имеют различную физическую природу и в соответствии с этим — различную размерность. Поэтому *при образовании обобщенного критерия следует оперировать не с «натуральными» критериями, а с их нормированными значениями.* Нормированные критерии представляют собой отношение «натурального» частного критерия к некоторой нормирующей величине, измеряемой в тех же единицах, что и сам критерий. При этом выбор *нормирующего делителя* должен быть логически обоснован. Возможны несколько подходов к выбору нормирующего делителя.

Первый подход предлагает принимать в качестве нормирующего делителя директивные значения параметров, заданные клиентом. Логически слабым моментом такого подхода является негласное предположение того, что в КЗ на консультируемую проблему заданы оптимальные значения параметров рекомендаций и что совокупность заданных значений критериев рассматривается как образцовая.

Второй подход предполагает выбор в качестве нормирующих делителей максимальных значений критериев, достигаемых в области реализуемости сформированных рекомендаций (в области

компромисса). Возможен подход, при котором в *качестве нормирующих делителей выбирают разность между максимальным и минимальным значениями критерия в области компромисса.*
Выбор подхода к формированию безразмерной формы частных критериев в значительной степени носит субъективный характер и должен обосновываться в каждом конкретном случае.

Пусть при консультировании некоторой проблемы существует n частных критериев. Тогда целевая функция задачи оптимизации при применении аддитивного критерия имеет вид

$$F(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^{n} c_i \frac{F_i(\mathbf{X})}{F_i^{(0)}(\mathbf{X})} = \sum_{i=1}^{n} c_i f_i(\mathbf{X}). \qquad (2.10)$$

Здесь c_i — весовой коэффициент i-го частного критерия; $F_i^{(0)}(\mathbf{X})$—i-й нормирующий делитель; $f_i(\mathbf{X})$—нормированное значение i-го частного критерия.

Функция (2.10) позволяет осуществлять компромисс, при котором улучшение значения одного нормированного частного критерия компенсирует ухудшение значений других.

Введение весовых коэффициентов должно учитывать различную значимость частных критериев при формировании аддитивного критерия. Определение весовых коэффициентов сталкивается с серьезными трудностями и обычно сводится либо к использованию формальных процедур, либо к применению экспертных оценок.

С появлением обобщенного критерия исчезают логические проблемы, связанные с установлением взаимосвязей между частными критериями различной размерности и выбором наилучшего варианта формируемой рекомендации, и остаются лишь вычислительные трудности. Но аддитивный критерий имеет ряд недостатков, главный из которых состоит в том, что он не вытекает из объективной роли частных критериев в функционировании проблемы и выступает поэтому как формальный математический прием, придающий задаче удобный для решения вид. Другой недостаток заключается в том, что в аддитивном критерии может происходить взаимная компенсация частных критериев. Это значит, что значительное уменьшение одного из критериев вплоть до нулевого значения может быть покрыто возрастанием другого критерия. Для ослабления этого недостатка следует вводить ограничения на минимальные значения частных критериев и их весовых коэффициентов. Несмотря на слабые стороны обобщенный аддитивный критерий позволяет в ряде случаев успешно решать многокритериальные задачи и получать полезные результаты.

Пример 2. По исходным данным примера 1 сформировать рекомендации по определению конструктивных параметров L и N переносного автомата при условии, что масса заряженного автомата не должна превышать 6 кг, а частными критериями эффективности автомата являются скорость выбрасывания дюбеля V и число дюбелей N, помещающихся в магазине. Выбор этих критериев объясняется тем, что чем выше V, тем надежнее дюбеля проникают в бетон любой марки, а чем больше N, тем удобнее работать с автоматом. По мнению экспертов-консультантов оба критерия V и N в нормированном виде имеют одинаковую важность.

Найдем оптимальные рекомендации с помощью аддитивного критерия. Для нормирования найдем N_{max} и V_{max}. Величину N_{max} определяют из условия V_{min} =100 м/с. Уравнение баланса масс имеет вид

$$1{,}6L + 0{,}05N + 2 = 6.$$

Из этого уравнении следует, что N_{max} = 65. Для отыскания V_{max} будем считать, что в автомате находится только один дюбель. Тогда $V_{max} = 150\sqrt{L_{max}}$=236 м/с. Нормированные частные критерии будут иметь вид

$$f_1(V) = V/236;\ f_2(N)=N/65.$$

Аддитивный критерий эффективности автомата

$$F(V, N) = f_1(V) + f_2(N) = V/236 + N/65.$$

Для определения максимального значения аддитивного критерия $F(V, N)$ с учетом ограничения на массу автомата воспользуемся методом неопределенных множителей Лагранжа. В результате решения задачи оптимизации получаем $V^{(a)}_{opt}$ =100 м/с, $L^{(a)}_{opt}$ = 0,445 м, $N^{(a)}_{opt}$ =65. На рис. 2.12 данному решению соответствует точка B.

Мультипликативные критерии. Аддитивные критерии основаны на использовании принципа справедливой компенсации абсолютных значений нормированных частных критериев. *Но в ряде консультационных задачах более целесообразным является оперирование не с абсолютными, а с относительными изменениями значений частных критериев.*

Принцип справедливой относительной компенсации формулируется следующим образом: *справедливым следует считать такой компромисс, когда суммарный уровень относительного снижения значений одного или нескольких критериев не превышает суммарного уровня относительного увеличения значений других критериев.*

В математической форме условие оптимальности на основе принципа справедливой относительной компенсации имеет вид

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta F_i(\mathbf{X})}{F_i(\mathbf{X})} = 0, \tag{2.11}$$

где $\Delta F_i(\mathbf{X})$—приращение величины i-го критерия; $F_i(\mathbf{X})$— первоначальная величина i -го критерия.

Полагая $\Delta F_i(\mathbf{X}) \to F_i(\mathbf{X})$, можно представить (2.11) как дифференциал натурального логарифма, тогда

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta F_i(\mathbf{X})}{F_i(\mathbf{X})} = \sum_{i=1}^{n} d\left(\ln F_i(\mathbf{X})\right) = d\left(\ln \prod_{i=1}^{n} F_i(\mathbf{X})\right) = 0. \tag{2.12}$$

Из выражения (2.12) следует, что принцип справедливой относительной компенсации приводит к *мультипликативному обобщенному критерию оптимальности*

$$F(\mathbf{X}) = \prod_{i=1}^{n} F_i(\mathbf{X}).$$

Мультипликативный критерий образуется путем простого перемножения частных критериев в том случае, если все они имеют одинаковую важность. В случае неравноценности частных критериев вводятся весовые коэффициенты c_i и мультипликативный критерий принимает вид

$$F(\mathbf{X}) = \prod_{i=1}^{n} F_i^{c_i}(\mathbf{X}). \tag{2.13}$$

Достоинством мультипликативного критерия является то, что при его использовании не требуется нормировка частных критериев. Недостатки критерия: критерий компенсирует недостаточную величину одного частного критерия избыточной величиной другого и имеет тенденцию сглаживать уровни частных критериев за счет неравнозначных первоначальных значений частных критериев.

Пример 3. По исходным данным примера 2 определить рекомендуемые конструктивные параметры технологического автомата по мультипликативному критерию вида

$$F(V, N) = VN.$$

Для отыскания максимума функции $F(V, N)$ составляем функцию Лагранжа

$$\Phi(V, N, \lambda) = VN + \lambda (4 — 1{,}6L — 0{,}05N),$$

где λ — множитель Лагранжа.

Выражая длину ствола L через скорость V и решая задачу оптимизации, получаем $V^{(a)}_{opt}$ =137 м/с, $L^{(a)}_{opt}$ = 0,833 м, $N^{(a)}_{opt}$ =53, что соответствует точке C на рис. 2.12.

Использование мультипликативного критерия в задаче оптимизации привело к другим значениям параметров технологического автомата по сравнению с решением задачи с аддитивным критерием оптимальности. Это объясняется тем, что диапазоны взаимной компенсации абсолютных и относительных изменений частных критериев V и N неодинаковы. Поэтому в каждом конкретном случае консультационного процесса следует тщательно анализировать и обосновывать целесообразность учета либо абсолютных, либо относительных изменений значений частных критериев и в зависимости от степени важности этих отклонений рекомендовать вибрать либо аддитивный, либо мультипликативный критерий оптимальности

Минимаксные критерии. В теории векторной оптимизации особое место занимает принцип компромисса, основанный на идее равномерности. На базе этого принципа работают минимаксные (максиминные) критерии.

Сущность принципа максимина заключается в следующем. При консультировании сложных проблем при наличии большого числа частных критериев довольно трудно, а зачастую и невозможно установить аналитическую взаимосвязь между критериями. Поэтому, основываясь на идее равномерного компромисса, стараются найти такие значения консультационных переменных $\mathbf{X}=(x_1, ..., x_m)$, при которых нормированные значения всех частных критериев становятся равными между собой, т. е.

$$f_i(\mathbf{X}) = K,\ i = 1, 2, \ldots n. \qquad (2.14)$$

С учетом весовых коэффициентов важности частных критериев выражения (2.14) трансформируются в соотношения вида

$$c_i f_i(\mathbf{X}) = K,\ i = 1, 2, \ldots n. \qquad (2.15)$$

При большом числе частных критериев из-за сложных взаимосвязей иногда чрезвычайно трудно добиться выполнения соотношений (2.14) и (2.15). В этом случае оказывается полезным применение принципа максимина, заключающегося в такой вариации значений консультационных переменных **X**, при которой последовательно «подтягиваются» те нормированные критерии, численные значения которых в исходной рекомендации оказались наименьшими. Вследствие того что операции производятся в области компромисса, подтягивание «отстающего» критерия неизбежно приводит к снижению значений части остальных критериев. Но при проведении ряда шагов можно добиться определенной степени уравнивания

противоречивых (конфликтных) частных критериев, что и является целью принципа максимина.

Формально принцип максимина формулируется следующим образом: *нужно рекомендовать выбрать такое* $\mathbf{X}^{(0)} \in \mathbf{X}$, *на котором реализуется максимум из минимальных значений частных критериев, т. е.*

$$F\left(\mathbf{X}^{(0)}\right) = \max_{\mathbf{X}} \min_{i} \{f_i(\mathbf{X})\},\ i = \overline{1, n},\ \mathbf{X} = (x_1 \ldots, x_m).$$

Такой принцип выбора $\mathbf{X}^{(0)}$ иногда носит название «принципа гарантированного результата». Он заимствован из теории игр, где, по существу, является основным принципом.

Если частные критерии $f_i(\mathbf{X})$ следует минимизировать, то самым «отстающим» критерием является тот, который принимает максимальное значение. В этом случае принцип равномерной компенсации формулируется в виде минимаксной задачи:

$$F\left(\mathbf{X}^{(0)}\right) = \min_{i} \max_{\mathbf{X}} \{f_i(\mathbf{X})\},\ i = \overline{1, n},\ \mathbf{X} = (x_1, \ldots, x_m). \tag{2.16}$$

Для обоснования геометрической интерпретации принципа минимакса приведем ряд определений из теории выпуклых множеств.

Пусть Q — некоторое множество, определенное в пространстве E^n. Множество Q называют *выпуклым,* если отрезок, соединяющий любые две точки этого множества, целиком принадлежит этому множеству. Другими словами, Q — выпуклое множество, если для любых $\mathbf{x}^{(i)}, \mathbf{x}^{(j)} \in Q$ и любого $0 \le \lambda \le 1$ справедливо

$$\mathbf{x} = \lambda \mathbf{x}^{(i)} + (1 - \lambda)\, \mathbf{x}^{(j)} \in Q.$$

Величину $\mathbf{x}$ называют *средневзвешенной* по элементам $\mathbf{x}^{(i)}$ и $\mathbf{x}^{(j)}$ с весами λ и $(1 - \lambda)$.

Пусть $A = \{\mathbf{A}^{(1)}, \ldots, \mathbf{A}^{(k)}\}$ — конечное множество точек в пространстве E^n. Конечное множество точек (рис. 2.13, *а)* не является выпуклым, однако может быть заключено в выпуклую оболочку *S(A)* (рис. 2.13,*б*).

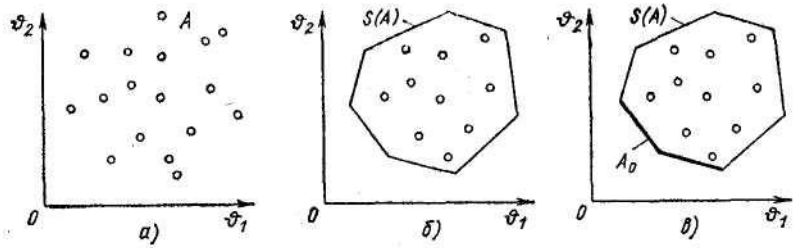


Рис. 2.13. Иллюстрация понятия выпуклой оболочки и области компромисса

Выпуклой оболочкой *S(A)* конечного точечного множества *A* называют пересечение всех выпуклых множеств Q_i, подмножествами которых является *A*. В частности, если $A \subset Q_1$ и $A \subset Q_2$, то $S(A) \subset Q_1 \cap Q_2$.

Из данного определения следует, что выпуклая оболочка *S(A)* является наименьшим выпуклым множеством, содержащим *A*. Выпуклой оболочкой конечного точечного множества *A* на плоскости является выпуклый многоугольник, вершинами которого являются крайние точки множества *A*, а выпуклой оболочкой конечного множества *A* в пространстве E^n — выпуклый многогранник. Точку $\mathbf{x}^*$ называют крайней точкой конечного множества *A*, если ни для каких $\mathbf{A}^{(i)}, \mathbf{A}^{(j)} \in A$ она не может быть представлена в виде

$$\mathbf{x}^* = \lambda \mathbf{A}^{(i)} + (1 - \lambda)\, \mathbf{A}^{(j)}, \quad 0 < \lambda < 1.$$

Заметим, что в этом определении λ не может принимать значений 0 и 1. Это означает, что крайняя точка не может лежать внутри отрезка, соединяющего любые две точки множества *A*, а может быть лишь концевой точкой этого отрезка. Выпуклая оболочка конечного множества *A* есть множество средневзвешенных по элементам множества *A*.

Геометрическая интерпретация принципа минимакса заключается в следующем.

Пусть консультируется проектирование некоторго объекта по *n* частным критериям $v_i = f_i(\mathbf{X})$, i=1, 2, …, *n*. Каждый вариант объекта может быть предстанлен в пространстве E^n в виде точки $\mathbf{A}^{(l)}$ с координатами $\mathbf{A}^{(l)}=(v_1^{(l)}, \ldots, v_n^{(l)})$, а множество рекомендуемых вариантов может быть отображено в конечное множество точек $A=\{\mathbf{A}^{(1)},\ldots,\mathbf{A}^{(k)}\}$, заключенное в выпуклую оболочку *S(A)*.

Таким образом, область формирования рекомендаций при проектировании ограничена выпуклой оболочкой *S(A)* в пространстве E^n.

Пусть все частные критерии минимизируются. Тогда областью компромисса является левая нижняя граница выпуклой оболочки *S(A*), а сформированная рекомендация должна находиться в области компромисса (рис. 2.13, *в*). В общем случае при неравнозначных критериях $v_i = f_i(\mathbf{X})$ сформированная рекомендация на основе принципа равномерной компенсации будет соответствовать такой точке $\mathbf{A}^{(0)}$, лежащей в области компромисса, для которой будут удовлетворяться соотношения

$$c_i \vartheta_i = K, \; c_i \geqslant 0, \; \sum_{i=1}^{n} c_i = 1, \; i = \overline{1, n}. \tag{2.17}$$

Заметим, что направление, определяемое вектором $\mathbf{C}=(c_1 \ldots, c_n)$, задается в первом ортанте в пространстве E^n. Произвольный вектор весовых коэффициентов **C**, удовлетворяющий соотношениям (2.17), будем интерпретировать как предпочтение частных критериев $v_i = f_i(\mathbf{X})$ друг перед другом, выраженное в количественной шкале.

Остановимся на определении направления, порождаемого вектором **C** в пространстве E^n. Это направление задается углами β_i, i=1, 2, …, n, между осями координат и радиусом-вектором **C**. Тогда

$$\cos\beta_i = \frac{(\vartheta^*,\ \mathbf{e}_i)}{\|\ \vartheta^*\ \|\ \ \|\ \mathbf{e}_i\ \|} = \frac{\vartheta_i^*}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\vartheta_i^{*2}}},\ i=\overline{1,\ n},$$

где $\mathbf{e}_i$= (0, ..., 0, 1, 0..... 0) — орт оси v_i , $\boldsymbol{v}^*=(v^*_1, \ldots, v_n^*)$ — точка, находящаяся на луче **C**.

Исходя из отношений для различных пар углов β_i и β_j (i, j = 1, 2, …, n), запишем систему линейно независимых уравнений, из которой могут быть найдены неизвестные направляющие косинусы:

$$\cos\beta_i/\cos\beta_j = \vartheta_i^*/\vartheta_j^*,\ i,\ j=\overline{1,\ n},\ \sum_{i=1}^{n}\cos^2\beta_i = 1. \tag{2.18}$$

С другой стороны, в силу соотношений (2.17) для точки v^* справедливо

$$v_i^* / v^*_i = c_i/c_i,\ i,j = 1, 2, \ldots, n,\ i\neq j.$$

Учитывая эти соотношения, можно переписать (2.18) следующим образом:

$$\cos\beta_i/\cos\beta_j = c_i/c_i,\ i,\ j=\overline{1,\ n}, i\neq j,\ \sum_{i=1}^{n}\cos^2\beta_i = 1. \tag{2.19}$$

Решая (2.19), получим выражение для направляющих косинусов вектора **C**:

$$\cos\beta_i = \prod_{j=1}^{n} c_j \Big/ \sqrt{\sum_{q=1}^{n}\prod_{\substack{j=1\\ j\neq q}}^{n} c_j^2},\ i=\overline{1,\ n}. \tag{2.20}$$

Если все частные критерии равноценны, т. е. $c_i = 1/M$, i = 1, 2, …, n, то

$$\cos\beta_i = 1/\sqrt{M},\ i=\overline{1,\ n}.$$

При наличии двух частных критериев для равноценных критериев направляющие косинусы имеют вид

$$\cos\beta_1 = \cos\beta_2 = 1/\sqrt{2},$$

что соответствует биссектрисе координатного угла $v_1 0 v_2$ (рис, 2.14, *а*),

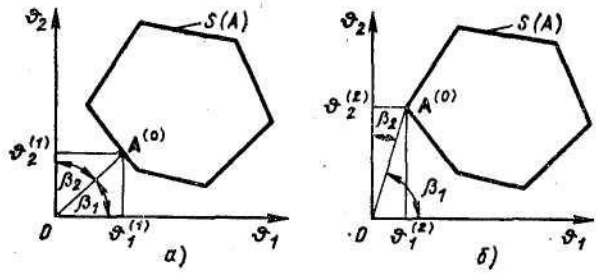


Рис. 2.14. Геометрическая интерпретация принципа миниимакса

Если $c_1 > c_2$, что указывает на то, что частный критерий v_1 предпочтительней второго, то $\cos \beta_1 \cos \beta_2$ в силу соотношения (2.20). Так как $\beta_1+\beta_2=\pi/2$, то вектор, определяемый этим предпочтением, проходит вблизи от $0v_2$, т. е. около оптимума (минимума) первого критерия (рис. 2.14,*б*).

Пример 4. По исходным данным примера 2 определить конструктивные параметры технологического аппарата по минимаксному критерию. Критериями эффективности являются длина ствола L и число дюбелей N в магазине.

Желательно, чтобы оба критерия имели максимально возможное численное значение. В нормированном виде критерии эффективности определены в примере 2:

$$f_1(L) = k\sqrt{L}/V_{\max} = 150\sqrt{L}/236;\ f_2(N) = N/N_{\max} = N/65.$$

Решение по критерию минимакса имеет вид $L^{(\text{мм})}_{\text{opt}}$=1,13 м, $N^{(\text{мм})}_{\text{opt}}$ = 44, $V^{(\text{мм})}_{\text{opt}}$ =159,4 м/с, $f_1(L)=f_2(N)$=0,677, что соотиетствует точке D на рис. 2.12.

Сделаем краткие выводы по формированию рекомендаций по выбору критериев оптимальности при автоматизированном консультировании проблем. Выбор критерия оптимальности является сложной методологической проблемой и, как правило, может производиться неоднозначно. Источником сложности этой проблемы прежде всего служит противоречивость целей, преследуемых при консультировании любой проблемы. Стоимость и надежность функционирования, энергоемкость и производительность, микроминиатюризация и массогабаритные параметры всегда находились и будут находиться в противоречии друг с другом. Поэтому если в КЗ на консультирование заложено, что требуется сформировать рекомендации по оптимизизации одого из параметров консультируемой проблемы при соблюдении ограничительных

требований на остальные параметры, то необходимо сформировать частный критерий ***F(X)***. В этих случаях задача оптимального консультирования сводится к задаче оптимизации критерия ***F(X)*** с учетом заданных ограничений. При наличии нескольких критериев оптимальности аддитивный критерий выбирают тогда, когда существенное значение имеют абсолютные значения критериев при выбранном векторе параметров консультирования **X**; если же существенную роль играет изменение абсолютных значений частных критериев при вариации вектора переменных **X**, то в этом случае целесообразно применять мультипликативный критерий оптимальности. Если перед консультантом стоит задача достижения равенства нормированных значений конфликтных частных критериев, то оптимальное формирование рекомендации следует проводить по минимаксному критерию.

2.8. Методы задания предпочтения на множестве частных критериев

При автоматизированном консультировании проблем клиента консультант взаимодействует с техническими средствами системы автоматизированного консультирования (САК) в интерактивном режиме. В процессе этого взаимодействия на основе анализа множества альтернативных вариантов сформированных рекомендаций, получаемых с помощью технических и программных средств САК, консультант должен принять решение по выбору оптимального варианта сформированных рекомендаций по решению консультируемой проблемы, т. е. решить задачу выработки предпочтения среди некоторого множества альтернативных вариантов сформированных рекомендаций. Решение консультант принимает на основе выбранных критериев. При существовании одного частного критерия принятие решения производится однозначно путем сравнения значений данного критерия для различных альтернативных вариантов рекомендаций.

В многокритериальных задачах оптимального консультирования возникает необходимость объективной оценки важности частных критериев, включаемых в аддитивный, мультипликативный или минимаксный критерий оптимальности. Оценивают важность частных критериев $F_i(\mathbf{X})$, i=l, 2, …, n, с помощью весовых коэффициентов c_i согласно (2.10), (2.13) и (2.15), которые должны количественно отражать важность соответствующих частных критериев. Значения c_i выбирают исходя из анализа современного мирового уровня развития донной отрасли, из требований к консультируемой проблеме и из существующих возможностей реализации этих требований. Открытие новых физических принципов и разработка новых консультационных

методов могут существенно влиять на значения весовых коэффициентов.

Рассмотрим основные подходы к решению задачи выработки предпочтения на множестве частных критериев.

Экспертные оценки. В теории экспертных оценок разработан ряд методов проведения экспертизы. Наиболее эффективными в проводимых исследованиях оказались методы ранжирования и приписывания баллов.

Метод ранжирования заключается в следующем. Пусть экспертиза проводится группой из l экспертов, которые являются квалифицированными специалистами в той области проблем, по которым необходимо сформировать рекомендации по решению задач консультируемых проблем. Метод ранжирования основан на том, что каждого эксперта просят расставить частные критерии $F_i(\mathbf{X})$, i=l, 2, …, n, консультируемой проблемы в порядке их важности. При этом цифрой 1 обозначают наиболее важный частный критерий (параметр), цифрой 2 — следующий по степени важности частный критерий и т. д. Эти ранги преобразовывают таким образом, что ранг 1 получает оценку n, ранг 2— оценку (n—1) и т. д. до ранга n, которому присваивается оценка 1, где n — число частных критериев. Зная преобразованный ранг $r_i^{(k)}$ i-го критерия у k-го эксперта (k=1, 2,…, l), весовые коэффициенты c_i, i=l, 2,…, n определяют из следующего соотношения:

$$c_i = \sum_{k=1}^{l} r_i^{(k)} \Big/ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{l} r_i^{(k)}, \; i = \overline{1, n}. \tag{2.21}$$

Метод приписывания баллов основан на том, что эксперты оценивают важность частного критерия по шкале 0—10. При этом разрешается оценивать важность дробными величинами или приписывать одну и ту же величину из выбранной шкалы нескольким критериям. Зная балл $h_i^{(k)}$ i-го критерия у k-го эксперта, весовые коэффициенты c_i можно найти из (2.21), заменив в нем $r_i^{(k)}$ на

$$H_i^{(k)} = h_i^{(k)} \Big/ \sum_{i=1}^{n} h_i^{(k)}.$$

Последний называют весом, подсчитанным для i-го частного критерия $F_i(\mathbf{X})$ па основе оценок k -го эксперта.

Важное место занимает обработка результатов экспертных оценок. Если рассматривать результаты оценок каждого из экспертов как реализации некоторой случайной величины, то к ним можно применять методы математической статистики.

В общем случае при определении степени важности частного критерия $F_i(\mathbf{X})$ получают набор оценок $r_i^{(k)}$, k=1, 2,…, l, подлежащих статистической обработке. Среднее значение оценки

$$r_i = \sum_{k=1}^{l} (\mu_k r_i^{(k)}) \Big/ \sum_{k=1}^{l} \mu_k,$$

где μ_k — коэффициент авторитета k -го эксперта ($0 \le \mu \le l$).

Среднее значение оценки r_i выражает коллективное мнение группы экспертов. Степень согласованности мнений экспертов характеризуется величиной

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^{l} (r_i^{(k)} - r_i)^2 / l,$$

называемой *дисперсией экспертных оценок.* Ясно, что чем меньше величины дисперсии, тем с большей уверенностью можно опираться на найденное значение r_i оценки степени важности частного критерия $F_i(\mathbf{X})$. Надежность экспертизы тем выше, чем меньшую долю среднего значения составляет среднеквадратический разброс оценок σ. Поэтому в качестве меры надежности приведенной экспертизы часто принимают $\beta = \sigma / r_i$ и называют *вариацией.*

По среднему значению оценки r_i определяются весовые коэффициенты:

$$c_i = r_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} r_i, \; i = \overline{1, n}.$$

Статистическая обработка результатов экспертных оценок подобна статистической обработке результатов измерений. На достоверность экспертизы существенно влияют такие факторы, как численный состав экспертной группы, уровень компетентности экспертов, состав вопросов, предъявляемых экспертам, и т. д.

Индивидуальные экспертные оценки также носят на себе печать случайности: на суждения эксперта влияют не только такие стабильные факторы, как его знания и опыт, но и множество случайных факторов (настроение, самочувствие, обстановка и т. п.).

Формальные процедуры. Методика формального определения весовых коэффициентов основана на анализе современного уровня развития конкретной консультируемой отрасли техники, в области которой производится консультирование. Каждому значению вектора параметров формируемых рекомендаций $\mathbf{X}_k$ соответствует альтернативный вариант S_k формируемой рекомендации, качество (или эффективность) которой может быть оценено различными способами, и в частности в виде аддитивного критерия

$$F^{(k)}(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^{n} c_i f_i^{(k)}(\mathbf{X}), \quad k = \overline{1, m}, \tag{2.22}$$

где $f_i^{(k)}(\mathbf{X})$ — нормированное значение i-го частного критерия для варианта S_k.

Для определения значений $f_i^{(k)}(\mathbf{X})$ построим матрицу параметров $\Theta=[v_i^{(j)}]$ $i=1,2,\ldots,n$, $j=1,2,\ldots,m$, множества $S=\{S_1, \ldots, S_m\}$ альтернативных вариантов. В матрице Θ вектор-строка $\Theta_i=(v_1^{(j)}, \ldots, v_n^{(j)})$ описывает вариант $S_j \in S$ формируемой рекомендации. Для перехода от $v_i^{(k)}$ к $f_i^{(k)}(\mathbf{X})= f_i^k$ при фиксированном векторе переменных консультирования $\mathbf{X}_k$ введем совокупность директивных значении параметров $\Theta_0=(v_1^{(0)}, \ldots, v_n^{(0)})$, устанавливаемых в КЗ на консультирование проблемы. Тогда нормированные (относительные) значения параметров определяются как

$$f_i^{(j)} = \vartheta_i^{(j)} / \vartheta_i^{(0)}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}. \tag{2.23}$$

Определим в матрице Θ величины v_i*- экстремальные (наилучшие) значения всех параметров. Очевидно, что идеальный вариант рекомендации $S_и$ должен описываться всеми v_i*, $i=1, 2,\ldots, n$.

Для оценки степени важности каждого параметра v_i (или каждого нормированного значения параметра f_i) вводится система весов $C=(c_1, \ldots, c_n)$, которая должна отражать усилия, необходимые для достижения экстремальных значений параметров (увеличить значения таких параметров, как производительность, надежность и другие, или уменьшить значения массогабаритных, стоимостных и энергетических параметров). Правильный выбор системы весов открывает возможность целенаправленно воздействовать на улучшение тех или иных параметров рекомендации путем увеличения соответствующих весов c_i. Конечно, для осуществления этой возможности система весов не должна быть застывшей, а должна быть гибкой и должна меняться в зависимости от сущности консультируемой проблемы и состояния развития данной отрасли техники в настоящий момент времени. В основу выбора системы весов положим принцип ограниченности общих затрат, необходимых для решения задач консультируемой проблемы. Это означает, что увеличение затрат на улучшение одних параметров неизбежно вызывает уменьшение затрат на улучшение других параметров.

Методика формального определения весовых коэффициентов базируется на выполнении последовательности процедур выработки предпочтения среди каждой пары показателей f_i и f_k.

Обозначим через f_{ik} значение показателя f_i в варианте рекомендации, в которой максимальные затраты сосредоточены на увеличении

показателя f_k, а через f_i^* — наилучшее значение показателя f_i во множестве альтернативных вариантов S, т. е.

$$f_i^* = \underset{j=\overline{1,m}}{\text{ext}} \{ f_i^{(j)} \}; \; f_{ik} = f_i \mid f_k = f_k^*,$$

где $f_{ik} = f_i \mid f_k = f_k^*$ — значение показателя f_i в варианте S_j для которого $f_k^{(j)} = f_k^*$.

При этом

$$\Delta f_i^* = \ln \left| f_i^* - f_i^{(0)} \right| = \ln \left| f_i^* - 1 \right| \tag{2.24}$$

определяет близость директивного значения показателя $f_i^{(0)} = v_i^{(0)} / v_i^{(0)} = 1$ к наилучшему f_i^*. Чем большее значение придается показателю f_i, тем меньше должно быть Δf_i^*. Следовательно, вес, придаваемый показателю f_i, должен быть обратно пропорционален величине Δf_i^*, что позволяет записать

$$c_i \approx 1 / \Delta f_i^*.$$

Величина

$$\Delta f_{ik} = \ln \left| f_i^* - f_{ik} \right| \tag{2.25}$$

определяет ухудшение показателя f_i в варианте рекомендации, в которой максимальные затраты сосредоточиваются на улучшении показателя f_k. Если величина Δf_{ik} мала, то это означает, что сосредоточение затрат на увеличении f_k не ухудшает существенно f_i^* и что, следовательно, поддержание f_i^* на высоком уровне не требует больших затрат и величина c_i должна быть взята малой, и наоборот. Следовательно, вес показателя f_i должен увеличиваться с увеличением Δf_{ik}. Это утверждение справедливо для любого $k \in \{1.....n\}$, откуда следует, что

$$c_i \approx \sum_{k=1}^{n} \Delta f_{ik}. \tag{2.26}$$

С учетом (2.25) и (2.26) можно записать

$$c_i = \sum_{k=1}^{n} \Delta f_{ik} \Big/ \Delta f_i^* = \sum_{k=1}^{n} l_{ik}, \tag{2.27}$$

где $l_{ik} = \Delta f_{ik} / \Delta f^*_i$ будут тем больше, чем большее значение придается показателю f_i и чем сильнее сказывается на снижении этого показателя сосредоточение усилий на показателе f_k.

Следовательно, величины l_{ik} могут рассматриваться как относительные веса, показывающие относительное превосходство (доминирование) показателя f_i над f_k.

Однако использование (2.27) для определения весов наталкивается на ряд трудностей. Во-первых, описанная методика определения l_{ik} оказывается неприемлемой при $k=i$, т. е. величины l_{ik}, $i=1, 2,\ldots,n$,

остаются неопределенными. Ими, правда, можно было задаться произвольно, однако это вносит произвол в определенние весов c_i. Во-вторых, величины l_{ik}, отражающие, как отмечалось, превосходство показателя l_i над показателем l_k и дающие соответствующие вклады в суммарный вес c_i, входят в (2.27) с коэффициентами, равными единице, т. е. не учитываются веса показателя l_k. В то же время превосходство l_{ik} параметра l_i над l_k может быть превосходством «сильного» над «слабым», поэтому значительность этого превосходства должна быть пропорциональна весу параметра l_k. Исходя из этого, следует заменить в (2.27) величины l_{ik} на $c_i l_{ik}$.

Такой подход приводит к необходимости использования для определения весов *метода итерации*. В нулевом приближении веса всех показателей принимаются одинаковыми и равными $c^{(0)}{}_i = 1$. Далее, если определены веса r-го порядка, то переход к весам r+1-го порядка будем осуществлять по формуле

$$c_i^{(r+1)} = \sum_{k=1}^{n} c_k^{(r)} l_{ik},$$

согласно которой веса первого, второго и т. д. порядков будут

$$c_i^{(1)} = \sum_{k=1}^{n} c_k^{(0)} l_{ik} = \sum_{k=1}^{n} l_{ik};$$

$$c_i^{(2)} = \sum_{k=1}^{n} c_k^{(1)} l_{ik};$$

. . . . . .

Данный процесс довольно быстро приводит к установившейся системе весов, не зависящих от последующих итераций и от величин l_{ii}. В связи с этим значения l_{ii} можно выбирать произвольно, например равными 0,5 или 1. Нормированные веса всех показателей после проведения t итераций определяются как

$$c_i = c_i^{(t)} \Big/ \sum_{i=1}^{n} c_i^{(t)}.$$

Если подмножество параметров $\overline{\Theta}_j \subset \Theta_j$, описывающее вариант рекомендации $S_j \in \overline{S}$, является подмножеством наилучших значений параметров $\Theta_j = (v^{(j)}{}_1 = v_1^*, \ldots, v^{(j)}{}_q = v_q^*)$, то возникает неопределенность при нахождении относительных весов c_i по формуле (2.27).

Для разрешения этой неопределенности перейдем от матрицы параметров $0 = \|v^{(j)}{}_i\|$ к матрице относительных показателей $\mathbf{A} = [f^{(j)}{}_i]$, $i = 1, 2, \ldots, n$, $j = 1, 2, \ldots, m$, элементы $f^{(j)}{}_i$ которой образуются согласно (2.23).

Множество строк $\overline{A} = \{A_1 \ldots A_n\}$ матрицы **A** расщепим на два подмножества $\overline{A}_j$ и A'_j ($\overline{A} = \overline{A}_j \bigcup A'_j$), причем подмножество $\overline{A}_j$ (мощностью q) является порождением множества $\overline{\Theta}_j = (v^{(j)}_1, \ldots, v^{(j)}_q)$ посредством преобразования (2.23), а A'_j (мощностью $n—q$) — порождением множества $\Theta \setminus \overline{\Theta}_j = (v^{(j)}_{q+1}, \ldots, v^{(j)}_n)$.

Сформируем q матриц $\mathbf{A}^{(k)}$ относительных параметров размерности $(n—q+l)m$ таким образом, что множество строк $\overline{A}^{(k)}$ матрицы $\mathbf{A}^{(k)}$ образуется из одного элемента $A_k \in \overline{A}_j$ и всех элементов множества A'_j. Для каждой матрицы $\mathbf{A}^{(k)}$, k=1, 2,…, q, определяют значения весовых коэффициентов $\tilde{c}_k = \tilde{c}_k, \tilde{c}_{k+1}, \ldots, \tilde{c}_n$ согласно описанной выше итерационной процедуре. Поскольку значения весовых коэффициентов c_k параметра f_k в матрицах $\mathbf{A}^{(k)}$, k=1, 2,…, q определены относительно одного и того же подмножества параметров A'_j, то это позволяет найти доминирование параметра f_i над параметром f_k ($f_i, f_k \in A'_j$) как $l_{ik} = \tilde{c}_i / \tilde{c}_k$, а затем все полученные l_{ik}, $i,k \in \{1, \ldots, q\}$ использовать для определения весовых коэффициентов c_i более высоких порядков.

Проиллюстрируем формальную методику определения весовых коэффициентов на примере.

Пример 5. Выбор наилучшего варианта рекомендации по проектированию системы автоматического регулирования. При проектировании системы автоматического регулирования представлено три конкурирующих варианта рекомендаций, эквивалентных по функциональному назначению системы, S_1, S_2 и S_3, параметры которых приведены в табл. 2.12.

Отметим, что все $v_i \le v_i^{(0)}$, i=1, 2, 3 и все параметры целесообразно минимизировать.

Таблица 2.12

Тип системы S_k	Параметры			Относительные показатели		
	ϑ_1^k, с	ϑ_2^k, Вт	ϑ_3^k, усл. ед.	f_1^k	f_2^k	f_3^k
S_1	0,1	10	15	0,17	0,5	1,0
S_2	0,3	13	5	0,5	0,65	0,33
S_3	0,6	7	10	1,0	0,35	0,67
Требования технического задания $\vartheta_i^{(0)}$	0,6	20	15	1,0	1,0	1,0

Примечание. Здесь v_1 — время регулирования; v_2 — энергопотребление; v_3 — сложность аппаратурной реализации; $v_i^{(0)}$ — директивные значения параметров.

В связи с тем что все требования КЗ для всех систем выполнены и не требуется применять определеных усилий для достижения заданных директивных значений переменных, оказывается возможным вместо соотношений (2.24) и (2.25), необходимых для определения весовых коэффициентов параметров, использовать выражения вида

$$\Delta f_i^* = \left| f_i^* - f_i^{(0)} \right| = \left| f_i^* - 1 \right|; \; \Delta f_{ik} = \left| f_i^* - f_{ik} \right|.$$

Из табл. 2.12 следует, что

$$\min_k \{f_1^{(k)}\} = f_1^* = 0{,}17; \; \min_k \{f_2^{(k)}\} = f_2^* = 0{,}35; \; \min_k \{f_3^{(k)}\} = f_3^* = 0{,}33.$$

В табл. 2.13 приведены результаты расчетов величин f_{ik}, $c_i^{(1)}$ и c_i на 1-й итерации. Величины l_{ii} взяты равными 0,5.

Таблица 2.13

f_i	f_1	f_2	f_3	$c_i^{(1)}$	c_i
f_1	0,5	1,0	0,397	1,897	0,372
f_2	0,231	0,5	0,461	1,192	0,234
f_3	1,0	0,507	0,5	2,007	0,394

Рассмотрим формирование элементов первой строки табл. 2.13:

$$l_{11} = 0{,}5; \; l_{12} = \Delta f_{12} / \Delta f_1^* = \left| f_1^* - f_{12} \right| / \left| f_1^* - 1 \right| =$$

$$= \left| 0{,}17 - 1 \right| / \left| 0{,}17 - 1 \right| = 1{,}0;$$

$$l_{13} = |0{,}17 - 0{,}5| / |0{,}17 - 1| = 0{,}397; \; c_1^{(1)} \sum_{k=1}^{3} l_{1k} = 1{,}897;$$

$$c_1 = c_1' \Big/ \sum_{k=1}^{3} c_k^{(1)} = 1{,}897/5{,}096 = 0{,}372.$$

По формуле

$$c_i^{(r+1)} = \sum_{k=1}^{n} c_i^{(r)} \; l_{ik}$$

рассчитывают весовые коэффициенты более высоких порядков. Результаты расчетов сведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

№ итерации	c_1	c_2	c_3
1	0,372	0,234	0,394
2	0,349	0,234	0,417
3	0,350	0,238	0,412
4	0,351	0,237	0,412
5	0,351	0,237	0,412

Из таблицы видно, что значения весовых коэффициентов параметров стабилизировались к четвертой итерации.

Согласно выражению (2.22) определим значение аддитивного критерия для всех вариантов систем:

$$F^{(1)}(\mathbf{X}) = 0{,}590; \; F^{(2)}(\mathbf{X}) = 0{,}466; \; F^{(3)}(\mathbf{X}) = 0{,}710.$$

Поскольку стремимся минимизировать значение аддитивного критерия, наиболее предпочтительным оказывается вариант S_2.

Получили широкое распространение интерактивные методы решения многокритериальных задач, когда информация о важности и предпочтениях приходит как от консультанта, так и от ЭВМ. Уточнение обобщенных критериев и упорядочивание критериев по важности производится на основе диалога консультанта с ЭВМ. Часто для определения наилучшей рекомендации консультанту приходится решать задачи структурной и параметрической оптимизации. При этом модель формирования рекомендации описывается как задача многокритериальной оптимизации. В этом случае используют интерактивный режим оптимизации или диалоговой оптимизации. Консультант может изменить процесс решения задачи на любом этапе, параметры, метод решения, математическое описание задачи. Проблемами здесь являются разработка эффективных пакетов прикладных программ, сценариев диалога, эвристических и точных алгоритмов консультирования с учетом расплывчатости и неопределенности интеллектуальной деятельности консультанта

2.9. Процедура автоматизированного синтеза формирования рекомендаций

2.9.1. Программная генерация вариантов

В процедуре автоматического синтеза формирования рекомендаций можно выделить три этапа:

1) порождение различных допускаемых морфологическим ящиком комбинаций значений параметров, т. е. порождение множества вариантов формирования рекомендаций;

2) вычисление значений важных для клиента характеристик порожденных рекомендаций;

3) выявление лучшей рекомендации на основании анализа характеристик по критериям качества, заданным в конкретном КЗ. Этапом собственно синтеза является этап 1; этапы 2 и 3 — это этапы анализа уже готовых вариантов, порожденных на 1-м этапе.

Рассмотрим подробнее основные моменты, связанные с формализацией этапа программного порождения рекомендаций. Процедура порождения списка рекомендаций при полном переборе аналогична процедуре порождения последовательности чисел в позиционной системе счисления. Число разрядов равно числу параметров. Номер разряда совпадает с номером параметра, а число цифр в разряде равно числу значений данного параметра. Такая процедура, примененная к морфологическому ящику (см. табл. 2.1), начнет генерировать последовательность имен рекомендаций *А*α1, *А*α2, *А*α3, *А*βl, *А*β2, *А*β3, *А*γ1 и т. д. Обратим внимание на то, что эта процедура порождает все возможные варианты рекомендаций независимо от порядка, в котором сами параметры или их значения размещены в морфологическом ящике. Другими словами, при построении ящика не требуется выполнять каких-либо исследований и работ по упорядочению параметров и их значений. Это очень существенное облегчение в случае сколько-нибудь сложных консультируемых проблем.

2.9.2. Запрещенные ветви

В сформированных рекомендациях практически можно реализовать отнюдь не любые комбинации значений параметров. В консультируемых проблемах существует множество ограничений, запрещающих совместное использование определенных фрагментов из-за их несоответствия по киким-либо свойствам. Так, нельзя непосредственно стыковать выход блока, вырабатывающего инверсию некоторой функции, со входом другого блока, требующего прямого значения этой функции.

Если на дереве синтеза изображать лишь практически реализуемые сочетания параметров, то часть его ветвей исчезает, дерево станет нерегулярным, неполным. Ограничения на сочетания некоторых значений параметров, т. е. расположение запрещенных ветвей дерева в

сформированных рекомендациях, не подчиняются какому-либо простому, общему, закону. Эти ограничения специфичны для каждого класса проблем и известны консультанту, специализирующемуся в данной области. Поэтому при разработке программ автоматического синтеза положение запрещенных (или, наоборот, реально выполнимых) ветвей дерева не может быть как-то вычислено, а должно быть записано в память компьютера со слов консультанта (группы консультантов) данной предметной области.

Следует отметить, что именно этот материал по традиции часто квалифицируется как «описательный», «не имеющий должного уровня математизации», и это часто ограничивает ему доступ в научные публикации. При этом упускается из виду то, что граф значений параметров (безразлично, представленный в виде чертежа, списка или словесного описания) передает структуру класса проблем или явлений, т. е. ту их сторону, которую невозможно передать на языке формул математического анализа. Найти же общий вид графа и расположение его запрещенных ветвей в сложных проблемах отнюдь не проще, чем подобрать подходящие математические зависимости для вычисления значений характеристик.

Хранить запрещенные ветви в виде списка нерационально из-за большого его размера, трудоемкости составления и сложности внесения изменений. После исследования ряда вариантом автор пришел к выводу, что наиболее рационально хранить информацию о запрещенных ветвях непосредственно в морфологическом ящике. Этой цели и служат поля условий ящика — табл. 2.1. В поле условий каждого гнезда в виде логических функций записаны условия реализуемости ветви дерева с данным значением параметра. На дереве (рис. 2.1) сплошными линиями показаны ветви, разрешенные полями условий, приведенных в табл. 2.1. Запрещенные ветви показаны пунктиром.

Процедура порождения списка возможных вариантов рекомендаций при наличии в графе запрещенных ветвей работает в общем так же, как было описано выше при порождении полного списка имен всех вершин графа, только каждый раз перед подстановкой в формируемое имя рекомендации очередного значения параметра программа проверяет условие возможности его подстановки. Если условие выполняется, то данное значение вносится в формируемое имя, а если условие не выполняется, то программа пробует следующее значение параметра данного гнезда и т. д.

Теперь обратим внимание на то, что в полях характеристик кроме величин T и Q присутствуют еще специальные однобитовые стыковочные характеристики $X1.1$ и $X2.1$. Стыковочные

характеристики отражают некоторые свойства фрагментов, влияющие на возможность стыковки других фрагментов с данным. Это могут быть, например, признак фазности выходного сигнала (прямой или инверсный), признак допустимой нагрузочной способности фрагмента (до 10 или 30) и т. д. При использовании стыковочных характеристик условия подстановки каждого значения параметра, записанные в поле условий, могут опираться не только прямо на значения других параметров, как например, условие *„А* или *О*" при значении α параметра П2, но также и на стыковочные характеристики других параметров (условие *Х*1.1 при значении β). С введением стыковочных характеристик укорачиваются выражения для условий, сокращается машинное время их проверки. Если не пользоваться характеристиками, то многие условия превращаются в списки-перечисления значений параметра длиной до половины содержимого гнезда. Примером такой цепочки может быть условие при значении α: если бы число значений параметра П1 было не 3, а, скажем, 16 и сумматор α мог стыковаться лишь с теми восемью сдвигателями П1, которые имеют парафазный выход, то условие при α состояло бы из восьми членов, соединенных союзом «или». Если же ввести бинарную стыковочную характеристику едвигатсля «парафазность выхода» *Х*1.2 с возможными значениями: 1 — парафазный и 0 - однофазный выход, то условием при α будет лишь один член — ссылка на значение характеристики *Х*1.2.

Важным достоинством использования в условиях применимости только стыковочных характеристик, а не самих значений параметра, является удобство внесения изменений в списки значений параметров. Если в процессе эксплуатации системы потребуется ввести новое значение какого-либо параметра, достаточно это значение вместе с его характеристиками и условиями применения один раз вписать в соответствующее гнездо. После этого процедура порождения будет автоматически составлять кроме прежних также и все имена рекомендаций с участием нового значения параметров. Аналогично можно вычеркивать устаревшие значения параметров, никак не меняя текст программы синтеза.

Чтобы принятая процедура последовательного формирования имен рекомендаций могла работать, условия обязательно должны опираться на уже построенную часть имени, т. е. аргументами условия должны быть значения параметров или стыковочных характеристик любых гнезд ящика, но обязательно расположенных левее того гнезда, в котором находится это условие. Можно доказать, что это требование выполнимо при любых сочетаниях запрещенных ветвей дерева и при любом порядке следования его ярусов, т. е. параметров в ящике. При этом будет меняться лишь вид выражений для

условий и иногда они могут выглядеть несколько непривычно для консультанта. У параметра, лежащего в самом левом гнезде (П1), поля условий не требуется, поскольку в первом ярусе дерева синтеза запрещенных ветвей не бывает.

Некоторые значения параметров безусловны, т. е. ограничений на их применение нет. В табл. 2.1 кроме параметра П1 безусловным является значение γ параметра П2. Стыковочные характеристики в гнезде параметра П3 не нужны, так как нет параметров, стоящих правее него.

Принятый метод хранения сложных, неправильных графов путем введения в состав морфологического ящика условий применимости данного значения параметра оказывается очень удобным в практике консультирования.

При заполнении морфологического ящика консультанту в каждый момент времени необходимо в поле своего внимания держать лишь ограниченное число запретов на стыковку, а именно только те запреты, которые относятся к рассматриваемому в данный момент значению параметра. О запретах на сочетаемость других значений параметров консультант может в этот момент не думать и может даже совершенно не представлять, как выглядит все дерево целиком с учетом всех ограничений. Заметим, что это было бы безусловно необходимо в случае решения хранить запрещенные или ризрешенные ветви непосредственно в виде списка, размещенного в запоминающем устройстве ЭВМ.

Согласно современным представлениям одна из форм хранения в памяти человека сложных структур — это *семантические сети*, а используемая структура ящика является одной из форм компьтерного представления простой семантической сети в виде *гнездового списка*. Поэтому консультанты предметной области легко могут справляться с заполнением полей условий морфологического ящика, а сложный граф синтеза с большим числом нерегулярных ветвей строит уже сама программа. Форма введения информации в программу, близкая к форме, в которой ее помнит сам консультант, и отсутствие рутинной работы по построению вручную сложного графа являются достоинствами рассмотренного метода хранения структуры проблемы.

Идея использования условий стыковки для хранения деревьев синтеза с запрещенными ветвями базируется на экспериментально наблюдаемых общих чертах строения различных объектов, созданных человеком: запрещенные ветви огромного числа объектов расположены не абсолютно случайно. Практически реализуемые сочетания значений параметров имеют тенденцию образовывать относительно компактные группы. Часто наблюдается стремление к некоторой регулярности, упорядоченности структуры графа. Поэтому

выражения для условий стыковки значений параметров почти всегда оказываются простыми и короткими: каждое условие редко определяется значениями или характеристиками, принадлежащими более чем двум — четырем различным гнездам. Это также обеспечивает простоту заполнения гнезд ящика при разработке программ. Программное воплощение морфологического ящика представляет собой иерархическую списковую структуру и не вызывает каких-либо проблем у программиста.

2.9.3. Ограничения заказчика (клиента)

Все свойства консультируемой проблемы будем делить на *внешние* характеристики и *внутренние* параметры. *Внешние характеристики* — это то, что непосредственно интересует заказчика, например время задержки, объем оборудования, потребляемая мощность и т. п. *Внутренние параметры* — это свойства консультируемой проблемы, которые, оказывая влияние на внешние характеристики, сами по себе заказчика не интересуют. Они играют роль свободных переменных, находящихся в руках консультанта. Выбирая соответствующим образом значения внутренних параметров, консультант обеспечивает требуемые значения внешних характеристик. Для рассматриваемого устройства сложения мантисс внутренними параметрами являются конкретные виды используемых сдвигателей и сумматоров. Смысл деления свойств на внешние и внутренние заключается в различном отношении к ним на разных этапах консультирования. Так, входом всей системы синтеза являются внешние характеристики, а выходом — внутренние параметры, т. е. при синтезе решается задача: *какие должны быть предложены (сформированы) рекомендации для решения задач консультируемой проблемы, обладающей заданными свойствами?* Входом системы анализа, наоборот, являются внутренние параметры, а выходом - внешние характеристики, т. е. ищется ответ на вопрос — *какими свойствами должна обладать консультируемая проблема, имеющая заданную структуру*?

Это деление не абсолютно. Оно верно лишь для данного конкретного КЗ, а в КЗ различных заказчиков на одну и ту же проблему некоторые свойства могут выступать то в роли внутренних, то в роли внешних. Для заказчика, связанного требованиями унификации или имеющего ограниченные возможности снабжения, такие параметры, как конкретный тип того или иного фрагмента, будут внешними характеристиками, задаваемыми в КЗ, а для заказчика, свободного от этих ограничений, те же самые параметры в КЗ не будут указаны. Они будут отданы на откуп консультанту, т. е. окажутся внутренними.

Чтобы заказчик мог самостоятельно задавать ограничения на состав базовых фрагментов, нужно дать ему возможность исключать из морфологического ящика любые нежелательные значения параметров. Для этого в программе автоматического синтеза сумматоров принята табличная форма консультационного задания. Например, для рассматриваемого примера, заказчик заполняет анкету, в которой кроме вопросов, касающихся требуемой разрядности, ограничений на время задержки, объем оборудования и т. п., приведены списки возможных значений всех параметров, характеризующих сумматор. Если какие-либо значения некоторых параметров не устраивают заказчика, он вычеркивает их из списка. На основании этой информации транслятор КЗ создает рабочий дубль морфологического ящика, в котором остаются лишь те значения параметров, которые заказчика устраивают. Только эти значения будут участвовать в порождении вариантов рекомендаций.

Таким образом, заказчик сам определяет, какие параметры в данном акте консультирования будут внутренними, а какие внешними, причем при любом делении программа синтеза остается одной и той же, а запреты, накладываемые на значения параметров, не только не усложняют процесс синтеза, но даже несколько упрощают его, поскольку уменьшают объем перебора.

Методы формирования рекомендаций основанные на целенаправленных алгоритмах, не дают возможности заказчику произвольно запрещать применение любых значений параметров, поскольку всякий строгий алгоритм всегда имеет четко регламентированные списки входных и выходных переменных. Поэтому, если требовать, чтобы какие-то выходные переменные могли становиться входными и наоборот, то для каждой мыслимой комбинации входных и выходных переменных придется создавать свой алгоритм направленного формирования рекомендаций, «хорошего» в данном конкретном случае. Метод же, основанный на исчислении, в нашем случае — на комбинировании фрагментов, напротив, легко позволяет заказчику по своему усмотрению делить параметры, описывающие проблему, например базовые фрагменты — на внешние, значения которых он задает сам, и внутренние, значения которых выбирает программа. Оставленные заказчиком степени свободы программа использует для минимизации значения какой-либо выбранной заказчиком характеристики, например аппаратурных затрат.

Для всех порожденных вариантов рекомендаций вычисляются значения характеристик, по которым будет выполняться отбор. В рассматриваем примере принято, что такими характеристиками

являются время задержки *T* и аппаратурные затраты *Q*. Характеристик может быть и больше. Вычисление внешних характеристик производится блоком программы, содержащим набор формул. Часть значений параметров являются аргументами этих формул, например число разрядов сумматора. Значения других параметров определяют вид формулы. Так, время задержки *T* для сумматоров, отличающихся значениями параметра «Вид переноса» (параллельный или последовательный), вычисляется по совершенно различным формулам. Каждая формула снабжается условиями ее применимости, и набор формул для вычисления каждой характеристики образует список-гнездо, аналогичное рассмотренным гнездам морфологического ящика. В программе автоматического синтеза полезно выделить две составляющие: *инвариантную,* т. е. не зависящую от конкретного типа консультируемой проблемы, общую для довольно широкого класса проблем, и *предметно-ориентированную,* т. е. содержащую специфическую информацию о проблемах конкретного типа. *Инвариантными* являются сама структура морфологического ящика, процедура формирования имени очередного варианта рекомендации, процедуры проверки условий и исключения из ящика запрещенных заказчиком значений параметров. Эти программы можно составлять, совершенно не зная свойств проблемы, для которого они предназначены.

Предметно-ориентированной является информация, содержащаяся в морфологическом ящике: имена параметров, наименования их значений, выражения для условий применимости, характеристики значений параметров, формулы для вычисления характеристик всей проблемы. Эта информация специфична для каждого вида проблемы, и получить ее можно лишь от квалифицированного консультанта конкретной области. Вывести ее с помощью каких-либо формул или общих соображений, не имея знаний о данной предметной области невозможно.

При разработке пакетов программ автоматического синтеза нескольких рекомендаций рационально инвариантную часть сделать в виде универсальной программы и заполнять ее проблемно-ориентированной информацией, относящейся к каждой проблеме.

2.9.4. Синтаксис и семантика синтеза

Следует отметить, что принцип описания консультируемых проблем путем задания возможных значений параметров, записанных в гнездах морфологического ящика, очень близок к логике по Черчу и к структуре исследованных Н. Хомским порождающих грамматик. Все множество проблем данного класса вместе с законами их строения (морфологией) и порождения можно рассматривать как некоторый

язык. *Консультируемая проблема —это начальный символ языка*. Имена параметров — «сдвигатель вправо», «сумматор», «сдвигатель влево» — соответствуют нетерминальным символам языка, а значения параметров, перечисленные в гнездах ящика, — терминальным символом. Последовательность расположения ярусов дерева синтеза задается правилами подстановки грамматики языка. Легко показать, что любой граф с чередующимися вершинами И и ИЛИ соответствует контекстно-свободной грамматике Хомского, а рассматриваемые нами деревья синтеза являются простейшими частными случаями И-ИЛИ графа (описание проблемы должно включать все наименования параметров, а для каждого наименования допустимо значение одно или другое и т. д.

Отмеченная близость структур в двух, казалось бы, различных областях человеческой деятельности свидетельствует, видимо, о глубоком сходстве интеллектуальных процессов, к которым в конце концов сводятся как консультирование различных проблем, так и построение фраз языка. Но консультантам больше понятна идеология морфологического ящика, а программистам — идеология грамматик языка. Поэтому отмеченная аналогия окажется полезной при совместной работе консультантов предметной области и программистов над программами автоматического синтеза. Кроме того, лингвистический подход к процессу синтеза позволит применить уже существующий аппарат формальных грамматик для построения более сильных, многоуровневых программ автоматического синтеза, которые эксплуатируют рекурсивную природу грамматик и могут поэтому использоваться при консультировании весьма сложных проблем.

Исследователи языков кроме понятия «грамматика» (синтаксис) вводят еще понятие «семантика» — *смыслового содержания предложения*. Осмысленные предложения образуют лишь часть всего множества грамматически правильно построенных фраз. Другая часть грамматически правильных предложений бессмысленна. В консультировании аналогом бессмысленных фраз являются имена рекомендаций, образованные при движении по запрещенным ветвям дерева синтеза, изображенного на рис. 2.1. Эти имена вполне допустимы с точки зрения возможности комбинирования (грамматики), но они нереализуемы, невыполнимы, т. е. в данном случае бессмысленны. Правила построения лишь осмысленных комбинаций параметров, т. е. лишь реально выполнимых рекомендаций, предложено записывать в соответствующем поле гнезда в виде условий применимости данного значения параметра (см. табл. 2.1). Введение поля условий применимости значений параметров

является одним из возможных способов формального задания осмысленных комбинаций фрагментов рекомендации, или, другими словами, возможным способом формализации семантики языка синтеза.

2.9.5. О качестве прождаемых рекомендаций

Отметим два характерных критических замечания в адрес метода вариантного синтеза:

I. Если набор фрагментов и законы комбинирования заданы, то тем самым все возможные варианты уже предопределены составителем программы. Возникае вопрос, где же здесь автоматизированное консультирование? Возражение вызвано смешением понятий «способ задания множества рекомендаций» и «нахождение рекомендации данного множества, обладающая определенными свойствами». Если говорить строго, то по этому поводу А. Чёрчем еще в 30-е годы в теории алгоритмов доказано, что существуют перечислимые, но не разрешимые множества. Другими словами, на языке более известных понятий можно утверждать, что любое написанное в ближайшие годы стихотворение должно состоять из известных слов, набор которых ограничен и которые соединены не менее известными правилами грамматики. Однако от этого в общем верного утверждения еще очень далеко до создания конкретного хорошего стихотворения. Точно так же в нашем случае в программу вводятся лишь *словарь, грамматика, семантика и критерий отбора по качеству*. Каких-либо конкретных правил «как сделать хорошо» в программу не вводят. Более того, можно совершенно не знать этих правил.

С чисто практической точки зрения, когда число вариантов рекомендаций возрастает до сотен и тысяч, а характеристики каждой проблемы выявляются лишь в результате расчета, человек уже не в силах достаточно быстро не только назвать наилучшую рекомендацию, но даже хотя бы перечислить без ошибок все возможные варианты. В этом случае перед ним стоит трудная задача и ответ он воспринимает как новую для себя информацию независимо от того, кто его получил, — человек-консултант или программа. Понятие «новое» не абсолютно и в зависимости от точки зрения может трактоваться по-разному. Если в классе достаточно сложных проблем условиться считать, как это принято в системе патентования, что новый и полезный — это такой объект, который, отвечая практическим запросам, отлигчается от созданных ранее, и притом в лучшую сторону, то за программой вправе признать возможность создания нового.

II. Программа использует лишь жестко заданный, ограниченный набор фрагментов и способов их соединения, а человек, используя свои интеллектуальные способности, может расширить этот набор, поэтому рекомендации, порожденные программой, будут всегда примитивнее и хуже рекомендаций, сформированных консультантом. Это замечание относится уже к практической ценности метода вариантного синтеза, и по его поводу рассмотрим *три момента.*

1. Замечание верно, если дело касается науки или искусства. Однако в данном случае рассматривается практическая работа, т. е. синтез рекомендаций, фрагментами которых также в подавляющем большинстве являются изветные рекомендации. А это значит, что набор возможных фрагментов определяется не столько интеллектом консультанта, сколько каталогами предприятий-изготовителей и действующими стандартами. Действительно, обычный консультант традиционных проблем не может выйти за рамки существующих консультационных процессов.

Большую свободу консультанту предоставляют наборы способов построения схем рекомендаций, наборы различных консультационных принципов, приемов, поскольку ассортимент их не является принудительным. Но эти наборы в общем известны и описаны в литературе, а количество различных способов в каждом наборе весьма ограничено. Поэтому в области массовых разработок рекомендаций с точки зрения возможности использовать широкое разнообразие фрагментов и принципов программа практически не уступает человеку. Кроме того, небольшое число реально используемых фрагментов является существенной предпосылкой практической осуществимости полного перебора: поскольку число фрагментов невелико, то и полное число вариантов очень часто оказывается в пределах возможностей машинного перебора.

2. При разработке программы есть возможность прибегнуть к услугам коллектива очень квалифицированных консультантов, поэтому в тех случаях, когда набор фрагментов и принципов может выходить за рамки каталогов, стандартов и массовой литературы, в программу будет заложен более обширный и качественный набор, чем тот, которым реально пользуется огромная армия консультантов средней квалификации.

3. Любая разумно построенная программная система имеет средства для внесения изменений. По мере появления новых фрагментов и появления в литературе новых способов построения схем рекомендаций администратор системы может вводить их в состав программы. Принятый метод хранения множества рекомендаций в

виде морфологического ящика позволяет очень легко расширять список базовых фрагментов.

Таким образом, во многих консультируемых проблемах консультант средней квалификации практически не имеет преимуществ перед хорошо составленной и поддерживаемой программой с точки зрения числа и качества используемых фрагментов и способов их соединения. Что же касается точности хранения один раз введенного материала, скорости порождения вариантов и вычисления их характеристик, то здесь преимущества компьютера очевидны.

2.10. Оптимальность при нескольких критериях

2.10.1. Целевые функции заказчика

В КЗ заказчиков различными могут быть не только списки запрещенных или, наоборот, желательных фрагментов, но и требования к сочетанию значений выходных характеристик. Вот примеры типичных заданий на значения выходных характеристик функциональных узлов определенной разрядности: «Минимально возможное время задержки», «Время задержки не более заданного и при этом минимальны аппаратурные затраты», «Минимальное значение произведения времени задержки на аппаратурные затраты», «Минимально возможные аппаратурные затраты». Важным достоинством методов, основанных на ненаправленном комбинировании значений параметров, в частности метода полного перебора, является их универсальность по отношению к любому виду задания значений внешних характеристик. Действительно, программа порождения вариантов и вычисления их характеристик всего одна и работает она всегда одинаково. Только после окончания ее работы на этапе отбора порожденные схемы проходят через фильтр, настроенный в соответствии с конкретными комбинациями выходных характеристик, указанными в КЗ. Если бы для автоматического построения схемы был принят принцип жесткого, целенаправленного алгоритма, то почти для каждого из приведенных выше примеров формулировки задания пришлось бы строить свою процедуру, поскольку для каждой формулировки «хорошими» оказываются рекомендации из совершенно разных областей пространства параметров. Если учесть, что различных требований на комбинации характеристик может быть очень много, то становится очевидным, что с точки зрения разнообразия обслуживаемых формулировок задания метод полного перебора не имеет себе равных.

2.10.2. Оптимальность по Парето

На рис. 2.15 показано некоторое множество рекомендаций.

Рекомендации изображены в виде точек на плоскости характеристик, важных для заказчика — времени задержки T и аппаратурных затрат Q.

По остальным важным с точки зрения заказчика показателям все рекомендации предполагаются одинаковыми. Рассмотрим пару точек *2* и *5*. Рекомендация *5* хуже рекомендации *2,* так как аппаратурные затраты у нее такие же, как и у рекомендации *2*, а время задержки больше.

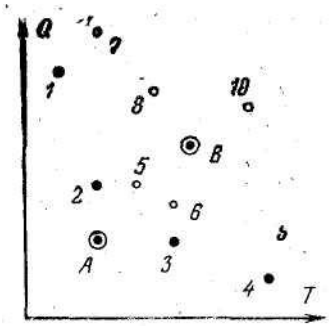


Рис. 2.15. Сравнение рекомендаций по двум характеристикам. 1, 2, 3, 4 — рекомендации, оптимальные по Парето.

Аналогично рекомендация *6* хуже рекомендации *3.* Тем более плохими будут рекомендации 7—*10,* поскольку для каждой из них найдется другая рекомендация, которая лучше данной и по *T*, и по *Q* сразу. Рекомендации 1—*4* образуют группу рекомендаций, не сравнимых между собой по *T* и *Q*: в любой паре одна рекомендация лучше другой по одной характеристике, но хуже по другой. Такая группа рекомендаций, в которой невозможно, переходя от одной рекомендации к другой, улучшать значение одной характеристики, не ухудшая при этом значения никакой другой, называется *группой рекомендаций, оптимальных по Парето* или просто «группой Парето». Эти рекомендации образуют группу своего рода «лучших представителей» всего множества рекомендаций. Все остальные заведомо хуже тех, что вошли в группу Парето. Среди рекомендаций, оптимальных по Парето (рис. 2.15), можно выделить две характерные точки: *1* —самая «быстрая» рекомендация и *4* — самая «дешевая». Группу Парето можно выделить не только при двух, но и при любом большем числе характеристик, важно только, чтобы для каждой характерней в отдельности были определены направления «хорошо» и «плохо». Так, для трех характеристик — *T, Q* и потребляемой мощности *P* все множество рекомендаций образует трехмерное объемное «облако». Не претендуя на строгость, можно считать, что в группу Парето войдут

рекомендации, лежащие в пограничном слое «облака», обращеннем к началу координат. Многомерные задачи в данном случае принциально не отличаются от двумерных, поэтому в дальнейшем для удобства графической иллюстрации будут рассматривать прострнства двух характеристик.

Понятие оптимальности по Парето оказывается во многих случаях очень удобным. Вот некоторые соображения, в связи с которыми используется понятие.

1. Если появилось некое новое множество рекомендаций, из которых предполагается формировать более сложные рекомендации, то во многих случаях допустимо для дальнейшего использования в качестве базовых фрагментов оставлять не все рекомендации, а лишь рекомендации, оптимальные по Парето. В результате списки базовых фрагментов оказываются очень короткими, что значительно сокращает как размер массива памяти, так и объем дальнейшей работы.

2. Еще встречаются иногда в некоторых КЗ требования типа «сформировать рекомендации по разработке логического узла, обеспечивающего *минимальную* временную задержку при *минимальных* аппаратурных затратах». Из рис. 2.15 ясно, что подобные формулировки бессмысленны.

3. Широко распространены формулировки КЗ, в которых задаются граничные значения по всем характеристикам: $T \le T_{КЗ}$, $Q \le Q_{КЗ}$. При этом, поскольку заказчику, как правило, не известно положение области Парето, вероятность того, что значения характеристик, указанные в КЗ, попадут прямо в нее, очень мала. Скорей всего, требования КЗ попадут или левее и ниже границы Парето (точка *A* на рис. 2.15), где реализуемых рекомендаций не существует вообще (требования КЗ завышены, невыполнимы), или правее и выше этой границы в зону плохих рекомендаций (точка *B* рис. 2.15: требования КЗ занижены, КЗ допускает формирование не лучших рекомендаций). Подобная форма задания часто оправдана при работе с человеком-консультантом, но при работе с программой автоматического синтеза рациональнее задавать в КЗ ограничения не по абсолютно всем характеристикам, а по всем, кроме одной, и при этом потребовать, минимизации значения этой последней характеристики. Так, при двух характеристиках T и Q возможны два варианта задания: $T \le T_{КЗ}$, при этом минимизировать Q, и $Q \le Q_{КЗ}$, при этом минимизировать T. При такой формулировке задания программа будет выдавать рекомендации, наилучшие из возможных при использовании данных принципов и фрагментов. Нетрудно заметить (рис. 2.15), что эти рекомендации всегда принадлежат группе Парето. Не составляют исключения и экстремальные формулировки КЗ, требующие

формирования рекомендаций с минимально возможными значениями *T* или Q.

4. На этапах начального консультирования и при выполнении исследовательских работ распространены КЗ, где требуется минимизировать некоторую функцию от внешних характеристик, например

$$Ц_1 = W_i T + W_2 Q;\ Ц_2 = TQ.$$

Рекомендации, отвечающие этим требованиям, также входят в состав оптимальных по Парето.

5. Для подбора оптимальных пар взаимодействующих блоков (рекомендаций) необходимо получение всей группы Парето.

Оказывается, что при весьма широком диапазоне практических формулировок КЗ формируемые рекомендации всегда принадлежат группе Парето, и поэтому рационально ввести еще одну операцию, не зависимую от вида КЗ, — операцию выделения группы Парето. Именно эту группу, а не весь массив порожденных гипотез (рекомендаций), имеет смысл рассматривать как продукцию универсальной части программ синтеза. Она будет служить исходным материалом для программ фильтрации на следующем, последнем этапе, когда происходит выделение рекомендации, наилучшей с точки зрения конкретной целевой функции конкретного КЗ. Ценно здесь то, что рекомендаций, оптимальных по Парето и участвующих в последней специфической процедуре фильтрации, будет значительно меньше, чем всех порожденных гипотез. Рекомендации, не вошедшие в группу Парето, — это внутренние издержки САК, которые не требуется сохранять, а тем более выводить на печать (кроме режимов отладки и некоторых специфических заданий). Это — аналог неудачных рекомендаций человека-консультанта, от которых он сам быстро отказывается.

Список рекомендаций, оптимальных по Парето, формируется по мере синтеза рекомендаций-гипотез и вычисления их характеристик. Каждая вновь сформированная рекомендация сравнивается сначала по значению одной, затем — другой характеристики и т. д. — с рекомендациями, уже занесенными в список. В зависимости от результатов сравнения новая рекомендация или дополняет список, т. е. вносится в него на соответствующее место, или замещает в этом списке одну или несколько рекомендаций, или, что бывает чаще всего, забывается, как не принадлежащая группе Парето.

Заметим, что для каждого конкретного сочетания запретов заказчика на значения внутренних параметров множество Парето будет свое. Это замечание, во-первых, отвечает на распространенный вопрос — зачем нужна программная система автоматизированного синтеза

Нельзя ли один раз составить список рекомендаций, оптимальных по Парето, и снабдить им всех потенциальных заказчиков? Во-вторых, из этого замечания следует, что программа синтеза, построенная на основе целенаправленного алгоритма, выводящего в определимую область пространства рекомендаций, годится только для жестко заданного набора значений параметров (базовых фрагментов). Если часть из них заказчик запретит или в систему будут введены новые фрагменты, то «хорошей» станет уже другая область, и для выхода в нее нужно будет создавать новый алгоритм. В противоположность этому метод перебора универсален по отношению к любой комбинации дополнений или запретов на значения любых параметров.

2.11. Методы сокращенного перебора

2.11.1. Влияние запрещенных ветвей

Вернемся к вопросу об объеме перебора при вариантном синтезе. Опасение, что расход машинного времени при полном переборе вариантов может выйти за рамки разумно допустимых пределов, действительно обоснованно. В связи с этим прежде всего обратим внимание на то, что дерево синтеза имеет запрещенные ветви, отчего реальный объем перебора оказывается значительно меньше распространенной его оценки, представляющей произведение чисел значений всех параметров. Так, если рекомендация описывается восемью параметрами, каждый из которых имеет по шесть значений, то число мыслимых сочетаний значений параметров составляет 6^8, что превышает $1{,}6 \cdot 10^6$. Перебор такого числа вариантов часто лежит за пределами возможностей финансирования консультирования проблем. В то же время, если из-за физических ограничений на сочетаемость некоторых значений параметров при каждом просмотре гнезда в среднем половина значений параметров не привлекается к формированию рекомендаций, число вариантов будет уже 3^8, т. е. около $6{,}5 \cdot 10^3$.

При синтезе рекомендаций это соответствует примерно 5 мин. работы современного компьютера. Если к тому же заказчик по каким-то своим соображениям запретит применение 1/3 заложенных в систему фрагментов, то число вариантов сократится более чем в 25 раз и упадет до 2^8=256, а машинное время — до нескольких секунд. К сожалению, оценить реальный объем перебора невозможно, не выполнив предварительно значительной работы по формулировке условий применимости различных значений параметров, т. е. не заполнив весь морфологический ящик.

2.11.2. Сокращение перебора и априорные сведения

Известно, что консультант в процессе формирования рекомендации не перебирает всех вариантов формируемых рекомендаций, поэтому

следуем обеспечить такими же способностями и программу. Рассмотрим в связи с этим некоторые общие соображения. Задача синтеза хороших вариантов аналогична задаче успешного прохождения древовидного лабиринта, в котором несколько (или даже один) из последних коридоров имеют выход. Если лабиринт абсолютно неизвестный, то единственным способом решения задачи будет простой перебор вариантов независимо от интеллектуального уровня блуждающего. Чтобы иметь возможность сократить перебор, нужно заранее что-то знать о лабиринте.

Эти знания могут носить двоякий характер. Во-первых, весь лабиринт может иметь какие-то особые, удобные для консультанта свойства. Пусть, например, известно, что к выходу могут привести лишь коридоры, идущие вверх, а те, что идут вниз, всегда заканчиваются тупиками. В этой ситуации появляется возможность на некоторых развилках делать уже не слепой, а обоснованный выбор. Во-вторых, из опыта прошлых блужданий *именно в этом* лабиринте консультанту может быть точно известно расположение ходов в некоторых его областях. В любом случае для сокращения перебора необходимо иметь не совсем «черный» лабиринт, т. е. обязательно кое-что *знать о нем заранее.*

2.11.3. Особые свойства пространства параметров

Из методов сокращения перебора, использующих особые свойства пространства параметров (лабиринта), наибольшей популярностью пользуются *методы линейного программирования и последовательного формирования рекомендаций*. Для применения метода линейного программирования необходимо, чтобы пространство параметров было линейным, т. е. чтобы внешние характеристики линейно зависели от значений параметров. В задачах синтеза формирования рекомендаций в достаточно сложных проблемах требования линейности практически никогда не выполняются и этот в общем сильный и удобный метод не может быть применен.

Второй метод, который дает хорошие результаты в некоторых областях консультирования, основан на возможности упорядочить по степени влияния на внешние характеристики как сами параметры, так и значения каждого параметра. *Если такое упорядочение проведено, то формирование рекомендаций можно осуществлять путем последовательного их формирования в несколько этапов, выбирая каждый раз значение лишь одного параметра*. Число проб при этом оказывается близким к двоичному логарифму полного числа мыслимых вариантов, т. е. сокращение перебора может быть весьма значительным.

Требование упорядочения самих параметров и их значений по степени влияния на внешнюю характеристику равносильно требовинию мономонности зависимости внешней характеристики от значений параметров. В реальных сколько-нибудь сложных проблемах это требование настолько часто нарушается, что применять метод последовательного формирования рекомендаций становится невозможно. Недостаток этого метода в случаях когда его можно применить, — его жесткая ориентированность на оптимизацию лишь какой-то одной внешней характеристики. Для формирования рекомендаций по значению другой характеристики все упорядочение будет уже совершенно иным.

2.11.4. Эвристики

Квалифицированный консультант, помня результаты сделанных прежде попыток, знает много частных рекомендаций, относящихся к использованию конкретных сочетаний фрагментов, числовых параметров и т. п.. Эти знания не образуют единой цельной картины, не обладают свойством массовости, и поэтому они не могут претендовать на то, чтобы называться алгоритмом. Такие *знания о локальных свойствах в узкой конкретной области консультирования и основанные на них частные рекомендации будем называть эвристиками*. По мере накопления опыта эти «островки известности» образуют довольно густую сеть в пространстве сформированных рекомендаций, в результате чего число необходимых проб и ошибок при поиске очередной новой рекомендации заметно сокращается. Степенью густоты этой сети в большой мерве и отличается опытный консультант, и вообще любой мастерр своего дела, от молодого специалиста.

Используя понятие о дереве синтеза, можно сказать, что ***эвристики*** *— это знания относительно рациональности применения некоторых сочетаний значений параметров (некоторых ветвей дерева) для получения значений характеристик, заданных в КЗ.* Так, если заказчику требуется сформировать рекомендации в основном по обеспечению экономичности по затратам оборудования, а время задержки безразлично, то на время выполнения его заказа можно исключить из зоны поиска область параллельных схем функционирования проблемы: искомая схема наверняка будет последовательной.

Подобные эвристики должны при определенных формулировках КЗ не включать в порождаемые варианты некоторые сочетания значений параметров (некоторые ветви дерева), уменьшая, таким образом, объем перебора. Функции исключения ветвей можно возложить на уже знакомые нам поля условий в гнездах

морфологического ящика с той лишь разницей, что раньше исключались физически неосуществимые сочетания, а теперь — просто нерациональные. В программе поле условий, кодирующих эвристики, лучше отделить от поля условий, определяющих реализуемость, поскольку методы работы с этими полями различны. Поля условий физической реализуемости должны заполняться обязательно, и притом еще на этапе создания программной системы, после чего должны быть защищены по записи. Поля условий рациональных сочетаний могут заполняться также в процессе создания системы, но при недостатке знаний заполнять их не обязательно. С пустыми или не полностью заполненными полями система будет выдавать заказчику рекомендации ничуть не худшие, только делать это она будет медленнее. Условия в этих полях можно постепенно дополнять в процессе эксплуатации системы по мере накопления и анализа опыта консультирования. За сокращение перебора приходится платить работой по исследованию пространства и представлению полученной информации в форме, удобной для использования программой синтеза. Видимо, эта работа будет оправдана для тех областей пространства рекомендаций, к которым заказчики обращаются часто, и не будет оправдана в противных случаях. Пределом на этом пути будет проведение очень детальных исследований пространства рекомендаций и формулирование четких правил (алгоритмов), позволяющих при некотором разнообразии начальных условий целенаправленно, без поиска выходить на лучший вариант.

2.11.5. Текущие оценки

В КЗ часть значений внешних характеристик задается в виде ограничений. В то же время многие внешние характеристики являются аддитивными функциями относительно целой группы параметров. Так, потребляемая мощность, масса, стоимость, а часто и время задержки для всей схемы получаются суммированием этих величин для всех блоков, составляющих проблему. Тогда программу синтеза можно построить так, чтобы вычисление внешних характеристик и сравнение результата с КЗ выполнялись не после того, как синтез варианта уже окончен, а в несколько этапов в процессе синтеза по мере подстановки фрагментов. Как только значение какой-либо из внешних характеристик превысит ограничение КЗ, синтез данного варианта прекратится и произойдет смена значения последнего параметра, на котором оборвался синтез. Существенно здесь то, что из процесса порождения исключается не один вариант, а целый куст вариантов, начинающийся с той ветви, которая вызвала

превышение ограничения. Чем раньше это произошло, тем ощутимее сокращение перебора.

Метод применим и в том случае, когда в КЗ задано не ограничение на значение данной характеристики, а требование минимизации (максимизации) этого значения. В этом случае эталоном, с которым сравнивается порождаемый вариант, будет не значение, записанное в КЗ, а значение характеристики варианта, наилучшего из порожденных на данный момент. Этот вариант хранится в специальной ячейке программы и замещается тем из порождаемых вариантом, который оказался еще лучше.

Препятствием на пути применения этого метода является усложнение ведущей программы. Компромиссным решением будет применение для текущих оценок *простых приближенных формул с асимметричным расположением погрешности*, чтобы ошибочное вычеркивание хороших вариантов было исключено. Число вариантов, порождаемых с учетом такой предварительной отбраковки и предназначенных для последующей строгой оценки по точным формулам, оказывается во много раз меньше числа вариантов, порождаемых программой, которая не способна производить текущие оценки в процессе своего творчества.

2.11.6. Случайный поиск

Объем перебора можно сократить, если порождать не все разрешенные деревом синтеза варианты, а только часть из них. Например, можно выбирать значения параметров не подряд, по счетчику, как при полном переборе, а с помощью датчика случайных чисел. Если отказаться от полного перебора вариантов, не имея при этом достаточно полной априорной информации о свойствах пространства рекомендаций, то приходится сразу же отказаться и от требования найти рекомендацию, наилучшую из возможных, поскольку точное расположение ее не известно. Возможность потери хороших рекомендаций, т. е. ухудшение в среднем результата консультирования, и является в данном случае платой за сокращение перебора.

При случайном поиске можно использовать *три критерия* для останова программы, ведущей синтез:

1) выработан отпущенный ресурс времени или числа проб; на выход выдается наилучшая из рекомендаций, полученных за время работы;

2) сформирована рекомендация, качество которой превышает заданный уровень (например, уровень качества рекомендации, которая была сформирована ранее или в другой проблеме) ;

3) темп роста качества в получаемой последовательности рекомендаций, где каждая рекомендация является наилучшей из всех, сформированных до нее, упал ниже заданного предела.

Идеология неполного перебора и только что перечисленные критерии прекращения поиска широко могут использоваться в практике консультирования проблем из-за необозримо огромного числа вариантов, т. е. слишком большой сложности реальных проблем. Так, на формирование рекомендаций сложных проблем выделяется некоторый ресурс времени и денег, и наилучшая из полученных за это время вариантов принимается в качестве сформированной рекомендации. При формировании нового варианта рекомендации для решения задачи какой-либо распространенной проблемы задача считается выполненной, если качество сформированной рекомендации превысило качество существующих.

Поток последующих усовершенствований рекомендаций убеждает в том, что фактически в любой консультируемой проблеме, к сожалению, так и не удастся выйти на точку абсолютного максимума решения задачи консультируемой проблемы.

В программах случайного поиска исходные вероятности выбора значений параметров не обязательно должны быть одинаковыми. Эти вероятности могут отражать представление разработчика программы о частоте встречаемости различных значений в удачных вариантах рекомендаций. В таких программах можно сравнительно легко вводить простейшие элементы самообучения. Для этого после выдачи заказчику наилучшего из синтезированных вариантов специальный программный модуль должен несколько увеличить вероятность последующего выбора тех значений параметров, которые вошли в состав этой рекомендации. Такое самообучение весьма эффективно, если заказчики в основном работают в ограниченной области поля значений внешних характеристик.

Еще раз отметим, что применение методов случайного поиска всегда сопряжено с возможностью потери хороших рекомендаций, а как раз именно это очень нежелательно при консультировании часто встречающихся подобных (эквивалентных, изоморфных) проблем.

Возможность применения методов сокращения перебора наглядно иллюстрирует целесообразность разбиения консультационного процесса формирования рекомендаций на две самостоятельные задачи:

1) выявление грамматики, а также в принятом здесь понимании и семантики, дающих принципиальную возможность формально и достаточно компактно описать любой вариант проблемы заданного класса, разумеется, в пределах принятых ограничений на

детализацию и возможное разнообразие (другими словами — построение морфологического ящика);

2) выбор правил, по которым из заданного грамматикой множества будет выбираться и синтезироваться подмножество рекомендаций-гипотез, предназначенных для сравнения по их характеристикам. В частности при использовании полного перебора, указанное подмножество совпадает со всем множеством, но в общем случае это не обязательно.

2.11.7. Структурирование проблемы и рекомендации

Объем перебора при синтезе можно значительно сократить путем представления проблемы в виде структуры из более мелких единиц и многоэтапной организации консультирования. Пусть нам удалось разделить проблему на такие структурные единицы, что значения внешних характеристик всей проблемы определяются как суммы значений этих характеристик для каждой такой единицы. Как правило, это легко удается, если характеристики представляют собой уже упоминавшиеся аддитивные величины — объем оборудования, стоимость, время задержки и т. д.

Разделив проблему на несколько структурных единиц (допустим, на несколько узловых рекомендаций), на I этапе синтезируют все единичные рекомендации (узловые рекомендации) по отдельности независимо друг от друга. При этом получается какое-то количество вариантов узловых рекомендаций каждого типа. На II этапе комбинируют между собой полученные варианты этих узловых рекомендаций, синтезируя тем самым различные варианты уже всей рекомендации, при этом типы узловых рекомендаций играют роль параметров для всей рекомендации, а различные варианты узловой рекомендации каждого типа — роль значений этих параметров. Суть предлагаемого метода заключается в том, что на II этапе в процедуре комбинирования участвуют отнюдь не все синтезируемые узловые рекомендации, а лишь узловые рекомендацие, оптимальные по Парето в пространстве внешних характеристик. Заметим, что при ограничениях на возможности стыковки узловых рекомендаций в процедуре комбинирования могут участвовать и некоторые близкие соседи группы Парето, но для упрощении изложения основного принципа эти детали рассматриваться не будут. Число перспективных узловых рекомендаций, т. е. узловых рекомендаций, оптимальных по Парето, обычно во много раз меньше полного множества синтезированных узловых рекомендаций.

В качестве иллюстрации предлагаемого принципа рассмотрим проблему, описываемою шестью параметрами, каждый из которых

имеет 10 зничений. Тогда объем перебора при обычном, одноэтапном синтезе составит 10^6 вариантов. Рассмотрим двухэтапный процесс синтеза рекомендаций той же проблемы. Пусть нам удалось представить рекомендацию как структуру из двух узловых рекомендаций — узловая рекомендация типа 1 и узловая рекомендация типа 2, причем из шести имеющихся параметров три характеризуют узловую рекомендацию 1, а оставшиеся три —узловую рекомендацию 2. Тогда объем перебора, при синтезе каждой из двух узловых рекомендаций составит 10^3 вариантов, из которых около 30 будут оптимальны по Парето. Теперь оценим объем перебора на II этапе при синтезе всей рекомендации из «лучших представителей» узловых рекомендаций 1 и 2 типа: $30^2 \approx 10^3$. Общий объем перебора при двухэтапном синтезе всей рекомендации составляет лишь около 3000 (2 раза по 10^3 на первом этапе и 10^3 — на втором). Если расчленить проблему на три узла по два параметра на узел, то суммарный объем перебора можно сделать еще меньше. Нетрудно заметить, что, действуя этим методом, можно к совершенно, казалось бы, безнадежным с точки зрения объема перебора рекомендаций применять метод вариантного синтеза и при этом на каждом этапе использовать полный перебор, реализуя все его положительные стороны и не выходя за разумные рамки расхода машинного времени.

Отметим, что введение структурного деления, о котором здесь говорится, не тождественно повторению традиционного деления любого сложного объекта на более мелкие функциональные элементы. Мы ратуем за осознанное разделение проблемы на части с достаточно малым числом параметров, целью которого является удерживать объем перебора в разумных с точки зрения затрат машинного времени пределах. Иными словами, предлагается *сознательно управлять объемом перебора при вариантном синтезе рекомендаций*. Части, на которые при этом делится рекомендация, — это фактически лишь небольшие группы параметров, обладающие тем свойством, что для этих групп внешние характеристики аддитивны. Это деление в принципе может не совпадать с традиционным функциональным делением проблемы, хотя чем ближе проходят эти линии раздела, тем удобнее работать. Программы синтеза I и II этапов (этапов может быть и больше двух) поочередно вводятся в действие программой-диспетчером.

Сознательно управлять объемом перебора в некоторых пределах можно и при одноэтапном синтезе за счет выбора уровня сложности фрагментов. Деление на фрагменты, блоки и т. п. в большой мере условно. Очевидно, чем больший уровень сложности фрагментов выбрал разработчик системы консультирования, тем меньше будет

число типов этих фрагментов, т. е. тем меньше объем перебора. Однако повышение уровня сложности фрагментов требует большей квалификации составителя программы и большего объема работы по анализу возможных видов фрагментов и выделению из них оптимальных по Парето для занесения в гнезда морфологического ящика. В этом случае составитель берет на себя часть работы, которую могла бы выполнять программа синтеза, использующая простые фрагменты. Подготовку консультантом сложных фрагментов можно рассматривать как первый этап двухэтапного синтеза, выполняемый вручную. Вопрос о сложности фрагментов сводится, таким образом, к вопросу о рациональном разделении труда между человеком — составителем программы и ЭВМ. При этом надо учитывать существующее соотношение между уровнем знаний о консультируемой проблеме, стоимостью машинного времени и ожидаемой интенсивностью использования программы автоматического.

2.12. Выбор рациональных вариантов формируемых рекомендаций

Когда число возможных вариантов сформированных рекомендаций велико (особенно на стадии поиска рекомендаций при изученном принципе функционирования проблемы), выбор среди них оптимального простым перебором затруднителен, а в некоторых случаях практически невозможен.

Для поиска рекомендаций с помощью эвристических приемов распространены комбинаторные алгоритмы, основанные на организации множества генерируемых вариантов рекомендаций в виде древовидных (ярусных) графов. Если, например, общее количество ярусов (параметров) равно 15—20, а число значений параметров на каждом ярусе 3—5, то общее число вариантов рекомендаций, которое необходимо просмотреть в процессе машинного консультирования по одному консультационному заданию, может составить 10^8—10^{12}. Это означает, что даже при применении компьютерова нахождение и оценка всех вариантов могут потребовать огромных затрат машинного времени.

Для сокращения перебора (количества вариантов формируемых рекомендаций) можно применять методы отсечения и метод ветвей и границ.

В связи с дискретным характером параметров проблемы (частных критериев) и нелинейными ограничениями на область допустимых решений эти методы являются наиболее универсальными и позволяют получить решение с приемлемой для практики точностью. Другие общеизвестные методы сокращения перебора (методы линейного и

нелинейного программирования, метод деления упорядоченных множеств пополам, метод локального поиска и др.) или неприемлемы вообще в таких ситуациях, или требуют для своего использования настолько большой предварительной работы по изучению свойств пространства решения, что применение их оказывается в общем случае нерациональным. Методы случайного поиска, как всегда, применимы лишь в той мере, в какой консультант допускает отличную от нуля вероятность потери хороших рекомендаций.

Рассмотрим наиболее эффективные методы выбора рациональных вариантов формируемых рекомендаций.

Последовательный анализ. Отсечение бесперспективных вариантов рекомендаций в процессе их последовательной генерации может осуществляться методом последовательного анализа, основанным на правиле доминирования. При этом *i*-й вариант рекомендации доминирует над *j*-м, если взвешенная сумма показателей *i*-го варианта больше соответствующей суммы показателей *j*-го варианта. В результате признается бесперспективным построение новых вариантов рекомендаций на основе показателей *j*-го варианта.

Общая схема формирования рекомендаций такова. Пусть на (*k* — 1)-м шаге формирования рекомендаций определено множество перспективных вариантов $\hat{X}_{k-1}=\{x_1^{(k-1)}, x_2^{(k-1)},..... x_l^{(k-1)},\}$, каждый из которых характеризуется *k* параметрами. На очередном *k*-м шаге поиска каждый из полученных ранее перспективных вариантов $x_l^{(k-1)}$, используется для формирования новых вариантов рекомендации, число которых будет *n* — *k* (где *n* — число вершин древовидного графа). Построение выполняется простым добавлением к $x_l^{(k-1)}$ одного из еще не вошедших в этот вариант номеров вершин, при этом новые варианты характеризуются (*k* + 1)-ми параметрами. В результате получим расширенное множество вариантов

$$X_k=\{x_1^{(k)}, x_2^{(k)},..... x_{l(n-k)}^{(k)},\}.$$

Сгруппируем варианты из $\hat{X}_k$, заканчивающиеся одним и тем же номером вершины древовидного графа, и с одинаковым множеством входящих в последовательность номеров. Использовав правило доминирования, выделим в каждой такой группе по одному доминирующему варианту. Выделенные варианты образуют множество $\hat{X}_k$ перспективных вариантов после *k* -го шага поиска. В дальнейшем процедура повторяется до тех пор, пока на *n*-м шаге из множества вариантов $\hat{X}_k$ не будет выделен единственный оптимальный вариант.

Метод последовательного анализа используется для построения кратчайшего замкнутого маршрута от вершины *1* к вершине *1* древовидного графа (рис. 2.16).

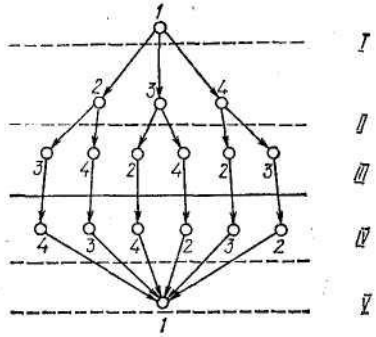


Рис. 2.16. Древовидный граф формирования рекомендаций для задачи о кратчайшем замкнутом маршруте

При этом для параметров ветвей перехода выбираем следующие значения: $c_{12} = c_{21} = 9$; $c_{12} = c_{31} = 10$; $c_{14} = c_{41} = 4$; $c_{23} = c_{32} = 6$; $c_{24} = c_{42} = 8$; $c_{34} = c_{43} = 7$.

Применяя метод последовательного анализа после 2-го шага поиска, когда все три начальных варианта рекомендации принимаются перспективными, находим решение задачи, сведенное в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Решение задачи о кратчайшем замкнутом маршруте методом последовательного анализа

$\hat{X}_1$	Оценка L_1	X_2	Оценка L_2	Перспективность	$\hat{X}_2$	Оценка L_3	X_3	Оценка L_4	Перспективность	$\hat{X}_3$	Оценка L_5	X_4	Оценка L_6
1, 2	9	1, 2, 3	15	—	1, 4, 3	11	1, 4, 3, 2	17	+	1, 4, 3, 2	17	**1, 4, 3, 2, 1**	26
1, 3	10	1, 4, 3	11	+	1, 3, 4	14	1, 3, 4, 2	25	—	1, 4, 3, 2	18	1, 4, 2, 3, 1	28
1, 4	4	1, 2, 4	17	—	1, 4, 2	12	1, 4, 2, 3	18	+				
		1, 3, 4	17	+									
		1, 3, 2	16	—									
		1, 4, 2	12	+									

Нетрудно видеть, что вариант *{1, 4, 3, 2, 1}* является оптимальным.

Метод ветвей и границ. При решении многих задач с перебором вариантов большой эффективностью обладает метод ветвей и границ. Сокращению перебора соответствует отсечение ветвей дерева. Чем ближе к корневой вершине дерева отсекается ветвь, тем эффективнее уменьшается число просматриваемых вариантов. Метод заключается в следующем. Вначале произвольно выбирается какой-либо вариант,

соответствующий полному пути на древовидном графе рекомендаций от корневой до конечней вершины. При этом оценивается соответствующая ему совокупность параметров (например, длина этого пути в графе рекомендаций).

Проиллюстрируем сказанное на графе рекомендаций (рис. 2.16), выбрав начальный базовый вариант, соответствующий маршруту *{1, 3, 2, 4, 1}* с «весом» $c_{13} + c_{32} + c_{24} + c_{41} = 28$ единиц. Начальный участок маршрута, соответствующего выбранному базовому варианту рекомендации, содержит вершины *1, 3.*

Далее рассмотрим возможность использования других начальных участков маршрута, содержащих две вершины (в нашем примере это участки графа *(1, 2)* и *(1, 4)* соответственно). Для каждого из этих участков последовательно вычисляется оптимистическая оценка нижней границы длины маршрута, или «веса» соответствующего варианта. Если значение получаемой оценки для очередного участка больше длины маршрута базового варианта, рассматриваемый участок считается бесперспективным и все продолжающие его ветви графа рекомендаций могут быть отсечены. В этом случае переходят к рассмотрению очередного участка. Если же значение получаемой оценки длины маршрута для очередного участка меньше длины базового маршрута, то из конечной вершины этого участка осуществляется ветвление с последующим перебором участков, содержащих теперь уже три вершины графа. Процесс продолжается до получения полного маршрута с полной последовательностью вершин.
Если длина полученного маршрута (варианта рекомендации) меньше, чем для выбранного вначале, то новый вариант следует принять в качестве базового. Последний полученный итеративно базовый вариант будет оптимальным.

Эффективность метода ветвей и границ существенно зависит от способа получения оптимистических оценок маршрутов. Одна из подобных процедур при выборе начального участка
$X_1 = \{x_1^{(1)}, x_1^{(1)}, \ldots, x_k^{(1)}\}$ сводится к следующему. Из матрицы отношений

$$C_{ij} = \begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & \cdot & N \\ \hline 1 & c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1N} \\ 2 & c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2N} \\ \cdot & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ N & c_{N1} & c_{N2} & \cdots & c_{NN} \end{array},$$

характеризующей граф рекомендаций, вычеркиваются строки с номерами {1, 2, ..., k — 1} и столбцы с номерами {2, 3.....k}, определяемыми номерами ветвей, образующих рассматриваемый участок нового маршрута. В оставшейся части матрицы C'_{ij} на первом этапе оценки в каждой строке матрицы C'_{ij} отыскивается минимальный элемент $\min\limits_{i} C'_{ij}$, который запоминается. Затем, вычитая минимальные элементы из всех остальных ненулевых элементов соответствующих строк, получаем новую матрицу C''_{ij}. На втором этапе оценки в каждом столбце матрицы C''_{ij} отыскивается минимальный элемент $\min\limits_{i} C''_{ij}$, который также запоминается и затем вычитается из всех ненулевых элементов соответствующих столбцов.

При этом оптимистическая оценка длины маршрута определяется суммой

$$\Delta = L\,(1,\ 2,\ \ldots,\ k) + \sum_{i=1}^{N} \min_{j} C'_{ij} + \sum_{j=1}^{N} \min_{i} C''_{ij}. \qquad (2.28)$$

Для графа рекомендаций, изображенного на рис. 2.16, матрица отношений имеет вид

$C_{ij} =$

	1	2	3	4
1		9	10	4
2	9		6	8
3	10	6		7
4	4	8	7	

.

Если в качестве начального участка маршрута выбран участок (*1, 2*), то в соответствии с процедурой оптимистической оценки маршрута получаем

	1	2	3	4	$\min\limits_{j} C_{ij}$
1	—	—	—	—	0
2	9	—	6	8	6
3	10	—	0	7	7
4	4	—	7	0	4

	1	2	3	4
1	—	—	—	—
2	3	—	0	2
3	3	—	0	0
4	0		0	0
$\min\limits_{i} C''_{ij}$	0		0	0

,

в результате чего

$$\Delta = c_{12} + \sum_{j=1}^{4} \min_{j} C_{ij} + \sum_{i=1}^{4} \min_{i} C''_{ij} = 9 + 6 + 7 + 4 = 26.$$

По аналогии можно показать, что при выборе в качестве начального участка маршрута нового варианта рекомендации участка *(1, 4)*, получаем

$$\Delta = c_{14} + \sum_{j=1}^{4} \min_{j} C_{ij} + \sum_{i=1}^{4} \min_{i} C''_{ij} = 4 + 6 + 6 + 4 = 20.$$

Структурная схема последовательности работы алгоритма метода ветвей и границ для частного случая графа рис. 2.16 показана на рис. 2.17. Из рис. 2.17 ясно, как происходит процесс отсечения бесперспективных ветвей исходного графа рекомендаций.

Заметим, что две полученные рекомендации совпадают с точностью до направления обхода маршрута.

Для сокращения переборов вариантов решения применяют также различный приближенные формально-эвристические методы или идут по пути принудительного сокращения области поиска, когда консультант на основании личного опыта задает значения параметров объекта на некоторых ярусах графа рекомендаций. Очевидно, что чем больше опыт консультанта и чем выше его квалификация, тем большее значение параметров он может выбрать и тем меньше времени потребуется для просмотра возможных вариантов рекомендации. В предельном случае, когда заданы все параметры, задача сводится к оценке выбранного варианта по совокупности частных критериев качества.

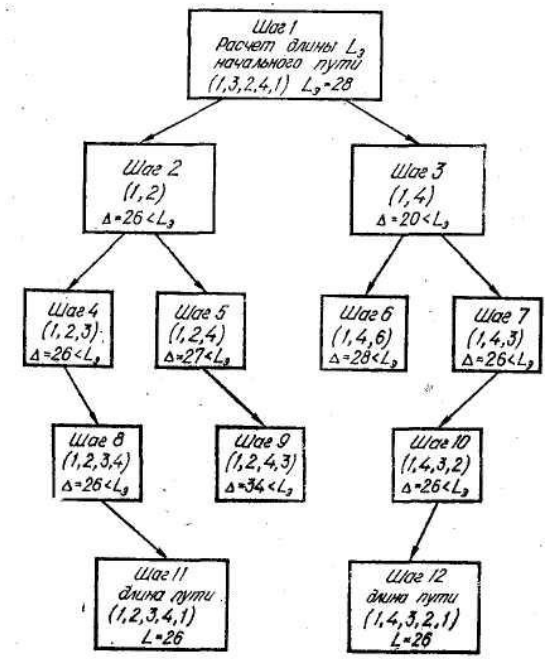


Рис. 2.17. Структурная схема последовательности работы алгоритма ветвей и границ для частотного случая графа рис. 2.16

Многокритериальные оценки. Конкретный метод сравнения вариантов рекомендаций при многих критериях называют решающим правилом (РП). Применение таких современных математических методов, как исследование операций,теория игр и других, позволяет качественные и субъективные приемы свести к набору стандартных процедур или к известной алгоритмизации консультационного процесса формирования рекомендаций

Процесс выбора оптимальной рекомендации с помощью САК должен сопровождаться вмешательством человека на промежуточных этапах, когда консультант составляет большое число вариантов, меняет критерии и, наконец, принимает окончательную рекомендацию.

Целесообразно применение в САК иных методов агрегации оценок (свертывания частных критериев в обобщенный) для получения оптимальных рекомендаций. Этому способствуют те обстоятельства, что частные критерии φ_i, образующие векторный критерий качества

$\Phi = (\varphi_1,..., \varphi_k, ..., \varphi_m)$, являются, как правило, количественными; задачи формирования рекомендаций возникают в условиях определенности; структура предпочтений чаще всего допускает представление обобщенного критерия Ф в виде некоторого функционала
$W(\Phi) = W((\varphi_1,..., \varphi_m)$ в формах:
аддитивной

$$W(\varphi_1, \ldots, \varphi_m) = \sum_{i=1}^{m} w_i^{A}(\varphi_i) \tag{2.29}$$

и мультиплексной

$$W(\varphi_1, \ldots, \varphi_m) = \prod_{i=1}^{m} w_i^{M}(\varphi_i), \tag{2.30}$$

где w_i^{A} и w_i^{M} — функционалы, определенные на множестве допустимых вариантов рекомендации $X = \{x_1, ..., x_N\}$.

В процессе выбора рациональной рекомендации очень важно учитывать неравноценность частных критериев φ_k. Как правило, величина φ_k упорядочена по важности, при этом для пары φ_k и φ_s критерий φ_k важнее φ_s в строго определенное число раз $w_{ks} = w_k/w_s$, где w_k, w_s — коэффициенты относительной важности критериев φ_k и φ_s соответственно.

Таким образом, для формирования рекомендаций в САК необходимо иметь решающее правило, основанное на обобщенном (интегральном) критерии $W(\varphi_1,..., \varphi_m)$, представленном в виде свертки частных критериев [например, в виде выражений (2.29) и (2.30)].
При этом важно обеспечить (на экспериментальном уровне) адекватность принятой математической абстракции $W(\Phi)$ отображенным свойством реальности, в первую очередь, путем учета неравномерности частных критериев φ_k,

Распространено также мнение, что нет принципиальной разницы в том, какую из форм [выражение (2.29) или выражение (2.30)] обобщенного критерия применять на практике. Однако сравнительный анализ этих выражений показывает, что мультипликативная форма (2.30) обладает рядом принципиальных недостатков. В соответствии с полученными экспертными оценками коэффициент важности w_k воспринимается в консультационной практике именно как коэффициент для величины φ_k, при этом функционал

$$w_k(\varphi_k) = w_k \varphi'_k, \tag{2.31}$$

где φ'_k — некоторый нормирующий функционал, обеспечивающий соизмеримость вклада критерия φ_k с вкладами других частных критериев в обобщенный показатель.

Нетрудно видеть, что в мультипликативной форме (2.30) при представлении частного критерия в виде выражения (2.31) не учитывается изменение коэффициентов важности w_k. Кроме того, для любой пары сравниваемых вариантов рекомендации отношение обобщенных показателей остается неизменным при разном наборе коэффициентов $w_1, ..., w_m$. В то же время аддитивная форма

$$W(\Phi) = \sum_{k=1}^{m} w_k \varphi_k, \; w_k > 0, \; \sum_{k=1}^{m} w_k = 1 \tag{2.32}$$

хорошо согласуется с теорией полезности и сущностью многокритериальных постановок задач для САК.

В выражение (2.32) входит нормированный показатель

$$\varphi_k = \frac{\varphi_{k\,\max} - \varphi_k}{\varphi_{k\,\max} - \varphi_{k\,\min}}, \tag{2.33}$$

или

$$\varphi_k = \frac{\varphi_k - \varphi_{k\,\min}}{\varphi_{k\,\max} - \varphi_{k\,\min}}. \tag{2.34}$$

При этом подразумевается такое определение частных критериев φ_k, что либо все они в процессе выбора рационального варианта минимизируются ($\varphi_k \to \min$) или, наоборот, максимизируются ($\varphi_k \to \max$).

Для устранения возможности компенсации уменьшения качества по одному частному критерию увеличением качества по другому предложено следующее решающее правило, в котором

$$W(\Phi) = \begin{cases} \sqrt{\sum_{k=1}^{m} w_k^2 \left(\frac{\varphi_k}{\varphi_{k\,\min}} - 1\right)^2}, & \text{если } \varphi_k \to \min; \\ \sqrt{\sum_{k=1}^{m} w_k^2 \left(\frac{\varphi_{k\,\max}}{\varphi_k} - 1\right)^2}, & \text{если } \varphi_k \to \max. \end{cases} \tag{2.35}$$

Применение выражения (2.35) обеспечивает предпочтительный выбор таких вариантов рекомендации консультационной задачи, при которых значения частных критериев располагаются ближе всего к некоторому идеальному вектору ($\varphi_{1\,\min}, \ldots, \varphi_{k\,\min}$) при $\varphi_k \to \min$ или вектору ($\varphi_{1\max}, \ldots \varphi_{k\,\max}$) при $\varphi_k \to \max$. При этом отклонение от идеальной рекомендации определяется как относительное и взвешенное. Таким образом, всякий консультационный процесс, с точки зрения формирования рекомендаций, можно в принципе описать достаточно адекватно набором некоторых величин φ_k, совокупность $\Phi = \{\varphi_k\}$

которых образует векторный критерий эффективности. Однако задача формирования множества Ф остается нерешенной, так как отсутствует методически обоснованное и проверенное на практике руководство или методика получения Ф, ранжирования элементов $\varphi_k \in \Phi$ по важности, вычисления значений коэффициентов w_k. Применительно к САК в указанной методике отправным пунктом должно служить использование коллективного опыта путем организации экспертиз (метод экспертных оценок).

Приведем некоторые выводы, полученные в процессе практического решения трех ключевых вопросов: подбор экспертов (консультантов), процедура их работы, обработка высказанных мнений (т. е. оператор перехода от первичной экспертной информации к весовым коэффициентам w_k, представительным множествам Ф и т. д.).

Одним из вопросов, возникающих в начальной стадии, является выбор конкретного метода отбора рабочей экспертной группы (ЭГ). Наименее трудоемкий и действенный подход к формированию ЭГ основан на известном принципе «снежного кома». Здесь в самом начале (нулевой тур) формируется очень узкий список специалистов, каждый из которых является бесспорным кандидатом в ЭГ. Далее (первый тур) каждый из них выдвигает по своему усмотрению кандидатов в эксперты. Из числа последних отбираются специалисты, которым, в свою очередь, в следующем туре предлагается назвать своих кандидатов. Количество туров не более 3—4.

Прежде чем обсуждать вопрос процедуры работы экспертов, заметим, что в основе метода экспертных оценок лежит гипотеза: *коллективный опыт достовернее индивидуального*. С точки зрения самого широкого применения, эта гипотеза не столь уж правомерна, т. е. она не всегда имеет смысл. Однако применительно к оптимизационным задачам САК эту гипотезу можно считать обоснованной, поскольку для этого круга задач почти всегда имеется консультационный опыт ведущих специалистов.

В качестве отправного рекомендован метод Дельфи, предложенный О. Халмер и Т. Гордон. Основной принцип этого метода заключается в том, что эксперты заполняют анонимные анкеты, а организаторы экспертизы стремятся получить общее мнение экспертов с минимальным разбросом их оценок, т. е. полностью согласованное мнение. Последнее достигается благодаря осуществлению ряда итераций (туров), в процесссе которых позиции экспертов, как правило, сближаются. В каждом последующем туре ими принимается к сведению интегральная информация предыдущего тура и вносятся коррективы в свои оценки. Отметим два существенных недостатка этой процедуры согласования:

1) многократные итерации требуют значительных затрат времени;
2) метод исключает непосредственные контакты между экспертами, а они нередко бывают продуктивными.

Ни один из известных методов не снимает серьезных организационных и методологических трудностей, с которыми сопряжено получение согласованных экспертных оценок. Именно эти трудности не дают возможности в условиях, близких к консультативным, рекомендовать целиком какой-либо известный метод в качестве рабочего.

Для решения консультационных задач можно использовать методику, при которой первые два тура проводятся в полном соответствии с методом Дельфи. Третий и все последующие туры заменяются обычной дискуссией, которую метод Дельфи совершенно исключает. Применение этого «запрещенного приема» в итоге приводит к тому, что сохраняется принцип анонимности на начальной стадии (первый и второй туры) и в то же время на заключительной стадии реализуются существенные преимущества, присущие дискуссиям — немедленная обратная связь, быстрое достижение экспертами взаимопонимания, возможность выступать большое число раз и уточнять или изменять свою точку зрения с учетом информации, полученной от коллег.

Данная методика используется в процессе практического решения ряда вопросов многокритериальной оптимизации, возникающих, в основном, при решении задач автоматизированного консультирования различных проблемных ситуаций, как, например, формирования оптимальных рекомендаций оценки эффективности алгоритмов и программ (2 и 3 критерия); формирования оптимальных рекомендаций планирования долгосрочных экономических программ (5 критериев) и др.

Возможен также формализованный подход к выбору весов w_k. Первый шаг при этом состоит в минимизации каждой из функций φ_k в отдельности. Эта процедура дает консультанту информацию об области возможных значений целевых функций. Следующий шаг предполагает определение весов w_k, которые в соответствии с принципом Парето обеспечат компромисс между этими частными экстремумами.

Напомним, что точками Парето являются точки пространства рекомендаций $x_n \in X$, что для любого другого варианта рекомендации

$$\varphi_i(x) \leq \varphi_i(x_n) \quad i = 1, \ldots, m.$$

Таким образом, точки (области) Парето представляют собой перспективные варианты рекомендаций. Для существования области

Парето, т. е. для $x_n \in X$, необходимо, чтобы существовало множество весов $W = (w_1, ..., w_m)$, $w_i > 0$ такое, что

$$\sum_{i=1}^{m} w_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_n} = 0, \tag{2.36}$$

т. е.

$$\operatorname{grad}\left(\sum w_i \varphi_i\right) = 0.$$

Это позволяет сформировать комплексную целевую функцию

$$\Phi = \sum_{i=1}^{m} w_i \varphi_i$$

(2.37)

и минимизировать ее в программе рекомендаций для получения точек множества Парето $x_n \in X$.

В свою очередь, задача минимизации (2.37) може быть сформулирована как задача минимизации функционала

$$\pi = W^t \Phi, \tag{2.38}$$

в пространстве частных критериев $\Phi \in Q$, где Q — область допустимых или реализуемых рекомендаций. При этом ищется точка $\Phi \in Q$ такая, что ее проекция на W является наименьшей среди всех $\Phi \in Q$. Можно показать, что в этом случае $\Phi(x_n)$ лежит на границе Q и функционал π определяет плоскость, касательную в точке Парето x_n и поддерживающую область Q (рис. 2.18).

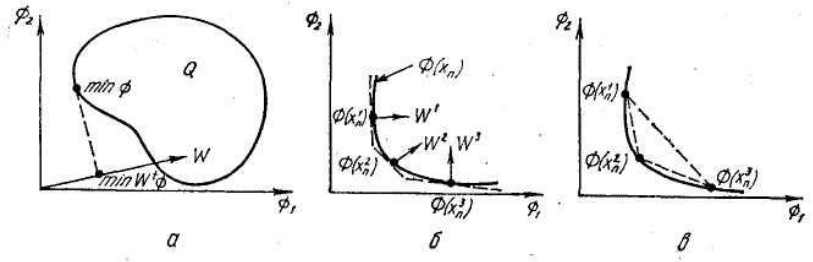


Рис. 2.18 пояснению выбора точки множества Паето (*а*) и построения нижней *(б)* и верхней (*в*) аппроксимирующих областей

Предположим, что путем минимизации функционала π при использовании различных векторов весов $W^1, ..., W^m$ получены m точек множества Парето $x^i \in x_n$, $i = 1, ..., m$.

Тогда это множество весов и точек образует нижнюю кусочно-линейную аппроксимацию $\Phi_н(x_n)$ для области $\Phi(x_n)$. Если положить

$$\pi_i = \{(W^i)^t \Phi(x^t)\},$$

то пересечение π_i определяет аппроксимацию $\Phi_н(x_n)$ (рис. 2.18, *б).* Верхняя аппроксимация $\Phi_в(x_n)$ может быть получена формированием выпуклой оболочки точек $\Phi(x^1_n), ..., \Phi(x_n{}^m)$, внутренней по отношению к *Q*. Эта выпуклая оболочка может быть представлена ограничивающими ее гиперплоскостями, заданными своими внешними нормалями (рис. 2.18, *в).*

В случае, когда компромиссная область Парето $\Phi(x_n)$ является выпуклой, ее ограничивают верхняя и нижняя аппроксимации. Эти аппроксимации могут быть улучшены путем добавления новых точек Парето x_n^{m+1}, x_n^{m+2}, ... Например, консультанту требуется детализирующая информация о некотором участке компромиссной поверхности. Предположим, что интересующий его участок ограничен точками

$$x_n^{i1}, \ldots, x_n^{im}$$

которые образуют лицевую сторону верхней аппроксимации *F*. Нормаль *W** к этой поверхности получают при помощи формирования матрицы

$$\Phi = \{(\Phi(x^{i1}_n), ..., \Phi(x_n{}^{im})\}$$

и решения уравнения

$$\Phi^t W^* = e, \qquad (2.39)$$

где $e^t = (1,1.....1)$.

Таким образом, лицевая сторона *F* задается такими точками

$$\Phi(x^{ij}_n)), j = 1, \ldots, m, \text{ что } \Phi^t W^* = 1.$$

Затем находится точка $\Phi^* \in \Phi_n(x_n)$, которая минимизирует $(W^*)^t \Phi$ путем формирования матрицы

$$W^t = (W^{i1}.....W^{im})$$

и решения уравнения

$$W^t \Phi^* = q_i, \qquad (2.40)$$

где $q_i = (W^{ij})^t \Phi(x^{ij}_n)$, $j = 1,\ldots,m$.

Затем Φ* проектируется на поверхность *F* вдоль направления *W** для получения на верхней аппроксимирующей области точки

$$\Phi^F = \Phi^* + \alpha W^*, \qquad (2.41)$$

где $\alpha = (1 - W^{*t}\Phi^*) / W^{*t}W^*$. Следовательно, $W^{*t}\Phi^F = 1$, при этом подразумевается, $\Phi^F \in \Phi_в$.

Компромиссная поверхность Парето проходит через *m* экстремальных точек, соответствующих $\varphi_{k\ min}$ и образующих лицевую сторону верхней аппроксимации *F,* поэтому в соответствии с выражением (2.39) запишем

$$\begin{bmatrix} \varphi_{1\,\min} \\ \varphi_{2\,\min} \\ \vdots \\ \varphi_{m\,\min} \end{bmatrix} W = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Найденный вектор весов *W,* представляющий собой нормаль к поверхности Парето, используется при последующей минимизации всего аддитивного критерия (2.32) для получения дополнительной $(m + 1)$-й точки Парето $\varphi_{(m+1)}$. Если эта рекомендация неудовлетворяет (например, из-за большого *j*-го слагаемого), то производится замена $\varphi_{j\min}$ на $\varphi_{(m+1)}$, и процедура нахождения нормали *W* по уравнению (2.39) повторяется. Минимизация аддитивного критерия (2.32) с новым вектором весов $\hat{W}$ обеспечивает уменьшение компоненты реализуемой аддитивной целевой функции, соответствующей новой точке Парето $\varphi_{(m+2)}$. По усмотрению консультанта процедура уточнения вектора *W* может итеративно повторяться путем использования вновь получаемых точек Парето $\varphi_{(m+k)}$ вместо исходных $\varphi_{k\min}$.

Пример 1. Сформируем рекомендации по оптимизации объекта (логическую схему И — НЕ) с тремя частными критериями φ_1, φ_2, φ_3 соответствующими времени переключения; площади, занимаемой транзисторами, и напряжению логического нуля. Варьируемых параметров также три: x_1, x_2 (геометрические размеры ширин транзисторов) и x_3 (напряжение пентодного участка характеристики МОП-транзистора). При этом на параметры x_i и частные критерии φ_j наложены ограничения. Результаты первых трех этапов минимизации каждого частного критерия φ_j приведены в табл. 2.14. На четвертом этапе решалась задача нахождения весов w_k через нормаль к компромиссной поверхности и минимизации аддитивной функции $w_1\varphi_1 + w_2\varphi_2 + w_3\varphi_3$

Результаты этого этапа оптимизации также представлены в табл. 2.14 и определяют рекомендацию решения, соответствующую разумному компромиссу между всеми критериями рекомендаций. Далее для снижения критерия φ_1 (времени переключения) рекомендовалось определить новую нормаль к поверхности, проходящей через вторую, третью и четвертую точки Парето. В результате дополнительной минимизации многокритериальной целевой функции снизилось значение φ_1,однако при этом, как следует из табл. 2.14, возросло значение критерия φ_2 (площади транзисторов).

Таблица 2.14

Определение вектора весов для аддитивного критерия качества

Номер итерации	Вес			Частный критерий			Варьируемый параметр		
	w_1	w_2	w_3	φ_1	φ_2	φ_3	x_1	x_2	x_3
1	1	0	0	56,2	2500	0,7	15,46	226,74	—1
2	0	1	0	110	1277	0,7	7,896	115,8	—1
3	0	0	1	110	2500	0,35	7,82	236,28	—1
4	0,0036	$1{,}6 \cdot 10^{-5}$	0,5651	79,9	1999	0,557	9,84	184,42	—1
5	0,0047	$8{,}94 \cdot 10^{-5}$	0,731	78,5	2500	0,5	11	232,3	—1

Задача назначения. К задачам выбора вариантов рекомендаций, которые приходится решать при консультировании проблемы, относятся и задачи назначения, суть которых состоит, например, в отыскании рекомендаций по оптимальной расстановке исполнителей (оборудования), если заданы $A_1, \ldots, \ldots, A_n$ функций и $B_1, \ldots, B_n$ исполнителей. При этом эффективность выполнения каждой из A_i функций B_i исполнителями характеризуется элементами матрицы эффективности

$$C = \begin{vmatrix} c_{11} \ldots c_{1n} \\ \vdots \\ c_{n1} \ldots c_{nn} \end{vmatrix}.$$

Математическая проблема выбора формируется как задача нахождения набора $\{x_{ij}\}$, $i = 1, \ldots, n$; $j = 1 \ldots\ldots n$, максимизирующего функцию выигрыша

$$L(X) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \tag{2.42}$$

и удовлетворяющего при $x_{ij} \geq 0$ ограничениям

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \; j = 1, 2, \ldots, n; \tag{2.43}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, \; i = 1, 2, \ldots, n. \tag{2.44}$$

Система ограничений (2.43) отражает тот факт, что на каждую функцию должен быть назначен только один исполнитель. Система ограничений (2.44) соответствует условию, что каждый исполнитель может быть назначен для выполнения только одной функции.

Задача назначения обычно решается с помощью так называемого венгерского метода, или метода Эгервари. Общая идея метода состоит в следующем. Предварительно исходная задача максимизации согласно выражению (2.42) трансформируется в эквивалентную ей

задачу минимизации таким образом, чтобы все элементы полученной при этом матрицы были неотрицательными.

Цель всех последующих ограничений состоит в том, чтобы при сохранении неотрицательности элементов матрицы путем использования эквивалентных преобразований получить в результате матрицу, содержащую n нулевых элементов, при этом в одной и той же строке и в одном и том же столбце матрицы не могут одновременно находиться два нулевых элемента (система независимых нулей). При решении исходной задачи выбирают план назначений, единичные элементы которого соответствуют нулевым элементам выделенной системы независимых нулей.

Проиллюстрируем, используя одну из модификаций венгерского метода, решение задачи выбора, определяемой матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 7 & 3 & 2 & 10 & 1 \\ 2 & 4 & 12 & 9 & 7 \\ 4 & 1 & 7 & 1 & 4 \\ 2 & 1 & 9 & 1 & 7 \\ 4 & 1 & 7 & 5 & 3 \end{bmatrix}.$$

Алгоритм состоит из нескольких этапов. Вначале из всех элементов одного и того же столбца вычитаем наименьший элемент этого столбца

	1	2	3	4	5
1	5	2	[0]	9	0
2	[0]	3	10	8	6
3	2	0	5	0	3
4	0	0	7	[0]	6
5	2	[0]	5	4	2
$\min_i C_{il}$	2	1	2	1	1

Затем выделяем квадратиками возможные элементы системы независимых нулей и убеждаемся, что мы получили 4 назначения из 5 (по количеству нулей в квадратиках). Анализируя таблицу, обнаруживаем, что на месте недостающего опорного нулевого элемента находится ненулевой элемент $c_{35} = 3$.

Проводим эквивалентные преобразования полученной ранее матрицы. Для этого последовательно обозначим звездочкой (*) строки 5-го столбца, в которых нет нулевых элементов, и каждый столбец, который на пересечении с отмечаемой строкой имеет нулевой элемент, не вошедший в систему независимых нулей. Вначале отмечаем 3-ю строку и соответствующие ей 2-й и 4-й столбцы, затем 4-ю строку и 1-й столбец (2-й столбец уже отмечен); далее 5-ю строку и наконец 2-ю строку:

	*	*		*	
	5	2	0	9	0	
*	0	3	10	8	6	
*	2	0	5	0	3	
*	0	0	7	0	6	
*	2	0	5	4	2	

Затем, вычеркивая все неотмеченные строки и отмеченные столбцы (1-ю строку и 1, 2 и 4-й столбцы), определяем наименьший по величине элемент из оставшейся части матрицы (в данном случае $c_{55} = 2$). Этот элемент вычитается из каждого столбцового элемента оставшейся части матрицы и прибавляется к каждому ненулевому элементу вычеркнутых строк. В результате получаем модифицированную матрицу

7	4	[0]	11	0
[0]	3	8	8	4
2	[0]	3	0	1
0	0	5	[0]	4
2	0	3	4	[0]

,

на которой для данного примера уже можно выбрать систему независимых опорных нулей. Если бы это не произошло, то пришлось

бы повторить процедуру эквивалентного преобразования матрицы необходимое количество раз.

Таким образом из выражения (2.42) оптимальный набор $\{x_{ij}\}$ имеет вид

$$X = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix},$$

а соответствующее значение функции выигрыша

$L(X) = c_{13} + c_{21} + c_{32} + c_{44} + c_{55} = 2 + 2 + 1 + 1 + 3 = 9.$

Для конкретных задач, решаемых в САК, могут применяться и другие методы формирования рекомендаций.

Литература

1. European Directory of Management Consultants. 1995. London: FEACO-AP Information services, 1995.

2. Guidelines for the Use of Consultants by World Bank Borrowers and by the World Bank as Executing Agency. Washington (D.C.): The World Bank, 1992.

3. Hurley N. Management Consultancy Manual: Operating a Successful Management Consultancy Assignment. Ankara: SMIDO, 1990.

4. Kubr M. How to select and use consultants: A client's guide. Geneva: ILO, 1993.

5. Maister D. Professional Service Firm Management. Boston: Maister Associates. Inc., 1990.

6. Кудинов А. О рынке консалтинговых услуг. // www.bcg.ru.

7. Монахова Е. Управленческое консультирование конца XX века. // www.pcweek.ru/kis.

8. Посадский А.П., Хайниш С.В. Консультационные услуги в России. - М.: Финстатинформ, 1995, - 171 с.

9. Уткин Э.А. Консалтинг. – М.: ЭКМОС, 1998, - 256 с.

10. Интернет-сервер Гарвардской школы бизнеса: www.hbs.edu

11. BS7799: Информационная безопасность начинается с менеджмента. // Банковские технологии. №8, 1998, - С. 73-75.

12. Международный стандарт ИСО 9000. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. 2-е изд. 2000-12-15. ISO - 2000.

13 Международный стандарт ИСО 9001. Системы менеджмента качества. Требования. 3-е изд. 2000-12-15. ISO – 2000.

14. Международный стандарт ИСО 9004. Системы менеджмента качества. Руководство по улучшению деятельности. 2-е изд. ISO – 2000.

15. ISO 9000 Introduction and Support Package: Guidelines on the Process Approach to quality management systems. ISO/TC 176/SC 2/N 544R. 17 May, 2001.

16. ISO 9000 Introduction and Support Package: Guidance on the Documentation Requirements of ISO 9001:2000. ISO/TC 176/SC 2/N 544R. 13 March, 2001.

17. Давид Марка, Клемент МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования. Пер . с англ . М .:1993, 240 с ., ISBN 5-7395-0007-9

18. INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0). Draft Federal Information Processing Standards Publication 183, 1993, December 2. www.idef.com

19. Р50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. М.: Госстандарт России, 2000. www.cals.ru

20. Менеджмент качества и международные стандарты ИСО 9000 версии 2000 г. Материалы семинара в рамках Программы ИСО для развивающихся стран. Минск, Июль 2001 г. 79 с.

21. Framework for Managing Process Improvement. Vol.1. Electronic College of Process Innovation. DoD USA. May, 1994.

Научно-практическое издание

Кононюк Анатолий Ефимович

Консалтинтология

Общая теория консалтинга

Книга 1

Авторская редакция

Видавництво "Корнійчук", 04116 , Київ-116, В.Василевської 15/15
свідоцтво про внесения до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи №424 від 18.04.2001

Підп. до друку Формат 60х48 1/16
Папір офсетний Тиражування
Наклад 300 прим. Замовлення №

СПД Пачковський В.М.
Т. 237-60-26