



Технологии инженерии знаний

- D Классификация методов практического извлечения знаний
- D Коммуникативные методы
 - Текстологические методы
- D Простейшие методы структурирования
- D Состояние и перспективы автоматизированного приобретения знаний
- D Примеры методов и систем приобретения знаний

4.1. Классификация методов практического извлечения знаний

Подробно рассмотрев в главе 3 теоретические аспекты инженерии знаний, мы, однако, в явном виде не определили, каким практическим методом эти знания будут получены. В неявном виде предполагалось, что это некоторое взаимодействие инженера по знаниям и эксперта в форме непосредственного живого общения. Однако это не единственная форма извлечения знаний, хотя и довольно распространенная. В работах [Волков, Ломнев, 1989; Осипов, 1998; Boose, 1989; Cullen, Bryman, 1988; Gammack, Young, 1985; Hart 1986] упоминается около 15 ручных (неавтоматизированных) методов извлечения и более 20 автоматизированных методов приобретения и формирования знаний.

Рисунок 4.1 иллюстрирует предлагаемую классификацию методов извлечения знаний, в которой используются наиболее употребительные термины, что позволит инженерам по знаниям в зависимости от конкретной задачи и ситуации выбрать подходящий метод.

Из предложенной схемы классификации видно, что основной принцип деления связан с источником знаний.



Рис. 4. 1. Классификация методов извлечения знаний

Коммуникативные методы извлечения знаний охватывают методы и процедуры контактного инженера по знаниям с непосредственным источником знаний — экспертом, а *текстологические* включают методы извлечения знаний из документов (методик, пособий, руководств) и специальной литературы (статей, монографий, учебников).

Разделение этих групп методов на верхнем уровне классификации не означает их антагонистичности, обычно инженер по знаниям комбинирует различные методы, например сначала изучает литературу, затем беседует с экспертами, или наоборот.

В свою очередь, коммуникативные методы можно также разделить на две группы: активные и пассивные. *Пассивные* методы подразумевают, что ведущая роль в процедуре извлечения как бы передается эксперту, а инженер по знаниям только протоколирует рассуждения эксперта во время его реальной работы по принятию решений или записывает то, что эксперт считает нужным самостоятельно рассказать в форме лекции. В *активных* методах, напротив, инициатива полностью в руках инженера по знаниям, который активно контактирует с экспертом различными способами — в играх, диалогах, беседах за круглым столом и т. д.

Следует еще раз подчеркнуть, что и активные и пассивные методы могут чередоваться даже в рамках одного сеанса извлечения знаний. Например, если инженер по знаниям застенчив и не имеет большого опыта, то вначале он может использовать пассивные методы, а постепенно, ближе знакомясь с экспертом, захватывать инициативу и переходить «в наступление».

Пассивные методы на первый взгляд достаточно просты, но на самом деле требуют от инженера по знаниям умения четко анализировать поток сознания эксперта и выявлять в нем значимые фрагменты знаний. Отсутствие обратной связи (пассивность инженера по знаниям) значительно ослабляет эффективность этих методов, чем и объясняется их обычно вспомогательная роль при активных методах.

Активные методы можно разделить на две группы в зависимости от числа экспертов, отдающих свои знания. Если их число больше одного, то целесообразно помимо серии индивидуальных контактов с каждым применять и методы групповых обсуждений предметной области. Такие *групповые* методы обычно активизируют мышление участников дискуссий и позволяют выявлять весьма нетривиальные аспекты их знаний. В свою очередь, *индивидуальные* методы на сегодняшний день остаются ведущими, поскольку столь деликатная процедура, как «отъем знаний», не терпит лишних свидетелей.

Отдельно следует сказать об играх. *Игровые* методы сейчас широко используются в социологии, экономике, менеджменте, педагогике для подготовки руководителей, учителей, врачей и других специалистов. Игра — это особая форма деятельности и творчества, где человек раскрепощается и чувствует себя намного свободнее, чем в обычной трудовой деятельности.

На выбор метода влияют три фактора: личностные особенности инженера по знаниям, личностные особенности эксперта и характеристика предметной области.

Одна из возможных классификаций людей по психологическим характеристикам [Обозов, 1986] делит всех на три типа:

- мыслитель (познавательный тип);
- собеседник (эмоционально-коммуникативный тип);
- практик (практический тип).

Мыслители ориентированы на интеллектуальную работу, учебу, теоретические обобщения и обладают такими характеристиками когнитивного стиля, как полнезависимость и рефлексивность (см. параграф 3.3). *Собеседники* — это общительные, открытые люди, готовые к сотрудничеству. *Практики* предпочитают действие разговорам, хорошо реализуют замыслы других, направлены на результативность работы.

Для характеристики предметных областей можно предложить следующую классификацию:

- хорошо документированные;
- средне документированные;
- слабо документированные.

Эта классификация связана с соотношением двух видов знаний Z_1 и Z_2 , введенных в п. 1.3, где Z_1 — это экспертное «личное» знание, а Z_2 — материализованное в книгах «общее» знание в данной конкретной области. Если представить знания $Z_{\text{мо}}$ предметной области как объединение Z_1 и Z_2 , то есть $Z_{\text{мо}} = Z_1 \cup Z_2$, то рис. 4.2 наглядно иллюстрирует предложенную классификацию.

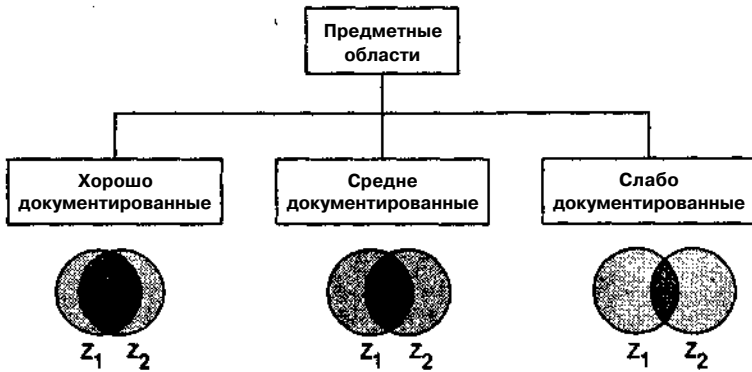


Рис. 4.2. Классификация предметных областей

Кроме этого, предметные области можно разделить по критерию структурированности знаний. Под *структурированностью* будем понимать степень теоретического осмысления и выявленности основных закономерностей и принципов, действующих в данной предметной области. И хотя ЭС традиционно применяются в слабо структурированных предметных областях, сейчас наблюдается тенденция расширения сферы внедрения экспертных систем.

По степени структурированности знаний предметные области могут быть:

- *хорошо структурированными* — с четкой аксиоматизацией, широким применением математического аппарата, устоявшейся терминологией;
- *средне структурированными* — с определившейся терминологией, развивающейся теорией, явными взаимосвязями между явлениями;
- *слабо структурированными* — с размытыми определениями, богатой эмпирикой, скрытыми взаимосвязями, с большим количеством «белых пятен».

Введенные в данном параграфе классификации методов и предметных областей помогут инженеру по знаниям, четко определив свою предметную область, соотнести ее с предложенными типами и наметить подходящий метод или группу методов извлечения знаний. Однако, скорее всего, реальная работа полностью зачеркнет его выбор, и окажется, что его хорошо документированная область является слабо документированной, а метод наблюдений надо срочно заменять играми!

Такова реальная сложность процедуры извлечения знаний.

4.2. Коммуникативные методы

В соответствии с классификацией, представленной на рис. 4.1, рассмотрим подробнее обе разновидности коммуникативных методов: пассивные и активные.

4.2.1. Пассивные методы

Термин «пассивные» не должен вызывать иллюзий, поскольку он введен как противовес к «активным» методам. В реальности же пассивные методы требуют от инженера по знаниям не меньшей отдачи, чем такие активные методы, как игры и диалог.

Пассивные методы извлечения знаний включают такие методы, где ведущая роль в процедуре извлечения фактически передается эксперту, а инженер по знаниям только фиксирует рассуждения эксперта во время работы по принятию решений.

Согласно классификации (см. рис. 4.1) к этой группе относятся:

- наблюдения;
- анализ протоколов «мыслей вслух»;
- лекции.

Наблюдения

В процессе наблюдений инженер по знаниям находится непосредственно рядом с экспертом во время его профессиональной деятельности или имитации этой деятельности. При подготовке к сеансу извлечения эксперту необходимо объяснить цель наблюдений и попросить максимально комментировать свои действия.

Во время сеанса аналитик записывает все действия эксперта, его реплики и объяснения. Может быть сделана и видеозапись в реальном масштабе времени. Непременное условие этого метода — невмешательство аналитика в работу эксперта хотя бы на первых порах. Именно метод наблюдений является единственно «чистым» методом, исключаяющим вмешательство инженера по знаниям и навязывание им каких-то своих структур представлений.

Существуют две основные разновидности проведения наблюдений:

- наблюдение за реальным процессом;
- наблюдение за имитацией процесса.

Обычно используются обе разновидности. Сначала инженеру по знаниям полезно наблюдать за реальным процессом, чтобы глубже понять предметную область и отметить все внешние особенности процесса принятия решения. Это необходимо для проектирования эффективного интерфейса пользователя. Ведь будущая ЭС должна работать именно в контексте такого реального производственного процесса. Кроме того, только наблюдение позволит аналитику увидеть предметную область, а, как известно, «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать».

Наблюдение за имитацией процесса проводят обычно также за рабочим местом эксперта, но сам процесс деятельности запускается специально для аналитика. Преимущество этой разновидности в том, что эксперт менее напряжен, чем в первом варианте, когда он работает на «два фронта» — и ведет профессиональную деятельность, и демонстрирует ее. Недостаток совпадает с преимуществом — именно меньшая напряженность эксперта может повлиять на результат — раз работа ненастоящая, то и решение может отличаться от настоящего.

Наблюдения за имитацией проводят также и в тех случаях, когда наблюдения за реальным процессом по каким-либо причинам невозможны (например, профессиональная этика врача-психиатра может не допускать присутствия постороннего на приеме).

Сеансы наблюдений могут потребовать от инженера по знаниям:

- овладения техникой стенографии для фиксации действий эксперта в реальном масштабе времени;
- ознакомления с методиками хронометража для четкого структурирования производственного процесса по времени;
- развития навыков «чтения по глазам», то есть наблюдательности к жестам, мимике и другим невербальным компонентам общения;
- серьезного предварительного знакомства с предметной областью, так как из-за отсутствия «обратной связи» иногда многое непонятно в действиях экспертов.

Протоколы наблюдений после сеансов в ходе домашней работы тщательно расшифровываются, а затем обсуждаются с экспертом.

Таким образом, наблюдения — один из наиболее распространенных методов извлечения знаний на начальных этапах разработки. Обычно он применяется не самостоятельно, а в совокупности с другими методами.

Анализ протоколов «мыслей вслух»

Протоколирование «мыслей вслух» отличается от наблюдений тем, что эксперта просят не просто прокомментировать свои действия и решения, но и объяснить, как это решение было найдено, то есть продемонстрировать всю цепочку своих рассуждений. Во время рассуждений эксперта все его слова, весь «поток сознания» протоколируется инженером по знаниям, при этом полезно отметить даже паузы и междометия. Иногда этот метод называют «вербальные отчеты» [Моргоев, 1988].

Вопрос об использовании для этой цели магнитофонов и диктофонов является дискуссионным, поскольку магнитофон иногда парализующе действует на эксперта, разрушая атмосферу доверительности, которая может и должна возникать при непосредственном общении.

Основной трудностью при протоколировании «мыслей вслух» является принципиальная сложность для любого человека объяснить, как он думает. При этом существуют экспериментальные психологические доказательства того факта, что люди не всегда в состоянии достоверно описывать мыслительные процессы. Кроме того, часть знаний, хранящихся в невербальной форме (например, различные процедурные знания типа «как завязывать шнурки»), вообще слабо коррелируют с их словесным описанием. Автор теории фреймов М. Минский считает, что «только как исключение, а не как правило, человек может объяснить то, что он знает» [Minsky, 1981]. Однако существуют люди, склонные к рефлексии, для которых эта работа является вполне доступной. Следовательно, описанная в параграфе 3.3. такая характеристика когнитивного стиля, как рефлексивность, является для эксперта более чем желательной.

Расшифровка полученных протоколов производится инженером по знаниям самостоятельно с коррекциями на следующих сеансах извлечения знаний. Удачно

проведенное протоколирование «мыслей вслух» является одним из наиболее эффективных методов извлечения, поскольку в нем эксперт может проявить себя максимально ярко, он ничем не скован, никто ему не мешает, он как бы свободно парит в потоке собственных умозаключений и рассуждений. Он может здесь блеснуть эрудицией, продемонстрировать глубину своих познаний. Для большинства числа экспертов это самый приятный и лестный способ извлечения знаний.

От инженера по знаниям метод «мысли вслух» требует тех же умений, что и метод наблюдений. Обычно «мысли вслух» дополняются потом одним из активных методов для реализации обратной связи между интерпретацией инженера по знаниям и представлениями эксперта.

Лекции

Лекция является самым старым способом передачи знаний. Лекторское искусство издревле очень высоко ценилось во всех областях науки и культуры. Но нас сейчас интересует не столько способность к подготовке и чтению лекций, сколько способность эту лекцию слушать, конспектировать и усваивать. Уже говорилось, что чаще всего экспертов не выбирают, и поэтому учить эксперта чтению лекции инженер по знаниям не сможет. Но если эксперт имеет опыт преподавателя (например, профессор клиники или опытный руководитель производства), то можно воспользоваться таким концентрированным фрагментом знаний, как лекция. В лекции эксперту также предоставлено много степеней свободы для самовыражения; при этом необходимо сформулировать эксперту тему и задачу лекции. Например, тема цикла лекций «Постановка диагноза — воспаление легких», тема конкретной лекции «Рассуждения по анализу рентгенограмм», задача — научить слушателей по перечисленным экспертом признакам ставить диагноз воспаления легких и делать прогноз. При такой постановке опытный лектор может заранее структурировать свои знания и ход рассуждений. От инженера по знаниям в этой ситуации требуется лишь грамотно законспектировать лекцию и в конце задать необходимые вопросы.

Студенты хорошо знают, что конспекты лекций одного и того же лектора у разных студентов существенно отличаются. Списать конспект лекций просят, как правило, у одного-двух студентов из группы. Люди, умело ведущие конспект, обычно сильные студенты. Обратное не верно. В чем же заключается искусство ведения конспекта? В «помехоустойчивости». Записывать главное, опускать второстепенное, выделять фрагменты знаний (параграфы, под-параграфы), записывать только осмысленные предложения, уметь обобщать.

Хороший вопрос по ходу лекции помогает и лектору и слушателю. Серьезные и глубокие вопросы могут существенно поднять авторитет инженера по знаниям в глазах эксперта.

Опытный лектор знает, что все вопросы можно условно разбить на три группы:

- умные вопросы, углубляющие лекцию;
- глупые вопросы или вопросы не по существу;
- вопросы «на засыпку» или провокационные.

Если инженер по знаниям задает вопросы второго типа, то возможны две реакции. Вежливый эксперт будет разговаривать с таким аналитиком как с ребенком, который сейчас не понимает и все равно ничего уже не поймет. Заносчивый эксперт просто выйдет из контакта, не желая терять время. Если же инженер по знаниям захочет продемонстрировать свою эрудицию вопросами третьего типа, то ничего, кроме раздражения и отчуждения, он, по-видимому, в ответ не получит.

Продолжительность лекции рекомендуется стандартная — от 40 до 50 минут и через 5-10 минут — еще столько же. Курс обычно от двух до пяти лекций.

Метод извлечения знаний в форме лекций, как и все пассивные методы, используют в начале разработки как эффективный способ быстрого погружения инженера по знаниям в предметную область. >

В заключение несколько советов, как слушать лекции [Ребельский, 1989].

1. К лекции подготовьтесь, то есть познакомьтесь с предметной областью.
2. Слушайте с максимальным вниманием, для этого: устраните мешающие факторы (скрип двери, шорохи и т. д.); удобно устройтесь; поменьше двигайтесь.
3. Учитесь отдыхать во время слушания (например, когда лектор приводит цифры, которые можно взять из справочника).
4. Слушайте одновременно и лектора, и самого себя (параллельно с мыслями лектора по ассоциации возникают собственные мысли).
5. Слушайте и одновременно записывайте, но записывайте текст сокращенно, используя условные значки (для этого вовсе не следует непременно быть стенографом, достаточно только установить для себя ряд условных значков и ими неизменно пользоваться).
6. Расшифруйте записи лекции в тот же день.
7. Не спорьте с лектором в процессе лекции.
8. Рационально используйте перерывы в лекции для подведения итогов прослушанного.

Сравнительные характеристики пассивных методов извлечения знаний представлены в табл. 4.1.

Таблице 4.1. Сравнительные характеристики пассивных методов извлечения знаний

Пассивный метод извлечения знаний	Наблюдения	«Мысли вслух»	Лекции
Достоинства	Отсутствие влияния аналитика и его субъективной позиции	Свобода самовыражения для эксперта	Свобода самовыражения для эксперта
	Максимальное приближение аналитика к предметной области	Обнаженность структур рассуждений	Структурированное изложение. Высокая концентрация

Пассивный метод извлечения знаний	Наблюдения	«Мысли вслух»	Лекции
		Отсутствие влияния аналитика и его субъективной позиции	Отсутствие влияния аналитика и его субъективной позиции
Недостатки	Отсутствие обратной связи Фрагментарность полученных комментариев	Отсутствие обратной связи Возможность ухода «в сторону» в рассуждениях эксперта	«Зашумленность» деталями Слабая обратная связь Недостаток хороших лекторов среди экспертов-практиков
Требования к эксперту (типы и основные качества)	Собеседник или мыслитель (способность к вербализации + мыслей + аналитичность + открытость + рефлексивность)	Собеседник или мыслитель (способность к вербализации + мыслей + аналитичность + открытость + рефлексивность)	Мыслитель (лекторские способности)
Требования к эксперту (типы и основные качества)	Мыслитель (наблюдательность+ полнезависимость)	Мыслитель или собеседник (контактность+ полнезависимость)	Мыслитель (поле-независимость+ способность к обобщению)
Характеристика предметной области	Слабо и средне структурированные; слабо и средне документированные	Тоже	Слабо документированные и слабо структурированные

4.2.2. Активные индивидуальные методы

Активные индивидуальные методы извлечения знаний на сегодняшний день — наиболее распространенные. В той или иной степени к ним прибегают при разработке практически любой ЭС.

К основным активным методам можно отнести:

е анкетирование;

- интервью;
- свободный диалог;
- игры с экспертом.

Во всех этих методах активную функцию выполняет инженер по знаниям, который пишет сценарий и режиссирует сеансы извлечения знаний. Игры с экспертом

существенно отличаются от трех других методов. Три оставшихся метода очень схожи между собой и отличаются лишь по степени свободы, которую может себе позволить инженер по знаниям при проведении сеансов извлечения знаний. Их можно назвать вопросными методами поиска знаний.

Анкетирование

Анкетирование — наиболее жесткий метод, то есть наиболее стандартизированный. В этом случае инженер по знаниям заранее составляет вопросник или анкету, размножает ее и использует для опроса нескольких экспертов. Это основное преимущество анкетирования.

Сама процедура может проводиться двумя способами:

1. Аналитик вслух задает вопросы и сам заполняет анкету по ответам эксперта.
2. Эксперт самостоятельно заполняет анкету после предварительного инструктирования.

Выбор способа зависит от конкретных условий (например, от оформления анкеты, ее понятности, готовности эксперта). Второй способ нам кажется предпочтительнее, так как у эксперта появляется неограниченное время на обдумывание ответов.

Если вспомнить схему общения, представленную на рис. 3.8, то основными факторами, на которые можно существенно повлиять при анкетировании, являются средства общения (в данном случае это вопросник) и ситуация общения.

Вопросник (анкета) заслуживает особого разговора. Существует несколько общих рекомендаций при составлении анкет. Эти рекомендации являются универсальными, то есть не зависят от предметной области. Наибольший опыт работы с анкетами накоплен в социологии и психологии, поэтому часть рекомендаций заимствована из [Ноэль, 1978; Погосян, 1985].

- Анкета не должна быть монотонной и однообразной, то есть вызывать скуку или усталость! Это достигается вариациями формы вопросов, сменой тематики, вставкой вопросов-шуток и игровых вопросов.
- Анкета должна быть приспособлена к языку экспертов (см. п. 3.3).
- Следует учитывать, что вопросы влияют друг на друга и поэтому последовательность вопросов должна быть строго продумана.
- Желательно стремиться к оптимальной избыточности. Известно, что в анкете всегда много лишних вопросов, часть из них необходима — это так называемые контрольные вопросы (см. о них ниже), а другая часть должна быть минимизирована.

Пример 4.1

Лишние вопросы появляются, например, в таких ситуациях. Фрагмент анкеты:

«В12. Считаете ли вы, что лечения ангины эффективнее эритромицин?»

*В13. Какие дозы эритромицина вы обычно рекомендуете?»

При отрицательном ответе на 12-й вопрос 13-й является лишним. Его можно избежать, усложнив вопрос.

<В12. Применяете ли вы эритромицин для лечения ангины и скарлатины, то в каких дозах?>

- Анкета должна иметь «хорошие манеры», то есть ее язык должен быть ясным, понятным, предельно вежливым. Методическим мастерством составления анкеты можно овладеть только на практике.

Интервью

Под *интервью* будем понимать специфическую форму общения инженера по знаниям и эксперта, в которой инженер по знаниям задает эксперту серию заранее подготовленных вопросов с целью извлечения знаний о предметной области. Наибольший опыт в проведении интервью накоплен, наверное, в журналистике и социологии. Большинство специалистов этих областей отмечают тем не менее крайнюю недостаточность теоретических и методических исследований по тематике интервьюирования [Ноэль, 1978; Шумилина, 1973].

Интервью очень близко тому способу анкетирования, когда аналитик сам заполняет анкету, занося туда ответы эксперта. Основное отличие интервью в том, что оно позволяет аналитику опускать ряд вопросов в зависимости от ситуации, вставлять новые вопросы в анкету, изменять темп, разнообразить ситуацию общения. Кроме этого, у аналитика появляется возможность «взять в плен» эксперта своим обаянием, заинтересовать его самой процедурой и тем самым увеличить эффективность сеанса извлечения.

Вопросы для интервью

Теперь несколько подробнее о центральном звене активных индивидуальных методов — о вопросах. Инженеры по знаниям редко сомневаются в своей способности задавать вопросы. В то время как и в философии и в математике эта проблема обсуждается с давних лет. Существует даже специальная ветвь математической логики — *эротетическая* логика (логика вопросов). Есть интересная работа Белнапа «Логика вопросов и ответов» [Белнап, Стил, 1981], но, к сожалению, использовать результаты, полученные логиками, непосредственно при разработке интеллектуальных систем не удастся.

Все вопросительные предложения можно разбить на два типа [Сергеев, Соколов, 1986]:

- вопросы с *неопределенностью*, относящейся ко всему предложению («Действительно, введение больших доз антибиотиков может вызвать анафилактический шок?»);
- вопросы с *неполной информацией* («При каких условиях необходимо включать кнопку?»), часто начинающиеся со слов «кто», «что», «где», «когда» и т. д.

Это разделение можно дополнить классификацией, частично описанной в работе [Шумилина, 1973] и представленной на рис. 4.3.

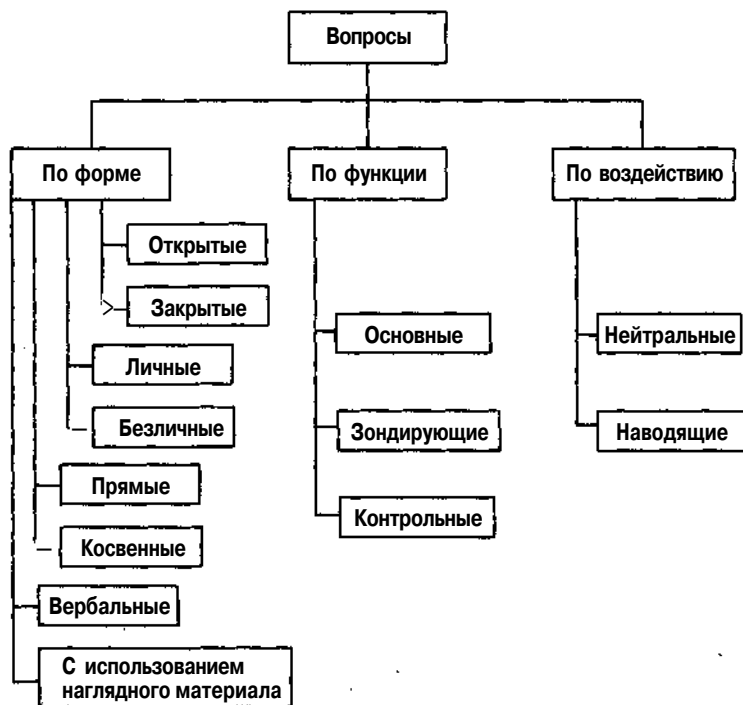


Рис. 4.3. Классификация вопросов

Открытый вопрос называет тему или предмет, оставляя полную свободу эксперту по форме и содержанию ответа («Не могли бы вы рассказать, как лучше сбить высокую температуру у больного с воспалением легких?»).

В *закрытом* вопросе эксперт выбирает ответ из набора предложенных («Укажите, пожалуйста, что вы рекомендуете при ангине: а) антибиотики, б) полоскание, в) компрессы, г) ингаляции»). Закрытые вопросы легче обрабатывать при последующем анализе, но они более опасны, так как «закрывают» ход рассуждений эксперта и «программируют» его ответ в определенном направлении. При составлении сценария интервью полезно чередовать открытые и закрытые вопросы, особенно тщательно продумывать закрытые, поскольку для их составления требуется определенная эрудиция в предметной области.

Личный вопрос касается непосредственно личного индивидуального опыта эксперта («Скажите, пожалуйста, Иван Данилович, в вашей практике вы применяете вулнузан при фурункулезе?»). Личные вопросы обычно активизируют мышление эксперта, «играют» на его самолюбии, они всегда украшают интервью.

Безличный вопрос направлен на выявление наиболее распространенных и общепринятых закономерностей предметной области («Что влияет на скорость процесса ферментации лизина?»).

При составлении вопросов следует учитывать, что языковые способности эксперта, как правило, ограничены и вследствие скованности, замкнутости, робости

он не может сразу высказать свое мнение и предоставить знания, которые от него требуются (даже если предположить, что он их четко для себя формулирует). Поэтому часто при «зажатости» эксперта используют не *прямые* вопросы, которые непосредственно указывают на предмет или тему («Как вы относитесь к методике доктора Сухарева?»), а *косвенные*, которые лишь косвенно указывают на интересующий предмет («Применяете ли вы методику доктора Сухарева? Опишите, пожалуйста, результаты лечения»). Иногда приходится задавать несколько десятков косвенных вопросов вместо одного прямого.

Вербальные вопросы — это традиционные устные вопросы. *Вопросы с использованием наглядного материала* разнообразят интервью и снижают утомляемость эксперта. В этих вопросах используют фотографии, рисунки и карточки. Например, эксперту предлагаются цветные картонные карточки, на которых выписаны признаки заболевания. Затем аналитик просит разложить эти карточки в порядке убывания значимости для постановки диагноза.

Деление вопросов по функции на основные, зондирующие, контрольные связано с тем, что часто *основные* вопросы интервью, направленные на выявление знаний, не срабатывают — эксперт по каким-то причинам уходит в сторону от вопроса, отвечает нечетко.

Тогда аналитик использует *зондирующие* вопросы, которые направляют рассуждения эксперта в нужную сторону. Например, если не сработал основной вопрос: «Какие параметры определяют момент окончания процесса ферментации лизина?» — аналитик начинает задавать зондирующие вопросы: «Всегда ли процесс ферментации длится 72 часа? А если он заканчивается раньше, как это узнать? Если он продлится больше, то что заставит микробиолога не закончить процесс на 72-м часу?» и т. д.

Контрольные вопросы применяют для проверки достоверности и объективности информации, полученной в интервью ранее («Скажите, пожалуйста, а московская школа психологов так же как вы трактует шкалу К опросника ММРІ?» или «Рекомендуете ли вы инъекции АТФ?» (АТФ — препарат, снятый с производства)). Контрольные вопросы должны быть «хитро» составлены, чтобы не обидеть эксперта недоверием (для этого используют повторение вопросов в другой форме, уточнения, ссылки на другие источники). «Лучше два раза спросить, чем один раз напутать» (Шолом—Алейхем).

И наконец, о нейтральных и наводящих вопросах. В принципе интервьюеру (в нашем случае инженеру по знаниям) рекомендуют быть беспристрастным, отсюда и вопросы его должны носить *нейтральный* характер, то есть не должны указывать на отношение интервьюера к данной теме. Напротив, *наводящие* вопросы заставляют респондента (в данном случае эксперта) прислушаться или даже принять во внимание позицию интервьюера. Нейтральный вопрос: «Совпадают ли симптомы кровоизлияния в мозг и сотрясения мозга?» Наводящий вопрос: «Не правда ли, очень трудно дифференцировать симптомы кровоизлияния в мозг?»

Кроме перечисленных выше, полезно различать и включать в интервью следующие вопросы [Ноэль, 1978]:

- контактные («ломающие лед» между аналитиком и экспертом);
- буферные (для разграничения отдельных тем интервью);
- оживляющие память экспертов (для реконструкции отдельных случаев из практики);
- «провоцирующие» (для получения спонтанных, неподготовленных ответов).

В заключение описания интервью укажем три основные характеристики вопросов [Шумилина, 1973], которые влияют на качество интервью:

- язык вопроса (понятность, лаконичность, терминология);
- порядок вопросов (логическая последовательность и немонотонность);
- уместность вопросов (этика, вежливость).

Вопрос в интервью — это не просто средство общения, но и способ передачи мыслей и позиции аналитика.

«Вопрос представляет собой форму движения мысли, в нем ярко выражен момент перехода от незнания к знанию, от неполного, неточного знания к более полному и более точному» [Лимантов, 1971]. Отсюда необходимость в протоколах фиксировать не только ответы, но и вопросы, предварительно тщательно отработывая их форму и содержание.

Очевидно, что любой вопрос имеет смысл только в контексте. Поэтому вопросы может готовить инженер по знаниям, уже овладевший ключевым набором знаний.

Вопросы имеют для эксперта диагностическое значение — несколько открытых «глупых» вопросов могут полностью разочаровать эксперта и отбить у него охоту к дальнейшему сотрудничеству. Известен ответ Маркса на вопрос Прудона: «Вопрос был до такой степени неправильно поставлен, что на него невозможно было дать правильный ответ».

Свободный диалог

Свободный диалог — это метод извлечения знаний в форме беседы инженера по знаниям и эксперта, в которой нет жесткого регламентированного плана и вопросника. Это определение не означает, что к свободному диалогу не надо готовиться. Напротив, внешне свободная и легкая форма этого метода требует высочайшей профессиональной и психологической подготовки. Подготовка к свободному диалогу практически может совпадать с предлагаемой в работе [Шумилина, 1973] подготовкой к журналистскому интервью. Рисунок 4.4 графически иллюстрирует схему такой подготовки, дополненную в связи со спецификой инженерии знаний. Подготовка занимает разное время в зависимости от степени профессионализма аналитика, но в любом случае она необходима, так как несколько уменьшает вероятность самого нерационального метода — метода проб и ошибок.

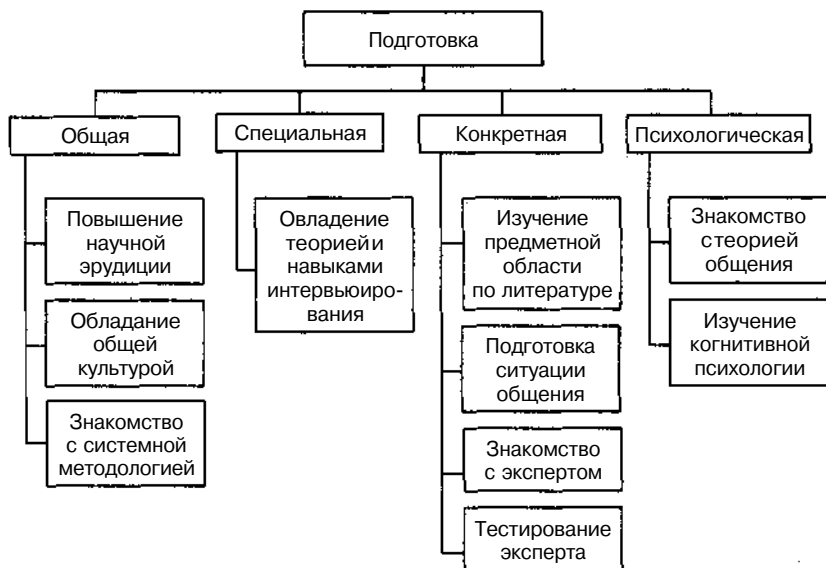


Рис. 4.4. Подготовка к извлечению знаний

Квалифицированная подготовка к диалогу помогает аналитику стать истинным драматургом или сценаристом будущих сеансов, то есть запланировать гладкое течение процедуры извлечения: от приятного впечатления в начале беседы перевод к профессиональному контакту через пробуждение интереса и завоевание доверия эксперта. При этом для обеспечения желания эксперта продолжить беседу необходимо проводить «поглаживания» (терминология Э.Берна [Берн, 1988]), то есть подбадривать эксперта и подтверждать всячески его уверенность в собственной компетентности (фразы-вставки: «Я вас понимаю...», «...это очень интересно» и т. д.).

Так, в одном из исследований по технике ведения профессиональных журналистских диалогов [Matarozzo, Wettman, Weins, 1963] было экспериментально доказано, что одобрителное и поощрительное «хмыканье» интервьюера увеличивает длину ответов респондента. При этом одобрение должно быть искренним, как показал опрос интервьюеров Института демоскопии Германии: «Лучшая уловка — это избегать всяких уловок: относиться к опрашиваемому с истинным человеколюбием, не с наигранным, а с подлинным интересом» [Ноэль, 1978]. Чтобы разговорить собеседника, можно сначала аналитику рассказать о себе, о работе, то есть поговорить самому.

Мы уже писали о профессиональной пригодности инженеров по знаниям и необходимости предварительного психологического тестирования при подготовке инженеров по знаниям. Здесь только приведем каталог свойств идеального интервьюера [Ноэль, 1978]. На наш взгляд, это вполне подходящий образец портрета инженера по знаниям перед серией свободных диалогов: «Он должен выглядеть здоровым, спокойным, уверенным, внушать доверие, быть искренним, веселым, проявлять интерес к беседе, быть опрятно одетым, ухоженным». Хоро-

ший аналитик может личным обаянием и умением скрыть изъяны подготовки. Блестящая краткая характеристика интервьюера приведена в той же работе — «*общительный педант*».

В свободном диалоге важно также выбрать правильный темп или ритм беседы: без больших пауз, так как эксперт может отвлечься, но и без гонки, иначе быстро утомляются оба участника и нарастает напряженность, кроме того, некоторые люди говорят и думают очень медленно. Умение чередовать разные темпы, напряжение и разрядку в беседе существенно влияет на результат.

Подготовка к диалогу так же, как и к другим активным методам извлечения знаний, включает составление плана проведения сеанса извлечения, в котором необходимо предусмотреть следующие стадии:

1. Начало беседы (знакомство, создание у эксперта «образа» аналитика, объяснение целей и задач работы).
2. Диалог по извлечению знаний.
3. Заключительная стадия (благодарность эксперту, подведение итогов, договор о последующих встречах).

Девизом для инженера по знаниям могут послужить взгляды одного из классиков отечественного литературоведения М. М. Бахтина [Бахтин, 1975]:

«Диалог — столкновение разных умов, разных истин, несходных культурных позиций, составляющих единый ум, единую истину, общую культуру».

«Диалог предполагает:

- уникальность каждого партнера и их принципиальное равенство друг другу;
- различие и оригинальность их точек зрения;
- ориентацию каждого на понимание и на активную интерпретацию его точки зрения партнером;
- ожидание ответа и его предвосхищение в собственном высказывании;
- взаимную дополнительность позиций участников общения, соотнесение которых и является целью диалога».

Сравнительные характеристики активных индивидуальных методов извлечения знаний представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Сравнительные характеристики активных индивидуальных методов извлечения

Активный индивидуальный метод извлечения знаний	Анкетирование	Интервью	Свободный диалог
Достоинства	Возможность стандартизованного опроса нескольких экспертов	Наличие обратной связи (возможность уточнений и разрешения противоречий) для эксперта	Гибкость Сильная обратная связь изменения

Активный индивидуальный метод извлечения знаний	Анкетирование	Интервью	Свободный диалог
	Не требует особенного напряжения от аналитика во время процедуры анкетирования		Возможность изменения сценария и формы сеанса
Недостатки	Требует умения и опыта составления анкет	Требует значительного времени на подготовку вопросов интервью	Требует от аналитика высочайшего напряжения
	Отсутствие контекста между экспертом, нет обратной связи. Вопросы анкеты могут быть неправильно поняты экспертом		Отсутствие формальных методик проведения Трудность протоколирования результатов
Требования к эксперту (типы качества)	Практик и мыслитель	Собеседник или мыслитель	Собеседник или мыслитель
Требования к каналитику (типы и качества)	Мыслитель (педантизм в составлении анкет, внимательность)	Собеседник (журналистские навыки, умение слушать)	Собеседник (наблюдательность, умение слушать, обаяние)
Характеристика предметной области	Слабо структурированные, слабо и средне документированные	Тоже	Тоже

4.2.3. Активные групповые методы

К групповым методам извлечения знаний относятся ролевые игры, дискуссии за «круглым столом» с участием нескольких экспертов и «мозговые штурмы». Основное достоинство групповых методов — это возможность одновременного «поглощения» знаний от нескольких экспертов, взаимодействие которых вносит в этот процесс элемент принципиальной новизны от наложения разных взглядов и позиций.

Поскольку эти методы менее популярны, чем индивидуальные (что связано со сложностью организации), попытаемся описать их подробно.

«Круглый стол»

Метод *круглого стола* (термин заимствован из журналистики) предусматривает обсуждение какой-либо проблемы из выбранной предметной области, в котором принимают участие с равными правами несколько экспертов. Обычно вначале

участники высказываются в определенном порядке, а затем переходят к живой свободной дискуссии. Число участников дискуссии колеблется от трех до пяти—семи.

Большинство общих рекомендаций по извлечению знаний, предложенных ранее, применимо и к данному методу. Однако существует и специфика, связанная с поведением человека в группе.

Во-первых, от инженера по знаниям подготовка «круглого стола» потребует дополнительных усилий: как организационных (место, время, обстановка, минеральная вода, чай, кворум и т. д.), так и психологических (умение вставлять уместные реплики, чувство юмора, память на имена и отчества, способность гасить конфликтные ситуации и т. д.).

Во-вторых, большинство участников будет говорить под воздействием «эффекта фасада» совсем не то, что они сказали бы в другой обстановке, то есть желание произвести впечатление на других экспертов будет существенно «подсвечивать» их высказывания. Этот эффект часто наблюдается на защитах диссертаций. Члены ученого совета спрашивают обычно не то, что им действительно интересно, а то, что демонстрирует их собственную компетентность.

Ход беседы за круглым столом удобно записывать на магнитофон, а при расшифровке и анализе результатов учитывать этот эффект, а также взаимные отношения участников.

Задача дискуссии — коллективно, с разных точек зрения, под разными углами исследовать спорные гипотезы предметной области. Обычно эмпирические области богаты таким дискуссионным материалом. Для остроты на «круглый стол» приглашают представителей разных научных направлений и разных поколений, это также уменьшает опасность получения односторонних однобоких знаний.

Обмен мнениями по научным вопросам имеет давнюю традицию в истории человечества (античная Греция, Индия). До наших дней дошли литературные памятники обсуждения спорных вопросов (например, Протагор «Искусство спорить», работы софистов), послужившие первоосновой диалектики — науки вести беседу, спорить, развивать теорию. В самом слове дискуссия (от лат. *discussio* — исследование) содержится указание на то, что это метод научного познания, а не просто споры (для сравнения, полемика — от греч. *polemikos* — воинственный, враждебный).

Несколько практических советов по процедурным вопросам «круглого стола» из работы [Соколов, 1980]. Перед началом дискуссии ведущему полезно:

- убедиться, что все правильно понимают задачу (то есть происходит сеанс извлечения знаний);
- установить регламент;
- четко сформулировать тему.

По ходу дискуссии важно проследить, чтобы слишком эмоциональные и разговорчивые эксперты не подменили тему и чтобы критика позиций друг друга была обоснованной.

Научная плодотворность дискуссий делает этот метод привлекательным и для самих экспертов, особенно для тех, кто знает меньше. Это заметил еще Эпикур:

«При философской дискуссии больше выигрывает побежденный — в том отношении, что он умножает знания» [Материалисты, 1955]. Хорошим напутствием для проведения «круглого стола» служат слова П. Л. Капицы: «Когда в какой-либо науке нет противоположных взглядов, нет борьбы, то эта наука идет по пути к кладбищу, она идет хоронить себя» [Капица, 1967].

«Мозговой штурм»

Активные групповые методы обычно используются в качестве острой приправы при извлечении знаний, сами по себе они не могут служить источником более или менее полного знания. Их применяют как дополнительные к традиционным индивидуальным методам (наблюдения, интервью и т. д.), для активизации мышления и поведения экспертов.

«Мозговой штурм» или «мозговая атака» — один из наиболее распространенных методов раскрепощения и активизации творческого мышления. Другие методы (метод фокальных объектов, синектика, метод контрольных вопросов [Шепотов, Шмаков, Крикун, 1985]) применяются гораздо реже из-за меньшей эффективности.

Впервые этот метод был использован в 1939 г. в США А. Осборном как способ получения новых идей в условиях запрещения критики. Замечено, что боязнь критики мешает творческому мышлению, поэтому основная идея штурма — это отделение процедуры генерирования идей в замкнутой группе специалистов от процесса анализа и оценки высказанных идей.

Как правило, штурм длится недолго (около 40 минут). Участникам (до 10 человек) предлагается высказывать любые идеи (шутливые, фантастические, ошибочные) на заданную тему (критика запрещена). Обычно высказывается более 50 идей. Регламент до 2 минут на выступление. Самый интересный момент штурма — это наступление пика (ажиотажа), когда идеи начинают «фонтировать», то есть происходит произвольная генерация гипотез участниками. Этот пик имеет теоретическое обоснование в работах выдающегося швейцарского психолога и психиатра З. Фрейда о бессознательном. При последующем анализе всего лишь 10-15 % идей оказываются разумными, но среди них бывают весьма оригинальные. Оценивает результаты обычно группа экспертов, не участвовавшая в генерации.

Ведущий «мозгового штурма» — инженер по знаниям — должен свободно владеть аудиторией, подобрать активную группу экспертов — «генераторов», не зажимать плохие идеи — они могут служить катализаторами хороших. Искусство ведущего — это искусство задавать вопросы аудитории, «подогревая» генерацию. Вопросы служат «крючком» [Шепотов, Шмаков, Крикун, 1985], которым извлекаются идеи. Вопросы также могут останавливать многословных экспертов и служить способом развития идей других.

Основной девиз штурма — «чем больше идей, тем лучше». Фиксация хода сеанса — традиционная (протокол или магнитофон).

Достоинства и недостатки активных групповых методов извлечения знаний представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Сравнение активных групповых методов извлечения знаний

Активный групповой метод извлечения знаний	«Круглый стол»	«Мозговой штурм»
Достоинства	<p>Позволяет получить более объективные фрагменты знаний</p> <p>Оживляет процедуру извлечения</p> <p>Позволяет участникам обмениваться знаниями</p>	<p>Позволяет выявлять глубокие пласты знаний (на уровне бессознательного)</p> <p>Активизирует экспертов</p> <p>Позволяет получать новое знание (гипотезы)</p>
Недостатки	<p>Требует больших организационных затрат</p> <p>Отличается сложностью проведения</p>	<p>Возможно только для новых интересных исследовательских проблем</p> <p>Не всегда эффективны (довольно низкий процент продуктивных идей)</p>
Требования к эксперту (тип И качества)	Собеседники или мыслитель (искусство полемики)	Мыслитель (креативность, то есть способность к творчеству)
Требования к инженеру по знаниям (тип и качества)	Собеседник (дипломатические способности)	Собеседники или мыслитель (быстрая реакция и чувство юмора)
Характеристика предметной области	Слабоструктурированные и слабо документированные с наличием спорных проблем	Слабоструктурированные и слабо документированные с наличием перспективных «белых пятен»

Экспертные игры

Игрой называют такой вид человеческой деятельности, который отражает (воссоздает) другие ее виды [Комаров, 1989]. При этом для игры характерны одновременно условность и серьезность.

Понятие экспертной игры или игры с экспертами в целях извлечения знаний восходит к трем источникам — это деловые игры, широко используемые при подготовке специалистов и моделировании [Борисова, Соловьева и др., 1988; Бурков, 1980; Комаров, 1989]; диагностические игры, описанные в работах [Алексеевская, Недоступ, 1988; Гельфанд, Розенфельд, Шифрин, 1988], и компьютерные игры, все чаще применяемые в обучении [Пажитнов, 1987].

В настоящее время в психолого-педагогических науках нет развитой теоретической концепции деловых игр и других игровых методов обучения. Тем не менее на практике эти игры широко используются. Под *деловой* игрой чаще всего понимают эксперимент, где участникам предлагается производственная ситуация, а они на основе своего жизненного опыта, своих общих и специальных знаний и пред-

ставлений принимают решения [Бурков, 1980]. Решения анализируются, и вскрываются закономерности мышления участников эксперимента. Именно эта анализирующая часть деловой игры полезна для получения знаний. И если участниками такой игры становятся эксперты, то игра из деловой превращается в экспертную. Из трех основных типов деловых игр (учебных, планово-производственных и исследовательских) к экспертам ближе всего исследовательские, которые используются для анализа систем, проверки правил принятия решений.

Диагностическая игра — это та же деловая игра, но применяемая конкретно для диагностики методов принятия решения в медицине (диагностика методов диагностики). Эти игры возникли при исследовании способов передачи опыта от опытных врачей новичкам. В нашем понимании диагностическая игра — это игра, безусловно, экспертная без всяких оговорок, только с жестко закрепленной предметной областью — медициной.

Плодотворность моделирования реальных ситуаций в играх подтверждается сегодня практически во всех областях науки и техники. Они развивают логическое мышление, умение быстро принимать решения, вызывают интерес у экспертов.

В соответствии с классификацией, введенной в п. 4.1, будем разделять экспертные игры на:

- индивидуальные;
- t групповые.

Кроме этого (рис. 4.5), продолжим и разовьем эту классификацию введением других критериев:

- использование специального оборудования;
- применение вычислительной техники.

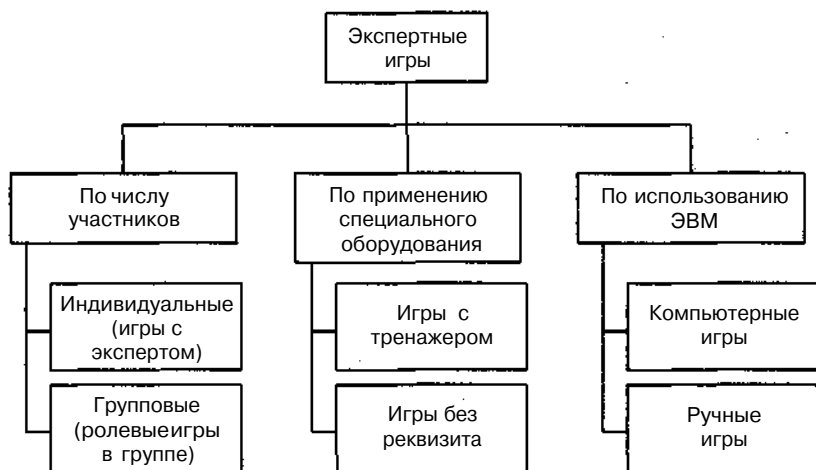


Рис. 4.5. Классификация экспертных игр

Игры с экспертом

В этом случае с экспертом играет инженер по знаниям, который берет на себя какую-нибудь роль в моделируемой ситуации. Например, одному из авторов часто приходилось разыгрывать с экспертом игру «Учитель и ученик», в которой инженер по знаниям берет на себя роль ученика и на глазах у эксперта выполняет его работу (например, пишет психодиагностическое заключение), а эксперт поправляет ошибки «ученика». Эта игра — удобный способ разговаривать застенчивого эксперта.

Пример 4.2

Другая игра (заимствована из работы [Гельфанд, Розенфельд, Шифрин, 1988]) заставляет инженера по знаниям взять на себя роль врача, который знает хорошо больного, а эксперт играет роль консультанта. Консультант задает вопросы и делает прогноз о целесообразности применения того или иного вида лечения (в описанной игре это был прогноз целесообразности электростимульной терапии при сердечной аритмии). Игра «двух врачей» позволила выявить, что эксперту понадобилось всего 30 вопросов для успешного прогноза, в то время как первоначальный вариант вопросника, составленный медиками для той же цели, содержал 170 вопросов.

Пример 4.3

Сначала эксперта просят написать обоснование для собственного прогноза. Например, почему он считает, что язва у больного X заживает. Накапливается несколько таких обоснований [Гельфанд, Розенфельд, Шифрин, 1988], а через некоторое время эксперту зачитывают только его обоснование и просят сделать прогноз. Как правило, этого он сделать не может, то есть обоснование (или его знания) было неполным. Эксперт дополняет обоснование, тем самым выявляются скрытые (для самого эксперта) пласты знаний. Так, в играх «Обоснование прогноза рецидива язвенного кровотечения» удалось выявить, что значимыми для прогноза являются всего три правила. Причем два правила входили в традиционно-диагностический вопросник, а третье было сформулировано во время игры.

Пример 4.4

Игра «фокусировка на контексте»: эксперт играет роль ЭС, а инженер по знаниям — роль пользователя. Разыгрывается ситуация консультации. Первые вопросы эксперта выявляют наиболее значимые понятия, самые важные аспекты проблемы. Роль пользователя может взять на себя и другой эксперт [Rabbits, Wright, 1987].

Основные советы инженеру по знаниям по проведению индивидуальных игр:

- играйте смелее, придумывайте игры сами;
- не навязывайте игру эксперту, если он не расположен;
- в игре «не давите» на эксперта, не забывайте цели игры;
- играйте весело, нешаблонно;
- не забывайте о времени и о том, что игра утомительна для эксперта.

Ролевые игры в группе

Групповые игры предусматривают участие в игре нескольких экспертов. К такой игре обычно заранее составляется сценарий, распределяются роли, к каждой роли

готовится портрет-описание (лучше с девизом) и разрабатывается система оценивания игроков [Борисова, Соловьева и др., 1988].

Существует несколько способов проведения ролевых игр. В одних играх игроки могут придумать себе новые имена и играть под ними. В других все игроки переходят на «ты». В третьих роли выбирают игроки, в четвертых роли вытягивают по жребию. Роль — это комплекс образцов поведения. Роль связана с другими ролями. «Короля играет свита». Поскольку в нашем случае режиссером и сценаристом игры является инженер по знаниям, то ему и предоставляется полная свобода в выборе формы проведения игры.

Пример 4.5

Так, в работе [Лазарева, Пашинин, 1987] описана игра «План», предназначенная для извлечения знаний из специалистов предприятия, разрабатывающих производственные планы выпуска для цехов и принимающих различные решения по управлению производством.

В игре экспертов разбили на три игровые группы: ЛПР, — группа планирования; ЛПР₂ — группа менеджеров; Э — группа экспертизы по оцениванию действия ЛПР, и ЛПР₂. Группам ЛПР, и ЛПР₂ задавались различные производственные ситуации и тщательно протоколировались их споры, рассуждения, аргументы по принятии решений. В результате игры был создан прототип базы знаний экспертной системы планирования.

Обычно в игре принимает участие от трех до шести экспертов, если их больше, то можно разбить всех на несколько конкурирующих игровых бригад. Элемент состязательности оживляет игру. Например, чей диагноз окажется ближе к истинному, чей план рациональнее использует ресурсы, кто быстрее определит причину неисправности в техническом блоке.

Создание игровой обстановки потребует немало фантазии и творческой выдумки от инженера по знаниям. Ролевая игра, как правило, требует некоторых простейших заготовок (например, табличек «Директор», «Бухгалтерия», «Плановый отдел», специально напечатанных инструкций с правилами игры). Но главное, конечно, чтобы эксперты в игре действительно «заиграли», раскрепостились и «раскрыли свои карты».

Игры с тренажерами

Игры с тренажерами в значительной степени ближе не к играм, а к имитационным упражнениям в ситуации, приближенной к действительности.

Наличие тренажера позволяет воссоздать почти производственную ситуацию и понаблюдать за экспертом. Тренажеры широко применяют для обучения (например, летчиков или операторов атомных станций). Очевидно, что применение тренажеров для извлечения знаний позволит зафиксировать фрагменты «летучих» знаний, возникающих во время и на месте реальных ситуаций и выпадающих из памяти при выходе за пределы ситуации.

Компьютерные экспертные игры

Идея использовать компьютеры в деловых играх известна давно. Но только когда компьютерные игры взяли в плен практически всех пользователей пер-

сональных ЭВМ от мала до велика, стала очевидной особая притягательность такого рода игр.

Традиционная современная классификация компьютерных игр из журнала GAME.EXE:

- **Action/Arcade games (экшн/аркады).** Игры-действия. Требуют хорошего глазомера и быстрой реакции.
- **Simulation games (симуляторы).** Базируются на моделировании реальной действительности и отработки практических навыков, например в вождении автомобиля, пассажирского самолета, поезда, авиадиспетчера и даже симуляторы рыбной ловли. Также популярны спортивные симуляторы — теннис, бокс и др.
- **3D Action games («стрелялки»).** То же, что и экшн, но с активным использованием трехмерной графики.
- **Strategy games (стратегические игры).** Требуют стратегического планирования и ответственности при принятии решений, например развитие цивилизаций, соперничество миров, экономическая борьба. Особый класс стратегических игр — wargames (военные игры). В последнее время упор в 3D Action делается на многопользовательский режим (игру по сети).
- **Puzzles (настольные игры-головоломки).** Компьютерные реализации различных логических игр.
- **Adventure/Quest (приключенческие игры).** Обычно обладают разветвленным сценарием, красивой графикой и звуком. Управляя одним или несколькими персонажами, игрок должен правильно вести диалоги, разгадывать множество загадок и головоломок, замечать и правильно использовать предметы, спрятанные в игре.
- **Role-playing games RPG (ролевые игры).** Распространенный жанр, берущий свое начало в старых английских настольных играх. Существует один или несколько персонажей, обладающих индивидуальными способностями и характеристиками. Им приходится сражаться с врагами, решать загадки. По мере выполнения этих задач, у героев накапливается опыт, и по достижении определенного значения их характеристики улучшаются...

Следует отметить, что многие игры могут быть отнесены сразу к нескольким классам, и в целом, эту классификацию нельзя считать строгой. Игры иногда полезны для развлечения экспертов перед сеансом извлечения знаний. Кроме того, очевидно, что экспертные игры, сочетая элементы перечисленных выше классов, могут успешно применяться для непосредственного извлечения знаний. Однако разработка и программная реализация такой игры потребуют существенных вложений временных и денежных ресурсов.

Пример 4.6

Одна из первых отечественных экспертных компьютерных игр описана в работе [Гинкул, 1989]. Основной принцип игры «Зоосад» состоит в создании игровой ситуации при организации диалога с экспертом. При этом задача извлечения знаний маскируется нацеленностью на решение чисто игровой задачи: необходимо определить содержимое «черного ящика», в котором находится некое животное, при этом надо набрать

наибольшее количество очков, не истратив выделенного ресурса денег. В ходе игры эксперт делает ставки на различные гипотезы, указывая при этом, какими признаками обладает то или иное животное. После каждого ответа он получает необходимую информацию о результатах. По ходу игры невидимо для эксперта формируются правила, отражающие знания эксперта на основании сделанных им ходов. В данной игре — это знания о том, какими признаками обладают те или иные животные. Таким образом, выявляется алфавит значимых признаков для диагностики и классификации животных.

Сравнительные характеристики экспертных игр приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Сравнительные характеристики экспертных игр

Экспертные игры	Индивидуальные	Групповые	Компьютерные
Достоинства	<p>Дают возможность сравнительно быстро получить качественную картину принятия решения</p> <p>Позволяют выяснить, какую информацию и как использует эксперт</p>	<p>Реалистично воссоздают атмосферу конкретной задачи</p> <p>Раскрепощают экспертов</p> <p>«Групповые» знания более объективны</p> <p>Выявляют логику и аргументацию экспертов</p>	<p>Вызывают интерес у эксперта</p> <p>Привлекают дизайном и динамикой</p>
Недостатки	<p>Отсутствие методик стандартного набора игр</p> <p>Высокие профессиональные требования к аналитику</p>	<p>Требует от аналитика знания основ игротехники</p> <p>Сложность создания игр для конкретных предметных областей</p>	<p>Сложность и высокая цена создания специализированных игр в конкретной ПО</p>
Требования к эксперту (тип и качества)	Собеседник или практик (раскованность и актерское мастерство)	То же	Практик без психологического барьера к ЭВМ
Требования к аналитику (тип и качества)	Собеседник (режиссерские способности + умение создавать сценарии + актерское мастерство)	Собеседник (способность к ведению конферанса + режиссерские способности + сценарист + актерское мастерство)	Мыслитель (контакт с программистом)
Требования к предметной области	Средне и слабо структурированные и слабо документированные	То же	То же

4.3. Текстологические методы

Группа *текстологических методов* объединяет методы извлечения знаний, основанные на изучении специальных текстов из учебников, монографий, статей, методик и других носителей профессиональных знаний.

В буквальном смысле текстологические методы не относятся к текстологии — науке, которая родилась в русле филологии с целью критического прочтения литературных текстов, изучения и интерпретации источников с узкоприкладной задачей — подготовки текстов к изданию. Сейчас текстология расширила свои границы включением аспектов смежных наук — герменевтики (науки правильного толкования древних текстов — библии, античных рукописей и др.), семиотики, психолингвистики и др.

Текстологические методы извлечения знаний, безусловно, используя основные положения текстологии, отличаются принципиально от ее методологии, во-первых, характером и природой своих источников (профессиональная специальная литература, а не художественная, живущая по своим особым законам), а во-вторых, жесткой прагматической направленностью извлечения конкретных профессиональных знаний.

Среди методов извлечения знаний эта группа является наименее разработанной, по ней практически нет никакой библиографии, поэтому дальнейшее изложение является как бы введением в методы изучения текстов в том виде, как это представляют авторы.

Задачу извлечения знаний из текстов можно сформулировать как задачу *понимания* и выделения смысла текста. Сам текст на естественном языке является лишь проводником смысла, а замысел и знания автора лежат во вторичной структуре (смысловой структуре или макроструктуре текста), настраиваемой над естественным текстом [Величковский, Капица, 1987], или, как сформулировано в работе [Файн, 1987], «текст не содержит и не передает смысл, а является лишь инструментом для автора текста».

При этом можно выделить две такие смысловые структуры:

M_1 — смысл, который пытался заложить автор, это его модель мира, nM_2 — смысл, который постигает читатель, в данном случае инженер по знаниям (рис. 4.6), в процессе интерпретации I . При этом Γ — это словесное одеяние M_1 , то есть результат вербализации V .

Сложность процесса заключается в принципиальной невозможности совпадения знаний, образующих M_1 и M_2 , из-за того, что M_1 образуется за счет всей совокупности представлений, потребностей, интересов и опыта автора, лишь малая часть которых находит отражение в тексте T . Соответственно, и M_2 образуется в процессе интерпретации текста Γ за счет привлечения всей совокупности научного и человеческого багажа читателя. Таким образом, два инженера по знаниям извлекут из одного Γ две различные модели M''_1 и M'_2 .

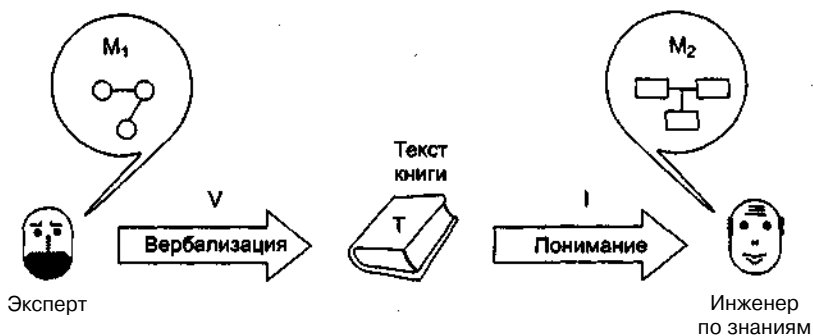


Рис. 4.6. Схема извлечения знаний из специальных текстов

Встает задача: выяснить, за счет чего можно достичь максимальной адекватности M_1 и M_2 , помня при этом, что понимание всегда относительно, поскольку это синтез двух смыслов «свое—чужое» [Бахтин, 1975].

Рассмотрим подробнее, какие источники питают модель M_1 и создают текст T . В работе [Сергеев, 1987] указаны два компонента любого научного текста. Это первичный материал наблюдений a и система научных понятий 3 в момент создания текста. В дополнение к этому, на наш взгляд, помимо объективных данных экспериментов и наблюдений, в тексте обязательно присутствуют субъективные взгляды автора y , результат его личного опыта, а также некоторые «общие места» или* «вода» 5 . Кроме этого, любой научный текст содержит заимствования из других источников (статей, монографий) и т. д. При этом все компоненты погружены в языковую среду L . Можно записать:

$$T - (a, P, Y, 6, 6)_L.$$

Таким образом, компоненты научного текста можно представить в виде следующей схемы (рис. 4.7). При этом компоненты (3 , y , часть a входят и в модель M_1 ,

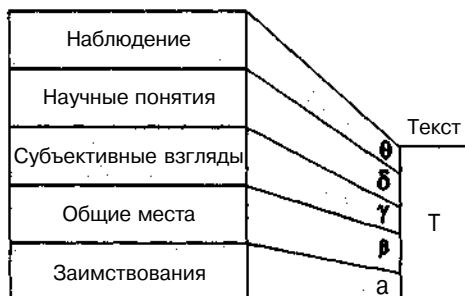


Рис. 4.7. Компоненты научного текста

При извлечении знаний аналитику, интерпретирующему текст, приходится решать задачу декомпозиции этого текста на перечисленные выше компоненты для выделения истинно значимых для реализации базы знаний фрагментов. Сложность интерпретации научных и специальных текстов заключается еще и в том, что любой текст

приобретает смысл только в контексте, где под *контекстом* понимается окружение, в которое «погружен» текст.

Различают микро- и макроконтэкст. *Микроконтэкст* — это ближайшее окружение текста. Так, предложение получает смысл в контексте абзаца, абзац в контексте главы и т. д. *Макроконтэкст* — это вся система знаний, связанная с предметной областью (то есть знания об особенностях и свойствах, явно не указанных в тексте). Другими словами, любое знание обретает смысл в контексте некоторого метазнания.

Теперь несколько подробнее о центральном звене процедуры извлечения знания — о понимании текста. Классическим в текстологии является определение немецкого философа и лингвиста В. фон Гумбольдта [Фон Гумбольдт, 1984]:

«...Люди понимают друг друга не потому, что передают собеседнику знаки предметов, и даже не потому, что взаимно настраивают друг друга на точное и полное воспроизведение идентичного понятия, а потому, что взаимно затрагивают друг в друге одно и то же звено цепи чувственных представлений и зачатков внутренних понятий, прикасаются к одним и тем же клавишам инструмента своего духа, благодаря чему у каждого вспыхивают в сознании соответствующие, но не тождественные смыслы.»

Говоря на языке современного лингвистического знания, *понимание* — это формирование «второго текста», то есть семантической структуры (понятийной структуры) [Сиротко-Сибирский, 1968]. В нашей терминологии — это попытка воссоздания семантической структуры M_1 в процессе формирования модели M_2 , то есть это первый шаг структурирования знаний.

Как происходит процесс понимания? Одна из возможных схем изложена в работе [Соколов, 1947; Соколов, 1968]. Мы внесли несколько изменений в эту схему в связи с тем, что в ней трактуется понимание текста на иностранном языке, а нас интересует понимание текста в новой для познающего субъекта предметной области. Кроме этого, дополним ее некоторыми положениями герменевтики. В целом полученная схема согласуется со стратегией изучения всего нового.

Основными моментами понимания текста являются:

- Выдвижение предварительной гипотезы о смысле всего текста (предугадывание).
- Определение значений непонятных слов (то есть специальной терминологии).
- Возникновение общей гипотезы о содержании текста (о знаниях).
- Уточнение значения терминов и интерпретация отдельных фрагментов текста под влиянием общей гипотезы (от целого к частям).
- Формирование некоторой смысловой структуры текста за счет установления внутренних связей между отдельными важными (ключевыми) словами и фрагментами, а также за счет образования абстрактных понятий, обобщающих конкретные фрагменты знаний.

- Корректировка общей гипотезы относительно содержащихся в тексте фрагментов знаний (от частей к целому).
- Принятие основной гипотезы, то есть формирование M_2 .

Следует отметить наличие как дедуктивной (от целого к частям), так и индуктивной (от частей к целому) составляющей процесса понимания. Такой двуединый подход позволяет охватывать текст как смысловое единство особого рода, с его основными признаками, такими как связность, цельность, законченность и др. [Сиротко-Сибирский, 1968].

Центральными моментами процесса I являются шаги 5 и 7, то есть формирование смысловой структуры или выделение «опорных», ключевых, слов или «смысловых вех» [Сиротко-Сибирский, 1968], а также заключительное связывание «смысловых вех» в единую *семантическую структуру*.

При анализе текста важно выявление внутренних связей между отдельными элементами текста и понятиями. Традиционно выделяют два вида связей в тексте — *эксплицитные* (или явные связи), которые выражаются во внешнем дроблении текста, и *имплицитные* (скрытые связи). Эксплицитные связи делят текст на параграфы с помощью перечисления компонентов, вводных слов (или коннекторов) типа «во-первых..., во-вторых..., однако и т. д.». Имплицитные, или внутренние, связи между отдельными «смысловыми вехами» вызывают основное затруднение при понимании.

Итак, *семантическая структура* текста образуется в сознании познающего субъекта с помощью знаний о языке, знаний о мире, а также общих (фоновых) знаний в той предметной области, которой посвящен текст. «Тексту пишут для посвященных». Другими словами, если текст не является научно-популярным, то для его адекватного прочтения требуется некоторая подготовка.

Таким образом, путь к знаниям удлиняется еще на одно звено. Если мы раньше говорили, что сами текстологические методы редко употребляются как самостоятельный метод извлечения, а обычно используются как некоторая подготовка к коммуникативному взаимодействию, то теперь утверждаем, что и для прочтения текстов нужна подготовка. Какая же?

Подготовкой к прочтению специальных текстов является выбор совместно с экспертами некоторого «базового» списка литературы, который постепенно введет аналитика в предметную область. В этом списке могут быть учебники для начинающих, главы и фрагменты из монографий, популярные издания. Только после ознакомления с «базовым» списком целесообразно приступать к чтению специальных текстов.

Таким образом, на процесс понимания (или интерпретации) I и модель M_2 влияют следующие компоненты (рис. 4.8):

- экстракт компонентов $(a, P, y, 0)'$, почерпнутый из текста T;
- предварительные знания аналитика о предметной области α ;
- общенаучная эрудиция аналитика e ;
- его личный опыт φ .

$$M_2 = [(a, P, y, 6)', ю, е, \Phi].$$

Процесс I — это сложный, не поддающийся формализации процесс, на который существенным образом влияют такие чисто индивидуальные компоненты, как когнитивный стиль познания, интеллектуальные характеристики и др.



Рис. 4.8. Компоненты формирования смысла текста

Но процедура разбивки текста на части («смысловые группы»), а затем сгущение, сжатие содержимого каждого смыслового куска в «смысловую вежу» является, видимо, основой для любого индивидуального процесса понимания. Такая компрессия (сжатие) текста в виде набора ключевых слов, передающих основное содержание текста, может служить удобной методологической основой для проведения текстологических процедур извлечения знаний.

В качестве ключевого слова может служить любая часть речи (существительное, прилагательное, глагол и т. д.) или их сочетание. *Набор ключевых слов (НКС)* — это набор опорных точек, по которым разворачивается текст при кодировании в память и осознается при декодировании, это семантическое ядро цельности [Сиротко-Сибирский, 1968].

Пример 4.7

В качестве примера приведем результаты эксперимента по формированию НКС. Знания извлекались из следующего текста [Уэно, Исидзука, 1989].

«Теория фреймов относится к психологическим понятиям, касающимся понимания того, что мы видим и слышим. Эти способы восприятия трактуются с последовательной точки зрения, на их основании осуществляется концептуальное моделирование, целесообразность полученных моделей исследуется вместе с различными проблемами, возникающими в этих двух областях.

Для осознания того факта, что заданная информация в этих областях имеет единственный смысл, человеческая память прежде всего должна быть способна увязывать эту информацию со специальными концептуальными объектами. В противном случае не удастся систематизировать информацию, которая выглядит разрозненной. В основе теории фреймов лежит восприятие фактов посредством сопоставления полученной информации с конкретными элементами и значениями, а также с рамками, опре-

деленными для каждого концептуального объекта в нашей памяти. Структура, представляющая эти рамки, называется фреймом. Поскольку между различными концептуальными объектами имеются некоторые аналогии, то образуется иерархическая структура с классификационными и обобщающими свойствами. Собственно, она представляет собой иерархическую структуру отношений типа «абстрактное-конкретное». Сложные объекты представлены комбинацией нескольких фреймов, другими словами, они соответствуют фреймовой сети. Кроме того, каждый фрейм дополняется связанными с ним фактами и процедурой, обеспечивающей выполнение запросов к другим фреймам.

Причиной, по которой представление знаний фреймами выглядит достаточно точным, является возможность более полного описания процесса мышления человека посредством определения крупной и структурированной основной единицы представления знаний и более тесной связи знаний, основанных на фактах, и процедурных знаний. Тем не менее, как было отмечено ее автором, теорию фреймов следует скорее отнести к теории постановки задач, чем к результативной теории. Можно считать, что она существенно повышает уровень и детализирует механизм памяти человека, выводов, понимания и обучения.»

В группе из 34 испытуемых не было получено ни одного совпадающего НКС и, соответственно, все структуры существенно отличались. Для примера приведем две работы (рис. 4.9, а, б).

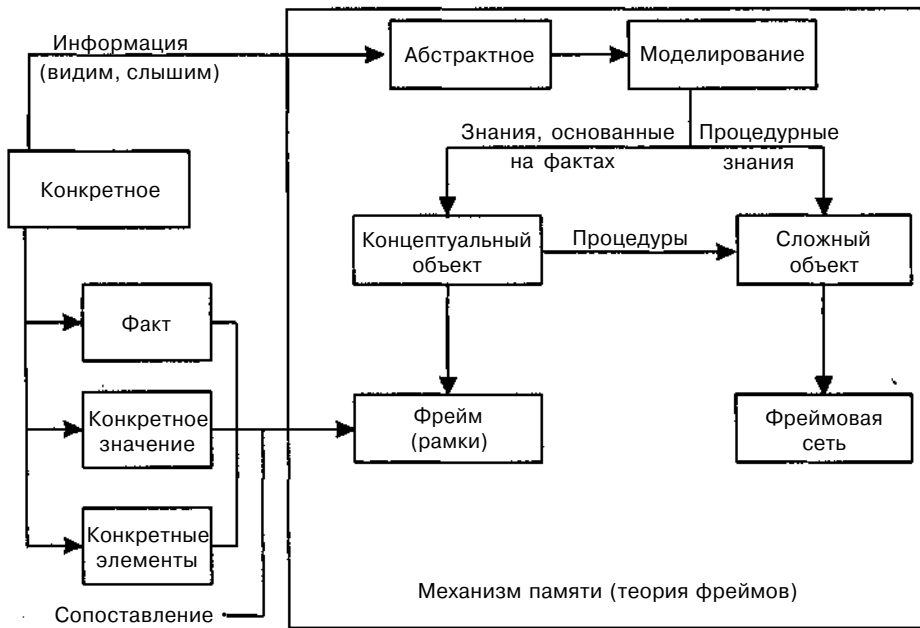
Интересно, что одна из гипотез лингвостатистики о том, что наиболее употребляемые слова являются наиболее важными с точки зрения содержания текста, то есть отражают его тематическую структуру, частично подтвердилась.

Следует сказать несколько слов о том, почему мы выделяем три вида текстологических методов (см. рис. 4.1):

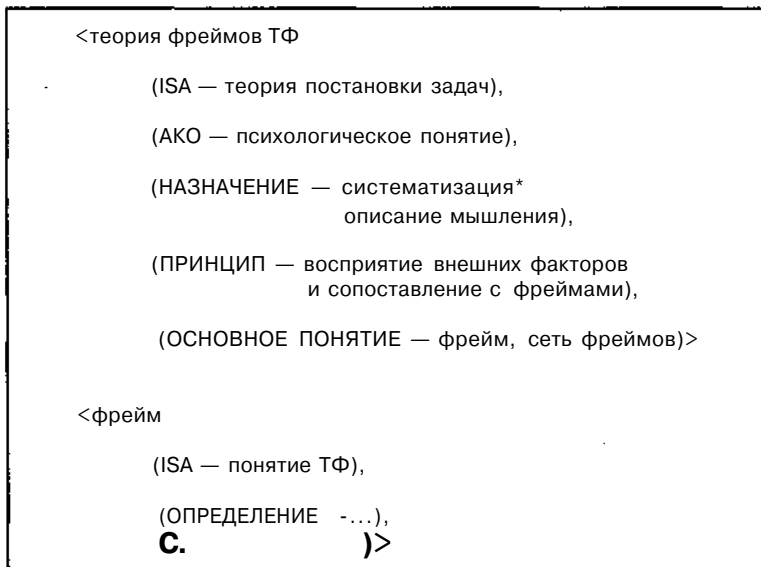
- анализ специальной литературы;
- анализ учебников;
- анализ методик.

Перечисленные три метода существенно отличаются, во-вторых, по степени концентрированности специальных знаний, и, во-вторых, по соотношению специальных и фоновых знаний. Наиболее простым методом является анализ учебников, в которых логика изложения обычно соответствует логике предмета и поэтому макроструктура такого текста будет, наверное, более значима, чем структура текста какой-нибудь специальной статьи. Анализ методик затруднен как раз сжатостью изложения и практическим отсутствием комментариев, то есть фоновых знаний, облегчающих понимание для неспециалистов. Поэтому можно рекомендовать для практической работы комбинацию перечисленных методов.

В заключение предложим одну из возможных практических методик анализа текстов с целью извлечения и структурирования знаний.



а



б

Рис. 4.9. Примеры смысловых структур, извлеченных из текста

Алгоритм извлечения знаний из текста

1. Составление «базового» списка литературы для ознакомления с предметной областью и чтение по списку.
2. Выбор текста для извлечения знаний.
3. Первое знакомство с текстом (беглое прочтение). Для определения значения незнакомых слов — консультации со специалистами или привлечение справочной литературы.
4. Формирование первой гипотезы о макроструктуре текста.
5. Внимательное прочтение текста с выписыванием ключевых слов и выражений, то есть выделение «смысловых вех» (компрессия текста).
6. Определение связей между ключевыми словами, разработка макроструктуры текста в форме графа или «сжатого» текста (реферата).
7. Формирование поля знаний на основании макроструктуры текста.

4.4. Простейшие методы структурирования

Методы извлечения знаний, рассмотренные выше, являются непосредственной подготовкой к структурированию знаний. Данный параграф посвящен изучению практических методов структурирования знаний.

4.4.1. Алгоритм для «чайников»

В качестве простейшего прагматического подхода к формированию поля знаний начинающему инженеру по знаниям можно предложить следующий алгоритм для «чайников» (рис. 4.10).

1. Определение входных $\{X\}$ и выходных $\{Y\}$ данных. Этот шаг совершенно необходим, так как он определяет направление движения в поле знаний — от X к Y . Кроме того, структура входных и выходных данных существенно влияет на форму и содержание поля знаний. На этом шаге определение может быть достаточно размытым, в дальнейшем оно будет уточняться.
2. Составление словаря терминов и наборов ключевых слов N . На этом шаге проводится текстуальный анализ всех протоколов сеансов извлечения знаний и выписываются все значимые слова, обозначающие понятия, явления, процессы, предметы, действия, признаки и т. п. При этом следует попытаться разобраться в значении терминов. Важен осмысленный словарь.
3. Выявление объектов и понятий $\{A\}$. Производится «просеивание» словаря N и выбор значимых для принятия решения понятий и их признаков. В идеале на этом шаге образуется полный систематический набор терминов из какой-либо области знаний.
4. Выявление связей между понятиями. Все в мире связано. Но определить, как направлены связи, что ближе, а что дальше, необходимо на этом этапе. Таким

образом, строится сеть ассоциаций, где связи только намечены, но пока не поименованы. Например, понятия «день», «ночь», «утро» и «вечер» явно как-то связаны, связаны также и понятия «красный флаг» и «красный галстук», но характер связи тут существенно отличен.

5. Выявление метапонятий и детализации понятий. Связи, полученные на предыдущем шаге, позволяют инженеру по знаниям структурировать понятия и как выявлять понятия более высокого уровня обобщения (метапонятия), так и детализировать на более низком уровне.
6. Построение пирамиды знаний. Под пирамидой знаний мы понимаем иерархическую лестницу понятий, подъем по которой означает углубление понимания и повышения уровня абстракции (обобщенности) понятий. Количество уровней в пирамиде зависит от особенностей предметной области, профессионализма экспертов и инженеров по знаниям.
7. Определение отношений {RA}. Отношения между понятиями выявляются как внутри каждого из уровней пирамиды, так и между уровнями. Фактически на этом шаге даются имена тем связям, которые обнаруживаются на шагах 4 и 5, i также обозначаются причинно-следственные, лингвистические, временные и другие виды отношений.
8. Определение стратегий принятия решений (S_r). Определение стратегий принятия решения, то есть выявление цепочек рассуждений, связывает все сформированные ранее понятия и отношения в динамическую систему поля знаний. Именно стратегии придают активность знаниям, именно они «перетрачивают» модель M в поиске от X к Y .

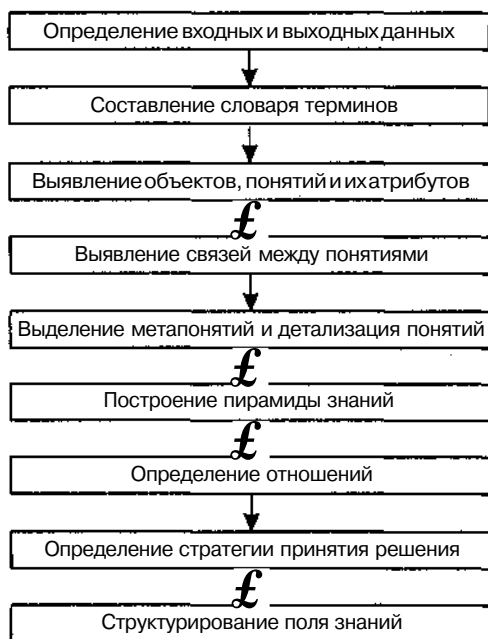


Рис. 4. 10. Стадии структурирования знаний — алгоритм для «чайников»

Однако на практике при использовании данного алгоритма можно столкнуться с непредвиденными трудностями, связанными с ошибками на стадии извлечения знаний и с особенностями знаний различных предметных областей. Тогда возможно привлечение других, более «прицельных» методов структурирования. При этом на разных этапах схемы (рис. 4.10) возможно использование различных методик.

4.4.2. Специальные методы структурирования

Используя представленный на рис. 4.10 алгоритм, инженер по знаниям может испытывать необходимость в применении специальных методов структурирования на разных шагах алгоритма. При этом, естественно, для таких простых и очевидных шагов, как определение входных и выходных понятий или составление словаря, никаких искусственных методов предлагаться не будет.

Методы выявления объектов, понятий и их атрибутов

Понятие или *концепт* — это обобщение предметов некоторого класса по их специфическим признакам. Обобщенность является сквозной характеристикой всех когнитивных психических структур, начиная с простейших сенсорных образов. Так, понятие «автомобиль» объединяет множество различных предметов, но все они имеют четыре колеса, двигатель и массу других деталей, позволяющих перевозить на них грузы и людей. Существует ряд методов выявления понятий предметной области в общем словаре терминов, который составлен на основании сеансов извлечения знаний. При этом важно выявление не только самих понятий, но и их признаков.

Возвращаясь к терминологии, введенной в параграфе 1.3, на этом этапе определяются также интенционалы и экстенционалы понятий предметной области. Интенционал очерчивает понятие через взаимосвязь значимых признаков, а экстенционал — через перечисление конкретных экземпляров объекта.

Если задача выделения реальных объектов A связана только с наблюдательностью и лингвистическими способностями эксперта и инженера по знаниям, то определение метапонятий B требует от них умения проводить операции обобщения и классификации, которые никогда не считались тривиальными.

Поспелов Д. А. [Поспелов, 1986] предложил ряд подходов к созданию основ теории обобщения и классификации применительно к ситуационному управлению и искусственному интеллекту в целом, а также выделил ряд особенностей задач формирования понятий. Среди них особое место занимает выявление прагматически значимых признаков для формирования понятий, способствующих решению задачи.

Сложность заключается в том, что для многих понятий практически невозможно однозначно определить их признаки, это связано с различными формами репрезентации понятий в памяти человека.

Все методы выявления понятий мы разделили на:

- *традиционные*, основанные на математическом аппарате распознавания образов и классификации;
- *нетрадиционные*, основанные на методологии инженерии знаний.

Если первые достаточно хорошо освещены в литературе, то вторые пока менее известны.

Пример 4.8

Интересный эксперимент по выявлению понятий описан в работе [Кук, Макдоальд, 1986].

Тридцати студентам, имеющим права на вождение автомобиля, предложили составить словарь терминов предметной области с помощью четырех методов:

1. Формирование перечня понятий (17 %).
2. Интервьюирование специалистов (35 %).
3. Составление списка элементарных действий (18 %).
4. Составление оглавления учебника (30 %).

Цифры в скобках характеризуют продуктивность соответствующего метода, то есть показывают, какой процент понятий из общего выявленного списка (702 термина) был получен соответствующим методом. Для классификации понятий были привлечены еще два участника эксперимента, которые разделили 702 выявленных понятия на семь категорий (методом сортировки карточек). Таблица 4.5 отражает численные данные концептуализации.

Таблица 4.5. Данные концептуализации

Категории	Процент от общего числа терминов методом	Процент от общего числа терминов, полученный соответствующим методом			
		Перечень понятий	Интервьюирование	Список операций	Составление оглавления
Объяснение	6	5,5	7,2	7,0	4,9
Общие правила	22,0	43,6	18,9	36,8	4,9
Режимные правила	9,0	9,8	8,4	11,6	6,6
Понятия	42,0	18,4	38,9	8,5	77,7
Процедуры	9,0	5,1	9,5	25,6	1,2
Факты	9,0	15,0	12,5	8,9	1,2
Прочие	3,0	2,6	4,6	1,6	3,5
ПОНЯТИЯ					

В целом результаты показали, что для выявления непосредственно концептов наиболее результативными оказались методы интервьюирования и составления оглавления учебника. Однако наибольшее число общих правил было порождено в методе списка действий. Таким образом, еще раз подтвердилось утверждение о том, что нет «лучшего» метода, есть методы, подходящие для тех или иных ситуаций и типов знаний.

Интересно, что число правил — продукций «если — то» — составило небольшой процент во всех четырех методах. Это говорит о том, что популярная производственная модель вряд ли является естественной для человеческих моделей репрезентации знаний.

Методы выявления связей между понятиями

Концепты не существуют независимо, они включены в общую понятийную структуру с помощью *отношений*. Выявление связей между понятиями при разработке баз знаний доставляет инженеру по знаниям немало проблем. То, что знания в памяти — это некоторые связанные структуры, а не отдельные фрагменты, общеизвестно и очевидно. Тем не менее основной упор в существующих моделях представления знаний делается на понятия, а связи вводят весьма примитивные (в основном причинно-следственные).

В последних работах по теории ИИ все больше внимания уделяется взаимосвязанности структур знаний. Так, в работе [Шенк, Бирнбаум, Мей, 1989] введено понятие сценария (script) как некоторой структуры представления знаний. Основу сценария составляет КОП (концептуальная организация памяти) и мета-КОПы — некоторые обобщающие структуры.

Сценарии, в свою очередь, делятся на *фрагменты* — или *цены* (chunks). Связи между фрагментами — временные или пространственные, внутри фрагмента — самые различные: ситуативные, ассоциативные, функциональные и т. д.

Все методы выявления таких связей можно разделить на две группы:

- Формальные.
- Неформальные (основаны на дополнительной работе с экспертом).

Неформальные методы выявления связей придумывает инженер по знаниям для того, чтобы вынудить эксперта указать явные и неявные связи между понятиями. Наиболее распространенным является метод «сортировка карточек» в группы [Волков, Ломнев, 1989; Rabbits, Wright, 1987], широко применяемый и для формирования понятий. Другим неформальным методом является построение замкнутых кривых. В этом случае эксперта просят обвести замкнутой кривой связанные друг с другом понятия [Olson, Reuter, 1987]. Этот метод может быть реализован как на бумаге, так и на экране дисплея. В этом случае можно говорить о привлечении элементов когнитивной графики [Зенкин, 1991].

После того как определены связи между понятиями, все понятия как бы распадаются на группы. Такого рода группы представляют собой метапонятия, присвоение имен которым происходит на следующей стадии процесса структурирования.

Методы выделения метапонятий и детализация понятий (пирамида знаний)

Процесс образования *метапонятий*, то есть интерпретации групп понятий, полученных на предыдущей стадии, как и обратная процедура — детализация (разукрупнение) понятий, — видимо, принципиально не поддающиеся формализации операции. Они требуют высокой квалификации экспертов, а также наличия способностей к «наклеиванию» лингвистических ярлыков. Если на рис. 4.11 показа-

ны схемы обобщения и детализации на тривиальных примерах, то в реальных предметных областях эта задача оказывается весьма трудоемкой. При этом независимо от того, формальными или неформальными методами были выявлены понятия или детали понятий, присвоение имен которым или интерпретация их — всегда неформальный процесс, в котором инженер по знаниям просит эксперта дать название некоторой группе понятий или отдельных признаков.

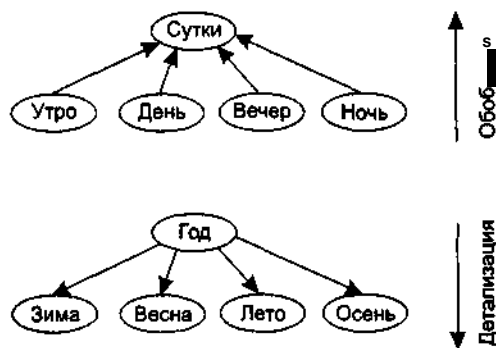


Рис. 4.11. Обобщение и детализация понятий

Это не всегда удается. Так, в системе АВТАНТЕСТ [Гаврилова, Червинская, 1992] при образовании метапонятий, полученных методами кластерного анализа, интерпретация заняла несколько месяцев и не может считаться удовлетворительной. Это связано с тем, что формальные методы иногда выделяют «искусственные» концепты, в то время как неформальные обычно — практически используемые и потому легко узнаваемые понятия.

Методы построения пирамиды знаний обязательно включают использование наглядного материала — рисунков, схем, кубиков. Уровни пирамиды чаще возникают в сознании инженера по знаниям именно как некоторые образы.

Построение пирамиды знаний может быть основано и на естественной иерархии предметной области, например связанной с организационной структурой предприятия или с уровнем компетентности специалистов (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Пирамиды знаний

Методы определения отношений

Если на стадии 4 (см. рис. 4.10) мы выявили связи между понятиями и использовали их на стадиях 5 и 6 для получения пирамиды знаний, то на стадии 7 мы даем имена связям, то есть превращаем их в отношения.

В работе [Поспелов, 1986] указывается на наличие более 200 базовых видов различных отношений, существующих между понятиями. Предложены различные классификации отношений [Келасьев, 1984; Поспелов, 1986]. Следует только подчеркнуть, что помимо универсальных отношений (пространственных, временных, причинно-следственных) существуют еще и специфические отношения, присущие той или иной предметной области [Гаврилова, Червинская, Яшин, 1988].

Интересные возможности к структурированию знаний добавляют системы когнитивной графики. Так, в системе OPAL [Olton., Muser, Combs et al., 1987] эксперт может манипулировать на экране дисплея изображениями простейших понятий и строить схемы лечения заболеваний, обозначая отношения явными линиями, которые затем именуется.

Предлагаемая в данном учебнике методология структурирования опирается на современные представления о структуре человеческой памяти и формах репрезентации информации в ней [Величковский, 1982].

Скудность методов структурирования объясняется тем, что методологическая база инженерии знаний только закладывается, а большинство инженеров по знаниям проводит концептуализацию, руководствуясь наиболее дорогими и неэффективными способами — «проб и ошибок» и «по наитию», то есть исходя из соображений здравого смысла.