

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Э. А. Мухутдинов, Р. Г. Тахавутдинов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
Учебное пособие

Казань 2004

И 37

УДК 516.62 (077)

Информационные системы: учебное пособие. Мухутдинов Э. А., Тахавутдинов Р. Г. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2004. — 80 с.

В учебном пособии даны основные понятия информационных систем и баз данных. Подробно рассмотрены виды и способы классификации информационных систем. Изложено построение документальных и фактографических информационных систем на различных уровнях, перечислены и описаны их составляющие.

Предназначено для студентов специальностей 190900 «Информационно-измерительная техника и технологии» при изучении дисциплины «Информационные сети и системы» и 350800 «Документоведение и документационное обеспечение управления» при изучении дисциплины «Информационные системы». Может быть полезно для студентов различных технических и гуманитарных специальностей, связанных с вычислительной техникой и программными средствами.

Подготовлено на кафедре информатики и информационно-управляющих систем.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского государственного энергетического университета.

Рецензенты: зав. каф. общественных наук КГЭУ,
д. полит. н., проф. Мухарямов Н. М.

декан ФПК КГТУ, д.т.н., проф. Зиятдинов Н. Н.

ведущий программист ЦНИТ КГТУ, доцент
кафедры ОХТ КГЭУ, к.х.н. Николаева Е. В.

© Казанский государственный энергетический университет, 2004 г.

© Э. А. Мухутдинов, Р. Г. Тахавутдинов, 2004 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Основные понятия информационных систем	5
1.1. Основные процессы преобразования информации	10
1.2. Системы информационного обмена.....	11
1.3. Информационные системы	13
1.4. Задачи и функции информационных систем	23
1.5. Типология информационных систем	24
1.6. Информационные сети и их типология	27
1.7. Состав и структура ИС и АИС.....	299
1.8. АИПС, банки и базы данных	33
2. Документальные информационные системы.....	36
2.1. Функционирование документальных ИС.....	37
2.2. Состав и структура АИПС	38
2.3. Информационно-поисковые языки	40
2.4. Системы индексирования.....	44
2.5. Кодирование информации.....	47
2.6. Модель поиска информации	48
2.7. Релевантность	489
2.8. Иерархический классификатор (классификационная ИПС)	52
2.9. Конструктор запросов.....	53
2.10. Стратегия поиска информации.....	55
2.11. Экспертные системы.....	55
2.12. Информационно-советующие системы	63
2.13. Интерфейсы информационных систем.....	63
2.14. Локальные и удаленные ИПС.....	67
3. Фактографические информационные системы.....	69
3.1. Модели баз данных	70
3.2. Реляционные базы данных	70
3.3. Системы управления базами данных	71
3.4. Информационная модель базы данных	73
3.5. Инфологическая модель данных «сущность—связь».....	75
3.6. Иерархические и сетевые базы данных	76
3.7. Объектно-ориентированные базы данных	76
3.8. Проектирование баз данных	78
3.9. Защита информации.....	78
4. Семантические информационные системы.....	81
Рекомендуемая литература.....	83

ВВЕДЕНИЕ

Предмет изучения курса — современные информационные технологии. Понятие «современный» в общем случае однозначно: то, что идет в ногу со временем, вписывается в свое время. То есть современными информационными технологиями является все, с помощью чего информация передается, перерабатывается, сохраняется, кодируется и т.д.

Технология — совокупность (последовательность) приемов, нацеленных на создание чего-либо. *Информационная технология* (ИТ) — совокупность приемов получения, обработки, представления, хранения и уничтожения информации.

Современные ИТ отличаются от *новых*, определяющих характер человеческой деятельности в новом информационном обществе, которое проходит на смену обществу индустриальному.

Традиционная ИТ основана на формальных процедурах обработки информации и в своей основе статична. Динамика ей несвойственна, поэтому отражение развивающихся процессов дается ей с исключительным трудом, а для сложных трудноформализуемых задач практически невыполнима. Кроме того, для нее обязателен принцип неразрывности развития алгоритмических методов, обусловленный формальностью используемых процедур.

Отметим, что *новыми* следует называть технологии, которые предполагают не хронологическую, а *принципиальную новизну*.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Информатика — научная дисциплина, изучающая движение, структуру и свойства семантической информации. Информатика тесно связана с математической теорией информации. Более того, методы математической теории информации широко применяются в информатике. Однако их следует четко различать.

В математической теории информации центральным моментом являются понятия информации и меры для измерения ее количества.

Информация — одно из основных понятий науки. Наряду с такими понятиями, как вещество, энергия, пространство и время оно составляет основу современной научной картины мира. Его нельзя определить через более простые понятия.

Сам термин происходит от латинского слова *informatio*, что означает разъяснение, сообщение, осведомленность. Под информацией в быту (жизненный аспект) понимают сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые человеком или специальными устройствами. Под информацией в технике понимают сообщения, передаваемые в форме знаков или сигналов. Под информацией в теории информации понимают не любые сведения, а лишь те, которые снимают полностью или хотя бы уменьшают существующую неопределенность. Таким образом, информация – это снятая неопределенность (К. Шеннон).

В кибернетике под информацией понимают ту часть знаний, которая используется для ориентирования, активного действия, управления, т.е. в целях сохранения, совершенствования, развития системы (Н. Винер).

В семантической теории информация — это сведения, обладающие новизной.

В целом информация — это отражение внешнего мира с помощью знаков и сигналов. Кроме того, в последнее время ее рассматривают как данные, ценные для принятия решений.

Информация обладает следующими свойствами:

— *объективность*, то есть информация объективна, если она не зависит от чьего-либо мнения;

— *достоверность*, то есть информация достоверна, если она отражает истинное положение дел;

— *полнота*, то есть информацию можно считать полной, если ее достаточно для понимания и принятия решения;

— *актуальность*, то есть важность, существенность для настоящего времени;

— *адекватность*, то есть определенный уровень соответствия создаваемого с помощью полученной информации образа реальному объекту, процессу, явлению.

Таким образом, понятие самой информации трактуется через понятие разнообразия и относится лишь к техническим средствам связи. Математическая теория информации целиком и полностью отвлекается от содержательной стороны информации, тогда как в информатике именно эта сторона является наиболее существенной. Информатика, помимо количественных характеристик информации, рассматривает также ее качественную особенность, ее смысловое (семантическое) значение, важность для потребителей. В информатике понятие информации ассоциируется со знанием, включая все присущие ему свойства: старение, достоверность, соответствие достигнутому научно-техническому уровню и т. д.

В настоящее время считается, что универсального критерия и, следовательно, определения информации не существует. Специфика определяется в первую очередь основной целью функционирования системы. С этой точки зрения, информацией являются все сведения об объекте, полезные *приемнику* (человеку, коллективу, человеко-машинной системе) для решения задачи (достижения цели). Если данные сведения не нужны, они представляют собой *шум*, а не информацию. Если данные сведения способствуют принятию неправильного решения, они представляют собой *дезинформацию*.

В отличие от информации, *имеющиеся данные* — это зарегистрированные на любых носителях сведения об объекте (реальном или вымышленном) независимо от того, дошли они до какого-либо приемника и интересуют ли его. В такой трактовке информация понимается как данные, ценные для *получателя* (приемника). Это определение оказывается наиболее целесообразно при анализе информационных процессов, подчеркивает важность той или иной информации для решения конкретных задач. В этом случае данные представляют собой потенциальную информацию, и в информационных системах накапливается не информация, а данные. Информацией они становятся лишь по предоставлению их некоторому потребителю.

Говоря о данных и информации, следует особенно выделить понятие научная информация. *Научная информация* — это получаемая в процессе познания логическая информация, которая адекватно отображает закономерности объективного мира и используется в общественно-исторической практике. В этом определении указаны четыре наиболее существенных

признака, необходимых и достаточных для раскрытия самого понятия. Поясним эти признаки.

1. Говорится, что научной может быть лишь информация, получаемая в процессе познания закономерностей объективной действительности. При этом источником научной информации может служить не только исследовательская деятельность ученых, но и производственная, хозяйственная деятельность инженеров, рабочих-новаторов и работников сельского хозяйства: их многочисленные изобретения, усовершенствования и рационализаторские предложения.

2. Однако не всякая информация, получаемая в процессе познания внешнего мира, является научная. Например, чувственные познания человека не в состоянии раскрыть общего в явлениях, внутренней природы вещей. Зачастую только знание законов природы и общественной жизни может служить для него руководством в практической деятельности. Информация становится научной лишь тогда, когда она подвергнута обработке и обобщению абстрактно-логическим мышлением. Именно этим научная информация отличается от сведений, получаемых человеком в процессе чувственного познания мира (действительности).

3. Адекватность отображения закономерностей объективной действительности. В процессе познания люди могут получать логическую информацию, которая дает искаженное представление об окружающем мире. Однако ошибочная гипотеза или теория вполне научна, если ведется систематическое изучение, обобщение и проверка на практике ее положений. В этом состоит принципиальное отличие ошибочных научных гипотез и теорий от лженаучных.

4. Непременное использование в общественно-исторической практике обеспечивает постоянную проверку истинности логической информации и препятствует отнесению к категории научной информации устаревших истин.

В термине *научная информация* слово *научная* подчеркивает, что информация получена в процессе познания объективного мира и адекватно отображает его закономерности. По отношению к понятию *научная информация* видовыми являются понятия *физическая информация, биологическая информация, техническая (или научно-техническая) информация, политическая информация, сельскохозяйственная информация, управленческая информация* и т. д.

Рассмотрим вопрос ценности и количества информации. В разное время предлагались следующие варианты оценки:

— выражение ценности информации через приращение вероятности достижения цели до и после получения информации;

— рассматривается система, извлекающая информацию, необходимую для решения задачи, посредством ряда экспериментов; при этом ценность информации определяется как разность математического ожидания числа экспериментов до и после получения информации;

— через связь показателя ценности информации с ее количеством; из этого следует, что, когда речь идет о качественно сравнимых событиях, то при прочих равных условиях большему количеству информации соответствует большая ее ценность;

— определение ценности информации методами анализа потребительского спроса; в этом случае изучается реакция выходов организованной системы на поступающее сообщение, а задача определения полезности сообщений сводится к упорядочению множества сообщений в соответствии с их важностью с точки зрения системы.

В настоящее время все более широкое признание получает идея определения количества семантической информации с помощью тезауруса. В качестве меры количества семантической информации рассматривается степень изменения тезауруса получателя при приеме некоторого сообщения (количество семантической информации, заключенной в данном сообщении, можно оценить как степень изменения тезауруса приемника этой информации под действием данного сообщения). Если сообщение не имеет ничего общего с тезаурусом потребителя, не пересекается с ним, то принимаемая информация равна нулю. Под *тезаурусом* потребителя информации здесь понимается запас знаний потребителя, представленный в виде специального словаря. Получатель в состоянии использовать лишь некоторую часть смысловой информации, объем которой зависит от приспособленности его тезауруса к приему той или иной информации.

Независимо от сферы деятельности человека, выполнение любой работы и решение любой проблемы всегда связано с использованием уже существующей и созданием новой информации. С этой точки зрения любая основная деятельность человека связана с его информационной деятельностью, то есть с деятельностью по сбору и обработке существующей и созданию новой информации. Иными словами, информационная деятельность неразрывно связана с основной деятельностью, а *субъект основной деятельности* (СОД) всегда выполняет три взаимосвязанных функции: потребителя (приемника) информации, исполнителя основной работы (деятельности) и генератора (источника) информации.

Потребитель (приемник) информации — отдельное лицо, коллектив, машинная или человеко-машинная система, использующая информацию или данные в целях выполнения определенной работы в процессе основной деятельности. Иными словами, потребителем информации является любой субъект основной деятельности.

Генератор (источник) информации — является отдельное лицо, коллектив, машинная или человеко-машинная система, создающая сообщения в ходе (или в результате) выполнения той или иной деятельности.

Информационная потребность (ИП) — совокупность элементов информации или данных, необходимая и достаточная для эффективного выполнения заданной работы субъектом основной деятельности. ИП зависит от степени подготовленности СОД к выполнению заданной работы, его знаний, умений, наличия уже собранной информации, а также от трудоемкости и сложности заданной работы, ее внутреннего многообразия и взаимосвязей с внешней средой.

Информационная потребность СОД удовлетворяется в результате поиска сообщений в информационной среде по информационному запросу, сформулированному на естественном языке, и в той или иной мере отражающему информационную потребность. Степень адекватности (соответствия) информационного запроса информационной потребности определяется различными факторами, основным из которых является способность СОД сформулировать свою информационную потребность на естественном языке с учетом специфики как стоящей перед СОД проблемы, так и информационной среды.

Найденные в результате информационного поиска сообщения в той или иной мере соответствуют информационному запросу и информационной потребности и оцениваются двумя характеристиками.

Пертинентность — характеристика степени соответствия сообщения информационной потребности.

Релевантность — характеристика степени соответствия сообщения информационному запросу.

В силу того, что информационный запрос никогда не соответствует полно и точно информационной потребности, релевантность информации всегда отличается от ее пертинентности. Информационный запрос может быть адекватен информационной потребности только в том единственном случае, когда СОД абсолютно полно и точно знает свою информационную потребность и способен сформулировать ее в конечных обозначениях. Но это может быть только после получения им всей необходимой информа-

ции, а в этом случае информационная потребность исчезает.

Тезаурус найденного сообщения может иметь мало общего с тезаурусами как задачи, так и информационной потребности. Цель *информационного поиска* состоит в поиске множества сообщений, совокупный тезаурус которых должен соответствовать тезаурусу информационной потребности, который, в свою очередь, вместе с тезаурусом потребителя должен покрывать тезаурус решаемой задачи. Информационный запрос (и его тезаурус) служат промежуточным звеном между потребителем и информационной средой, обеспечивающим поиск необходимой информации. Количество информации определяется степенью изменения тезауруса потребителя (ТП) под воздействием тезауруса информационного сообщения (ТИС), т. е. рассогласованием нового тезауруса потребителя (ТПС), являющегося результатом воздействия сообщения, и исходного тезауруса ТП.

В отличие от количества информации, ценность сообщения (информации) определяется по отношению к решаемой задаче и, следовательно, ее можно оценить при рассмотрении взаимоотношения тезаурусов сообщения и задачи. Ценность сообщения, кроме того, зависит от большой совокупности различных факторов и, прежде всего, от важности самой решаемой задачи.

1.1. Основные процессы преобразования информации

С информационной точки зрения любая деятельность человека или человеко-машинной системы включает следующие этапы.

1. Поиск сообщений. Внешняя среда с точки зрения СОД представляет собой некоторый генератор потока сообщений, представленных на языке коммуникаций, в общем случае, не тождественном «внутреннему языку» потребителя информации, связанному с конкретной решаемой проблемой. Целью данного этапа является отбор из внешнего потока сообщений тех, которые могут быть использованы при выполнении основной деятельности. На этапе поиска сообщений используются услуги различных информационных систем и неформальные каналы, доступные конкретному потребителю информации.

2. Интерпретация сообщений. В связи с конкретным характером решаемой задачи и тезауруса потребителя информации имеет место упомянутое различие «языка коммуникаций» и «внутреннего языка». Данный этап заключается в адаптации сообщений, интерпретации в терминах «внутреннего языка», т. е. в конечном итоге — в извлечении из сообщений информации, необходимой для решения поставленной задачи, и оформле-

ние ее в виде, доступном для восприятия. Этап 2 приводит к созданию информационного обеспечения решаемой задачи, которое должно привести к повышению эффективности ее решения. В более узком смысле информационным обеспечением можно считать результат этапа 1 — построение совместными усилиями СОД и информационной системы некоторой совокупности сообщений, релевантных (потенциально полезных) задачам СОД.

3. Решение задачи. На данном этапе, используя полученную информацию, собственные знания и опыт, а также материальные, энергетические, трудовые и иные ресурсы, СОД вырабатывает новую информацию, которая является результатом решения задачи. Эта информация зафиксирована на «языке задачи» и без дополнительных затрат труда, как правило, не представляет ценности при выходе за пределы конкретной задачи, являясь достоянием СОД или достаточно ограниченного множества лиц (организаций), связанных с конкретной проблемой.

4. Создание сообщений. На данном этапе СОД интерпретирует полученный результат на «языке коммуникаций», т. е. подготавливает сообщение в стандартной форме, принятой на данном этапе развития системы научной коммуникации вообще и систем научно-технической информации (НТИ) в частности. Это может быть подготовка статьи, отчета, выступления на научной конференции, семинаре и т. д. Новая информация, зафиксированная в форме сообщения (например, документальной), потенциально представляет собой общественную ценность для решения большого круга задач, так или иначе связанных с задачей, в результате решения которой она получена.

5. Распространение и преобразование сообщений. Автор сообщения вступает в активное взаимодействие с системой коммуникации, затрачивая определенные усилия (в основном организационного характера) по вводу сообщения в один (или несколько) из доступных каналов коммуникации (депонирование сообщения, публикация, выступление и т. д.). Эффективность данного этапа деятельности определяется как степенью усилий, предпринимаемых СОД, так и теми возможностями, которые ему предоставляет система коммуникации.

1.2. Системы информационного обмена

Принимая во внимание многозначность самого понятия «информация», информационной можно назвать любую систему, представляющую собой совокупность элементов информационной деятельности. Это и группа людей, и любая человеко-машинная или чисто машинная система.

Если рассмотреть замкнутый цикл производства, преобразования и использования информации, то, имея ввиду, что использование любой информации приводит к появлению новых данных и соответственно информации, этот цикл можно назвать циклом обмена информации, а систему, в рамках которой он реализуется, — *системой информационного обмена*.

В зависимости от характера информационных связей системы с внешней средой можно рассматривать три разновидности систем обмена.

1. *Замкнутая система* не имеет информационных связей с другими системами (внешней средой) и, следовательно, не является по отношению к ним ни источником, ни приемником информации. Примером такой системы может служить любая изолированная саморазвивающаяся система. Любое государство или группа людей, изолированные от внешнего мира, ученый, в одиночку работающий над решением некоторой проблемы и не использующий информацию внешнего мира — это примеры замкнутых систем. Исторически такая форма систем обмена является наиболее ранней.

2. *Закрытая система* открыта для поступления информации извне, но закрыта для выхода информации во внешнюю среду, т. е. является только приемником по отношению к внешним системам. Примерами закрытых систем информационного обмена являются военно-промышленные комплексы, активно потребляющие информацию, но держащие в секрете результаты собственных разработок. К этому классу систем с определенными допущениями можно отнести некоторые развивающиеся страны, если рассматривать их как системы, выходная информация которых не представляет ценности для других систем. Можно также говорить о государствах, политика которых базируется на приобретении лицензий, а не на развитии собственных исследований.

3. *Открытая система* играет роль одновременно и источника, и приемника информации по отношению к внешним системам. На самом деле открытые системы в основном поставляют информацию. Это высокоразвитые в области «производства» новой информации системы, стоящие в авангарде научных исследований и разработок.

Система, образованная объединением (интеграцией) двух или более открытых систем, есть открытая система или замкнутая система. Объединение нескольких закрытых систем дает закрытую или замкнутую систему. Иными словами, всякая интеграция систем сопровождается переходом от открытых и закрытых систем к замкнутым и открытым системам, что соответствует переходу от простого «потребления» информации к процессам

ее обмена между участниками системы.

1.3. Информационные системы

Под *системой* понимают любой объект, который одновременно рассматривается и как единое целое, и как объединенная в интересах достижения поставленных целей совокупность разнородных элементов. Системы значительно отличаются между собой как по составу, так и по главным целям.

Организация — социальная общность, объединяющая некоторое множество индивидов для достижения общей цели, при этом индивиды действуют на основе определённых процедур и правил. *Организационная система* (ОС) — совокупность внутренне взаимосвязанных частей организации, формирующая некую целостность. Под ОС может также пониматься любая профессиональная среда конкретного человека.

Усложнение организационных систем различных уровней и процессов их функционирования и развития по мере увеличения приводит к необходимости организационного обособления основной и информационной деятельности. Этот процесс столь же закономерен, как и процесс иерархического построения самих организационных систем, и, по сути дела, является его следствием.

Естественная декомпозиция (разделение) системы на управляемую и управляющую части соответствует разделению деятельности на информационную и основную. Наиболее резко это разделение наблюдается в чисто технических системах, где четко выделяется объект управления и устройство управления. В организационных системах провести грань между основной и информационной деятельностью значительно труднее. Представим себе организационную структуру завода: нижние уровни иерархии такой структуры заняты в основном производственной деятельностью, верхние — информационной. Даже здесь трудно провести грань между этими двумя видами деятельности, но еще сложнее обстоит дело в научно-исследовательской организации. Тем не менее, в любой организационной системе верхние уровни ее иерархии заняты в основном информационной деятельностью, что позволяет говорить об организационном обособлении.

Информационная система (ИС) — это взаимосвязанная совокупность элементов ввода, обработки, переработки, хранения, поиска, вывода и распространения информации. Цель функционирования ИС — информационное обслуживание или обеспечение основной деятельности организационной системы, подсистемой которой она является. Функционирование ИС предполагает наличие исходных, промежуточных и конечных информаци-

онных продуктов, технологических процессов и ресурсов. Необходимой составляющей является подсистема управления, обеспечивающая ее эффективное функционирование, которое включает необходимое разнообразие, объем и качество выходных информационных продуктов. В отличие от системы обмена, в ИС не включены поставщики и потребители информации

В информатике понятие «система» весьма широко распространено и имеет множество смысловых значений. Чаще всего оно используется применительно к набору технических средств и программ. Системой может называться аппаратная часть компьютера. Системой может также считаться множество программ для решения конкретных прикладных задач, дополненных процедурами ведения документации и управления расчетами.

Добавление к понятию «система» слова «информационная» отражает цель ее создания и функционирования. Информационные системы обеспечивают сбор, хранение, обработку, поиск и выдачу информации, необходимой в процессе принятия решений задач из любой области. Они помогают анализировать проблемы и создавать новые продукты.

Современное понимание информационной системы предполагает использование в качестве основного технического средства переработки информации персонального компьютера. В крупных организациях наряду с персональным компьютером в состав технической информационной системы может входить мэйнфрейм (большой компьютер) или суперЭВМ. Кроме того, техническое воплощение информационной системы само по себе ничего не будет значить, если не учтена роль человека, для которого предназначена производимая информация и без которого невозможно ее получение и представление. Необходимо понимать разницу между компьютерами и информационными системами. Компьютеры являются технической базой и инструментом для информационных систем. Информационная система немыслима без программного обеспечения компьютеров и организации взаимодействия персонала с компьютерами и телекоммуникациями.

Этапы развития информационных систем и цели их использования на разных периодах приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Этапы развития информационных систем

Годы	Применение	Средства	Цели
1950-1960	Бумажные носители информации	Информационные системы обработки расчетных документов на электромехани-	Повышение скорости обработки документов. Упрощение процедуры

		ческих бухгалтерских машинах	обработки счетов и расчета
1960-1970	Помощь в подготовке отчетов	Управленческие информационные системы для производственной информации	Ускорение процесса подготовки отчетности
1970-1980	Управленческий контроль	Системы поддержки принятия решений, системы для высшего звена управления	Выработка наиболее рационального решения
1980-2005	Информация — стратегический ресурс, обеспечивающий конкурентное преимущество	Стратегические информационные системы, автоматизированные офисы	Конкурентоспособность и процветание фирмы

Первые информационные системы появились в 50-х гг. XX века. В те годы они были предназначены для обработки счетов и расчета зарплаты, а реализовывались на электромеханических бухгалтерских счетных машинах. Это приводило к некоторому сокращению затрат и на подготовку бумажных документов.

60-е гг. знаменуются изменением отношения к информационным системам. Информация, полученная из них, стала применяться для периодической отчетности по многим параметрам. Для этого организациям требовалось компьютерное оборудование широкого назначения, способное обслуживать множество функций, а не только обрабатывать счета и зарплату, как было ранее.

В 70-х — начале 80-х гг. информационные системы начинают широко использоваться в качестве средства управленческого контроля, поддерживающего и ускоряющего процесс принятия решений.

К концу 80-х гг. прошлого века концепция использования информационных систем вновь изменяется. Они становятся стратегическим источником информации и используются на всех уровнях организации любого профиля. Информационные системы этого периода, предоставляя вовремя нужную информацию, помогают организации достичь успеха в своей деятельности, создавать новые товары и услуги, находить новые рынки сбыта, обеспечивать себе достойных партнеров, организовывать выпуск продукции по низкой цене и многое другое.

Основные процессы в информационной системе

Процессы, обеспечивающие работу информационной системы любого назначения, условно можно представить в виде схемы (рис. 1.1), состоящей из блоков:

— ввод информации из внешних или внутренних источников;

- обработка входной информации и представление ее в удобном виде;
- вывод информации для представления потребителям или передачи в другую систему;
- обратная связь — это информация, переработанная людьми данной организации для коррекции входной информации.

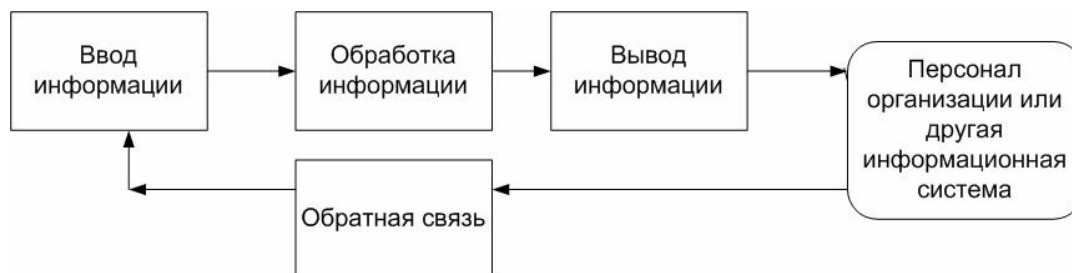


Рис. 1.1. Основные процессы в информационной системе.

Информационная система определяется следующими свойствами:

- любая информационная система может быть подвергнута анализу, построена и управляема на основе общих принципов построения систем;
- информационная система является динамичной и развивающейся;
- при построении информационной системы необходимо использовать системный подход;
- выходной продукцией информационной системы является информация, на основе которой принимаются решения;
- информационную систему следует воспринимать как человеко-компьютерную систему обработки информации.

В настоящее время сложилось мнение об информационной системе как о системе, реализованной с помощью компьютерной техники. Хотя в общем случае информационную систему можно понимать и в некомпьютерном варианте.

Чтобы разобраться в работе информационной системы, необходимо понять суть проблем, которые она решает, а также организационные процессы, в которые она включена. Так, например, при определении возможности компьютерной информационной системы для поддержки принятия решений следует учитывать:

- структурированность решаемых управленческих задач;
- уровень иерархии управления фирмой, на котором решение должно быть принято;
- принадлежность решаемой задачи к той или иной функциональной

сфере бизнеса;

— вид используемой информационной технологии.

Технология работы в компьютерной информационной системе доступна для понимания специалистом некомпьютерной области и может быть успешно использована для контроля процессов профессиональной деятельности и управления ими.

Ожидаемые результаты внедрения информационных систем

Внедрение информационных систем может способствовать:

— получению более рациональных вариантов решения управленческих задач за счет внедрения математических методов и интеллектуальных систем и т.д.;

— освобождению работников от рутинной работы за счет ее автоматизации;

— обеспечению достоверности информации;

— замене бумажных носителей данных на магнитные диски или ленты, что приводит к более рациональной организации переработки информации на компьютере и снижению объемов документов на бумаге;

— совершенствованию структуры потоков информации и системы документооборота в фирме;

— уменьшению затрат на производство продуктов и услуг;

— предоставлению потребителям уникальных услуг;

— отысканию новых рыночных ниш;

— привязке к фирме покупателей и поставщиков за счет предоставления им разных скидок и услуг.

1.4. Обеспечение информационных систем

Структуру информационной системы составляет совокупность отдельных ее частей, называемых подсистемами.

Подсистема — это часть системы, выделенная по какому-либо признаку.

Общую структуру информационной системы можно рассматривать как совокупность подсистем независимо от сферы применения. В этом случае говорят о структурном признаке классификации, а подсистемы называют обеспечивающими. Таким образом, структура любой информационной системы может быть представлена совокупностью обеспечивающих подсистем (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Обеспечивающие подсистемы.

Среди обеспечивающих подсистем обычно выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное и правовое обеспечение.

Назначение подсистемы информационного обеспечения состоит в своевременном формировании и выдаче достоверной информации для принятия управленческих решений.

Информационное обеспечение — совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных.

Унифицированные системы документации создаются на государственном, республиканском, отраслевом и региональном уровнях. Главная цель — это обеспечение сопоставимости показателей различных сфер общественного производства. Разработаны стандарты, где устанавливаются требования:

- к унифицированным системам документации;
- к унифицированным формам документов различных уровней управления;
- к составу и структуре реквизитов и показателей;
- к порядку внедрения, ведения и регистрации унифицированных

форм документов.

Однако, несмотря на существование унифицированной системы документации, при обследовании большинства организаций постоянно выявляется целый комплекс типичных недостатков:

- чрезвычайно большой объем документов для ручной обработки;
- одни и те же показатели часто дублируются в разных документах;
- работа с большим количеством документов отвлекает специалистов от решения непосредственных задач;
- имеются показатели, которые создаются, но не используются, и др.

Поэтому устранение указанных недостатков является одной из задач, стоящих при создании информационного обеспечения.

Схемы информационных потоков отражают маршруты движения информации и ее объемы, места возникновения первичной информации и использования результатной информации. За счет анализа структуры подобных схем можно выработать меры по совершенствованию всей системы управления.

Построение схем информационных потоков, позволяющих выявить объемы информации и провести ее детальный анализ, обеспечивает:

- исключение дублирующей и неиспользуемой информации;
- классификацию и рациональное представление информации.

При этом подробно должны рассматриваться вопросы взаимосвязи движения информации по уровням управления. Следует выявить, какие показатели необходимы для принятия управленческих решений, а какие нет. К каждому исполнителю должна поступать только та информация, которая используется.

Методология построения баз данных базируется на теоретических основах их проектирования. Для понимания концепции методологии приведем основные идеи в виде двух последовательно реализуемых на практике этапов:

1-й этап — обследование всех функциональных подразделений фирмы с целью:

- понять специфику и структуру ее деятельности;
- построить схему информационных потоков;
- проанализировать существующую систему документооборота;
- определить информационные объекты и соответствующий состав реквизитов (параметров, характеристик), описывающих их свойства и назначение.

2-й этап — построение концептуальной информационно-логической

модели данных для обследованной на 1-м этапе сферы деятельности. В этой модели должны быть установлены и оптимизированы все связи между объектами и их реквизитами. Информационно-логическая модель является фундаментом, на котором будет создана база данных.

Для создания информационного обеспечения необходимо:

- ясное понимание целей, задач, функций всей системы управления организацией;
- выявление движения информации от момента возникновения и до ее использования на различных уровнях управления, представленной для анализа в виде схем информационных потоков;
- совершенствование системы документооборота;
- наличие и использование системы классификации и кодирования;
- владение методологией создания концептуальных информационно-логических моделей, отражающих взаимосвязь информации;
- создание массивов информации на машинных носителях, что требует наличия современного технического обеспечения.

Техническое обеспечение

Техническое обеспечение — комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства и технологические, процессы.

Комплекс технических средств составляют:

- устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации;
- устройства передачи данных и линий связи;
- оргтехника и устройства автоматического съема информации;
- эксплуатационные материалы и др.

Документацией оформляются предварительный выбор технических средств, организация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение. Документацию можно условно разделить на три группы:

- общесистемную, включающую государственные и отраслевые стандарты по техническому обеспечению;
- специализированную, содержащую комплекс методик по всем этапам разработки технического обеспечения;
- нормативно-справочную, используемую при выполнении расчетов по техническому обеспечению.

К настоящему времени сложились две основные формы организации технического обеспечения (формы использования технических средств):

централизованная и частично или полностью децентрализованная.

Централизованное техническое обеспечение базируется на использовании в информационной системе больших ЭВМ и вычислительных центров.

Децентрализация технических средств предполагает реализацию функциональных подсистем на персональных компьютерах непосредственно на рабочих местах.

Перспективным подходом следует считать, по-видимому, частично децентрализованный подход — организацию технического обеспечения на базе распределенных сетей, состоящих из персональных компьютеров и большой ЭВМ для хранения баз данных, общих для любых функциональных подсистем.

Математическое и программное обеспечение

Математическое и программное обеспечение — совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации целей и задач информационной системы, а также нормального функционирования комплекса технических средств.

К средствам математического обеспечения относятся:

- средства моделирования процессов управления;
- типовые задачи управления;
- методы математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др.

В состав программного обеспечения входят общесистемные и специальные программные продукты, а также техническая документация.

К общесистемному программному обеспечению относятся комплексы программ, ориентированных на пользователей и предназначенных для решения типовых задач обработки информации. Они служат для расширения функциональных возможностей компьютеров, контроля и управления процессом обработки данных.

Специальное программное обеспечение представляет собой совокупность программ, разработанных при создании конкретной информационной системы. В его состав входят пакеты прикладных программ, реализующие разработанные модели разной степени адекватности, отражающие функционирование реального объекта.

Техническая документация на разработку программных средств должна содержать описание задач, задание на алгоритмизацию, экономико-математическую модель задачи, контрольные примеры.

Организационное обеспечение

Организационное обеспечение — совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

Организационное обеспечение реализует следующие функции:

- анализ существующей системы управления организацией, где будет использоваться ИС, и выявление задач, подлежащих автоматизации;
- подготовку задач к решению на компьютере, включая техническое задание на проектирование ИС и технико-экономическое обоснование эффективности;
- разработку управленческих решений по составу и структуре организации, методологии решения задач, направленных на повышение эффективности системы управления.

Организационное обеспечение создается по результатам предпроектного обследования на 1-м этапе построения баз данных, с целями которого вы познакомились при рассмотрении информационного обеспечения.

Правовое обеспечение

Правовое обеспечение — совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование информационных систем, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации. Главной целью правового обеспечения является укрепление законности.

В состав правового обеспечения входят законы, указы, постановления государственных органов власти, приказы, инструкции и другие нормативные документы министерств, ведомств, организаций, местных органов власти. В правовом обеспечении можно выделить общую часть, регулирующую функционирование любой информационной системы, и локальную часть, регулирующую функционирование конкретной системы.

Правовое обеспечение этапов разработки информационной системы включает нормативные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика и правовым регулированием отклонений от договора.

Правовое обеспечение этапов функционирования информационной системы включает:

- статус информационной системы;
- права, обязанности и ответственность персонала;
- правовые положения отдельных видов процесса управления;
- порядок создания и использования информации и др.

1.5. Задачи и функции информационных систем

Информационная система может решать две группы задач.

Первая группа задач связана с чисто информационным обеспечением основной деятельности: отбор необходимых сообщений, их обработка, хранение, поиск и выдача субъекту основной деятельности с заранее заданной полнотой, точностью и оперативностью в наиболее приемлемой для СОД форме.

Вторая группа задач связана с обработкой полученной информации и данных в соответствии с теми или иными алгоритмами или программами с целью подготовки решений задач, стоящих перед субъектом основной деятельности (так называемых *пользовательских задач*). Для их решения ИС должна обладать необходимой информацией о предметной области СОД и стоящих перед ним проблемах, должна уметь использовать существующие модели решения задач субъекта основной деятельности или самостоятельно строить такие модели. В последнем случае является необходимым наличие у ИС определенного искусственного или естественного интеллекта. С развитием вычислительной техники, программного обеспечения и упрощением технологии работы задачи второй группы все чаще выполняют сами субъекты основной деятельности. Однако существует определенный спектр задач второй группы любой из сфер основной деятельности, решение которых целесообразно возлагать на ИС.

Для решения поставленных задач ИС должна выполнять следующие функции:

- отбор из внутренней и внешней среды сообщений, необходимых для реализации основной деятельности;
- ввод информации в ИС;
- хранение информации в памяти ИС, ее актуализация и поддержание целостности;
- обработка, поиск и выдача информации в соответствии с заданными СОД требованиями. Обработка может включать подготовку вариантов решения пользовательских прикладных задач по соответствующим алгоритмам и программам.

1.6. Типология информационных систем

Практически бесконечное многообразие организационных систем порождает огромное разнообразие ИС как их подсистем. В реальных услови-

ях ИС, помимо решения задач первой группы, берут на себя часть задач второй группы. Это приводит к еще большему разнообразию ИС и не позволяет провести в общем случае грань между основной и информационной деятельностью ОС.

Еще сложнее обстоит дело с автоматизированными или автоматическими ИС.

Автоматизированные ИС (АИС) — это ИС, выполнение некоторых функций которых автоматизированно (с помощью электронной или любой иной техники). Степень автоматизации может быть разная. Наиболее легко автоматизируются функции задач первой группы. Более сложна автоматизация задач второй группы, поскольку она может потребовать алгоритмизации и моделирования некоторых составляющих и аспектов объекта деятельности.

Автоматические ИС (АВИС) — это такие ИС, все функции в которых выполняются автоматически. На практике в настоящее время большей степенью автоматизации отличаются ИС технических систем и технологических процессов. В организационных системах, имеющих дело с неструктурируемыми проблемами, высокие уровни автоматизации ИС в настоящее время недостижимы.

Из сказанного следует, что точная классификация ИС в современных условиях практически невозможна. Более целесообразно говорить о типологии ИС, характеризуя тип системы набором существенных параметров, определяющих место конкретной системы в множестве существующих и потенциально возможных систем. Целесообразно рассматривать следующие параметры ИС.

А — масштаб ИС. Можно рассматривать ИС: всемирные, международные, республиканские, региональные, отраслевые, объединений, предприятий, подразделений.

В — область или отрасль, в которой функционирует ИС. Можно определить отрасли: медицина, транспорт, связь, строительство, промышленность; также межотраслевые ИС, ИС комплексных проблем, проблем, задач и т. д. В настоящее время в мире существуют ИС всех перечисленных в А и В видов. В последние годы очень активно развиваются проблемно-ориентированные ИС (ПОИС).

С — характер решаемых ИС задач. Можно выделить подвиды:

С1. Системы информационного обеспечения и сопровождения основной деятельности. Это широкий спектр систем научно-технической информации (СНТИ), систем экономической информации (статистика, фи-

нансы, кадры, товары, услуги и т. д.).

С2. Системы информационного обеспечения и сопровождения управления основной деятельностью. Это огромное разнообразие автоматизированных систем управления (АСУ), автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), систем обеспечения принятия решений (СОПР).

С3. Системы информационного обеспечения и сопровождения основной деятельности и управления объектом деятельности. Это интегрированные ИС, решающие одновременно задачи управления и информационного обеспечения объекта деятельности. Такие ИС стали развиваться лишь в последние годы. Сложность задач создания интегрированных ИС (ИИС) связана с большими трудностями объединения ИС типов С1 и С2, базирующихся на достаточно различающихся технологиях обработки, хранения и поиска информации.

Д — совокупность выполняемых ИС функций. С этой точки зрения рассматривается очень большое разнообразие ИС. Обособление функций основной и информационной деятельности связано с большими трудностями. Существующие ИС в основном берут на себя выполнение задач первой группы. Однако существуют ИС, выполняющие часть задач второй группы. С учетом современного состояния и тенденций развития информатики с точки зрения функций ИС, целесообразно выделить следующие типы ИС.

Д1. Системы справочно-информационного обеспечения, выполняющие функции собственно информационной деятельности (первая группа), т. е. сбор и приобретение, обработка, поиск, хранение, издание, распространение информации. Среди ИС этого типа существует некоторая специализация по следующим функциям:

— подготовка и издание первичной информации (издательства, РИО, статистические бюро, пункты сбора и накопления информации и т. д.);

— обработка первичной информации с целью подготовки вторичной информации или метаинформации (генераторы баз данных, реферативные издательства и т. д.);

— обработка, хранение и поиск вторичной информации с целью информационного обслуживания (системы информационного обслуживания, ОНТИ, бюро НТИ и т. д.);

— хранение и выдача первичной информации (библиотеки и т. д.).

Д2. Системы информационного сопровождения объекта деятельности, берущие на себя, помимо задач первой группы, часть задач второй группы,

т. е. функции обобщенной основной деятельности (подготовка аналитических и тематических справок и обзоров, информационный анализ и синтез, анализ тенденций развития, оценка качества и технического уровня изделий, построение и анализ информационных моделей, подготовка вариантов решений и т. д.). К данному типу ИС относятся системы обеспечения принятия решений (СОПР), системы автоматизации проектирования (САПР). Они выполняют функции по математической, логической и даже содержательной переработке информации. С этой точки зрения их можно назвать информационно-логическими ИС.

Кроме того, встречаются такие понятия как информационно-справочные системы (ИССИ), информационно-советующие системы (ИСС), информационно-управляющие системы (ИУС), экспертные системы (ЭС). Информационно-справочные и экспертные системы способны— это системы, которые могут выдавать только ту информацию, которая заранее в них введена. Информационно-советующие и информационно-управляющие системы способны выдавать новую информацию, являющуюся результатом переработки входной информации. Информационно-справочные системы относятся к ИС типа Д1, а ИСС и ИУС к типу Д2.

Е — степень автоматизации функций ИС. Целесообразно рассматривать ИС трех типов: неавтоматизированные ИС, автоматизированные ИС, автоматические ИС.

К — характер (степень структурируемости) обрабатываемой информации. На современном этапе он оказывает существенное влияние на всю идеологию построения и функционирования ИС. Состав и характер перерабатываемой информации предъявляет жесткие требования к аппарату ее описания, организации и поиска. Существенные различия в аппарате описания, организации и поиска информации реальных ИС приводят к необходимости различать:

— документальные (текстовые) ИС, работающие со слабоструктурируемой информацией;

— фактографические ИС, работающие с жесткоструктурируемой информацией;

— документально-фактографические ИС, умеющие работать с информацией обоих типов, но менее эффективно.

М — вид информации. Наиболее распространено выделение ИС двух типов:

— ИС публикуемой информации;

— ИС непубликуемой информации.

Приведенная типология не является абсолютно полной и детальной. Это не классификация ИС, а, скорее, верхний уровень тезауруса информационных систем, с помощью которого может быть описана любая ИС. Для описания конкретных (особенно небольших) ИС может потребоваться значительно большее число параметров и более глубокая их детализация.

1.7. Информационные сети и их типология

Информационная сеть — это совокупность взаимодействующих ИС. При объединении систем в сеть эффективность информационной деятельности повышается за счет устранения непроизводительного дублирования процессов обработки и хранения информации. В отличие от ИС, информационная сеть может не иметь единого органа управления ее функционированием. Координация деятельности элементов сети обеспечивается системой принципов и соглашений, устанавливаемых на двусторонней или многосторонней основе.

Взаимодействие ИС означает такой режим их функционирования, при котором состояния входов, выходов, процессов и массивов одной ИС определяются состоянием входов, выходов, процессов и массивов других ИС сети. Каждая ИС может иметь большое разнообразие входов, выходов, массивов и режимов работы. В частности, ИС может функционировать в режиме подготовки и выпуска информационных изданий, в режиме избирательного распространения информации (ИРИ) и в режиме «запрос—ответ». ИС может подготавливать и поставлять другим ИС программы обработки и поиска информации, тезаурусы, фрагменты массивов и т. д.

Взаимодействие ИС между собой предполагает:

- 1) существование канала связи между ИС, обеспечивающего физическую возможность передачи исходных, промежуточных или конечных продуктов ИС;
- 2) существование договоренности между ИС, регламентирующей процессы их функционирования.

Существуют следующие варианты передачи входных, промежуточных и выходных продуктов между ИС:

- обмен массивами первичных документов, вторичных документов, поисковых образов (ПО) документов;
- обмен заданиями (запросами на информационное обслуживание) в форме исходных текстов и поисковых образов (ПО) заданий;
- обмен программами ввода, обработки и поиска информации;
- обмен тезаурусами.

Обмен продуктами ИС может быть реализован:

- в виде печатных документов;
- на машинных носителях (магнитных лентах, магнитных дисках и т. д.);
- по каналам связи (телефону, телеграфу, телетайпу и т. д.).

Эти варианты передачи продуктов ИС соответствуют формам взаимодействия ИС по входам (обмен массивами), выходам (обмен заданиями) и процессам (обмен программами и тезаурусами). Обмен массивами приводит к координации взаимодействия входов ИС. Если в автономном режиме каждая ИС определяет свои входы независимо от других ИС, то в режиме сети входы одних ИС устанавливаются с учетом входов других ИС. Такой подход позволяет перераспределить деятельность элементов по вводу и обработке информации, существенно сократить затраты на функционирование сети, повысить полноту комплектования и доступа при постоянных затратах. С финансовой точки зрения это наиболее важная форма взаимодействия ИС.

Обмен заданиями означает перераспределение групп потребителей между элементами сети (координация выходов), что приводит к специализации ее элементов и, соответственно, к повышению качества информационного обслуживания при одновременном снижении затрат. Кроме того, это создает предпосылки перехода сети к режиму *энергосети*, при котором потребитель информации сможет с одинаковым успехом подключаться в любую точку сети.

Обмен программами и тезаурусами приводит к координации основных информационных процессов, их типизации и унификации, что способствует повышению качества работы сети, сокращению затрат и времени на разработку программ и тезаурусов.

По степени однородности функций ИС можно рассматривать однородные и неоднородные сети. Сеть считается однородной, если все составляющие ее ИС выполняют одинаковые функции, имеют одни и те же выходы, обладают одинаковыми статусами. Сеть неоднородна, если каждой составляющей ее ИС свойственны собственные функции, определенные выходы и статус. Если существует иерархия статусов, то можно говорить об иерархической сети. Примером неоднородной сети является сеть с центральной ИС и совокупностью ее филиалов. В этом случае можно говорить о вырожденной сети, т. е. о сети с одним процессором, установленным в центральной ИС, и совокупностью удаленных терминалов.

Каждый из вариантов взаимодействия ИС возможен только при обес-

печении соответствующих форм совместимости — информационной, языковой, программной и технической (одной или нескольких одновременно). Например, для обмена поисковыми образами документов или запросов на машинных носителях необходима информационная, языковая и техническая совместимость ИС. Если такой совместимости нет, то обмен не имеет смысла, так как продукты одной ИС не могут быть использованы в другой ИС. Обеспечение заданного вида совместимости заранее несовместимых ИС требует дополнительных затрат на разработку соответствующих интерпретаторов и на собственно процесс интерпретации. Например, на разработку устройств (или программного обеспечения) перевода с языка одной ИС на язык другой ИС и на собственно процесс перевода.

1.8. Состав и структура ИС и АИС

Итак, ИС реализует следующие основные функции: отбор, ввод, обработка/переработка, хранение, поиск и выдача информации. Учитывая специфику организации, управления и технологии выполнения, указанные функции в ИС целесообразно выделить в три самостоятельных функциональных подсистемы.

1. Подсистема отбора информации. Информационная система может обрабатывать и перерабатывать только ту информацию, которая в нее введена. Качество работы ИС определяется не только ее способностью находить и перерабатывать нужную информацию в собственном массиве и выдавать ее пользователю, но и способностью отбирать релевантную информацию из внешней среды. Такой отбор осуществляет подсистема отбора информации, которая накапливает данные об информационных потребностях внутренних и внешних пользователей ИС, анализирует и упорядочивает эти данные, образуя тем самым информационный профиль ИС. Аналогично на основании данных о потоках информационной среды формируется описание входных потоков информации.

При заданном критерии качества функционирования ИС и соответствующей системы ограничений в процессе управления ИС решается задача оптимизации комплектования информационного массива ИС, которая определяет используемый алгоритм отбора информации. Согласно выбранному алгоритму осуществляется преобразование входных потоков в информационный массив ИС. Отбор информации обычно носит слабоуправляемый характер, поскольку базируется на интуиции специалистов, что является следствием сложности и слабой структурируемости как самих процессов отбора, так и управления этими процессами.

Функции подсистемы отбора информации практически не поддаются автоматизации. Исключение составляют только ИС информационного обеспечения управления технологическими процессами и техническими системами.

2. Подсистема ввода, обработки/переработки и хранения информации осуществляет преобразование входной информации и запросов, организацию их хранения и переработки с целью удовлетворения информационных потребностей абонентов ИС.

Реализация функций данной подсистемы предполагает наличие:

- аппарата описания информации (информационно-поисковые языки, системы кодирования и т. д.);
- аппарата организации и ведения информации (логическая и физическая организация, процедуры ведения и защиты информации и т. д.);
- аппарата обработки и переработки информации (алгоритмы, модели и т. д.).

Указанные составляющие определяются характером обрабатываемой информации и функциями ИС. Например, документальные ИС для описания информации используют информационно-поисковые языки и систему индексирования, методология построения и использования которых существенно отличается от языков, обеспечивающих описание данных в фактографических ИС. Логическая организация данных в фактографических ИС имеет мало общего с организацией информации в документальных ИС. Различаются и аппараты обработки и переработки документальной и фактографической информации. Если в фактографических ИС используются преимущественно математические алгоритмы, то в документальных — эвристические процедуры, требующие значительных затрат интеллектуальной энергии.

3. Подсистема подготовки и выдачи информации непосредственно реализует удовлетворение информационных потребностей внутренних и внешних пользователей ИС. Для выполнения этой задачи подсистема проводит изучение и анализ информационных потребностей, определяет формы и методы их удовлетворения, оптимальный состав и структуру выходных информационных продуктов, организует сам процесс информационного обеспечения и сопровождения. Выполнение указанных функций требует наличия аппарата описания и анализа информационных потребностей и их выражения на языке ИС, а также аппарата непосредственного информационного обеспечения (процедуры поиска и выдачи информации, языки манипулирования данными и т. д.).

Многие функции различных подсистем ИС дублируются или пересекаются, что является предметом оптимизации при проектировании ИС. Автоматизация ИС в связи с этим сопровождается перераспределением элементов ИС. Она предполагает формализованное представление как функций ИС, так и самой обрабатываемой в ИС информации, которое позволяет осуществлять ввод, обработку и переработку, хранение и поиск информации с использованием ЭВМ.

Однако любая формализация характеризуется тем или иным уровнем адекватности создаваемого образа (модели) реальной действительности. Причем адекватность модели определяется как свойствами самой реальной действительности, так и возможностями используемого аппарата ее формализованного представления. И с этой точки зрения уровень автоматизации ИС тесно связан со степенью структурируемости как самой информации, являющейся предметом обработки, хранения и т. д., в ИС, так и самих функций ИС (обработки, хранения и т. д.).

В соответствии с уровнем современных знаний в области формализованного представления информации можно различать информацию трех уровней структурируемости.

1. *Жесткоструктурируемая информация* — информация, формализованное представление которой современными средствами (в частности, языками описания данных) не приводит к потере адекватности создаваемого образа информации (модели) самой исходной информации. Жесткоструктурируемая информация — это данные.

2. *Слабоструктурируемая информация* — информация, формализованное представление которой современными средствами описания информации (в частности, информационно-поисковыми языками) приводит к значительным потерям адекватности модели информации самой исходной информации. Обработка и поиск такой информации предполагает специальные меры по оценке степени неадекватности модели информации.

3. *Неструктурируемая информация* — информация, для которой в настоящее время не существует средств формализованного представления с приемлемым на практике уровнем адекватности. Средства представления такой информации должны обладать высокими смысловыразительными способностями.

С точки зрения возможностей алгоритмизации, функции ИС также можно разбить на три категории по тому же принципу:

— жесткоструктурируемые функции (ввод, обработка, хранение информации), выполнение которых не связано с затратами интеллектуально-

го труда и легко алгоритмизируется;

— слабоструктурируемые функции (поиск и переработка информации, учет и анализ потребностей, анализ потоков информации и т. д.), выполнение которых можно алгоритмизировать без существенных потерь в качестве их выполнения;

— неструктурируемые функции, требующие для своего выполнения существенных затрат интеллектуальной энергии, причем алгоритмизация таких функций приводит к невозможным потерям в качестве их выполнения. Это, например, функции, связанные с научным анализом и/или синтезом информации, оценкой уровня продукции, прогнозированием развития различных направлений науки и техники и т. д.

Таким образом, большинство жесткоструктурируемых функций сосредоточено в подсистеме ввода, обработки и хранения информации. Две другие подсистемы в основном связаны с реализацией слабоструктурируемых и неструктурируемых функций.

Существенное упрощение автоматизации функций второй подсистемы ИС на основе использования электронно-вычислительной и телекоммуникационной техники ввода, обработки, хранения и передачи информации привела к быстрому развитию этих составляющих ИС в ущерб развитию двух других, не менее важных ее составляющих. В большинстве современных АИС эти две подсистемы настолько неразвиты, что по сути дела это уже не АИС, а организационно-обособленные подсистемы ввода, обработки, хранения и поиска информации. Поэтому, говоря об этих системах, целесообразно называть их не АИС, а банки данных или автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС).

1.9. АИПС, банки и базы данных

В начале 60-х годов в информатике появились термины *автоматизированная система управления (АСУ), база данных (БД), банк данных (БнД), информационно-поисковая система (ИПС), фактографическая ИПС (ФИПС), абстрактная ИПС (АБИПС), программная система (ПС), пакет прикладных программ (ППП), система управления базами данных (СУБД)*. Понятия ИПС, ФИПС, АБИПС, ПС, ППП появились с развитием автоматизации информационных процессов в сфере систем научно-технической информации и утвердились в науке и практике несколько ранее понятий АСУ и СУБД, связанных с автоматизацией процессов управления.

Несмотря на то, что за истекшие четыре с лишним десятилетия интен-

сивного развития индустрии информации создано огромное разнообразие действующих ИС, в определениях и связях этих понятий до сих пор нет четкости, а их смысловые содержания сильно пересекаются между собой.

Поэтому попробуем дать следующие определения данных понятий, делая акцент на степени структурируемости информации, что является весьма важным при выяснении сходства и различий существующих АИС.

База данных (БД) — совокупность специально организованных и логически взаимосвязанных элементов фактографической и/или документальной информации, представленных на машиночитаемых носителях.

Система управления базами данных (СУБД) — комплекс языковых, логических и программных средств, предназначенных для описания, ввода, переработки, ведения, хранения и выборки специально организованных и логически взаимосвязанных данных (жесткоструктурируемой информации) в целях их многоаспектного коллективного использования.

Банк данных (БнД) — комплекс языковых, логических, программных, информационных, технических и организационных средств ввода, переработки, ведения, хранения, поиска и выдачи информации в целях ее многогранного коллективного использования.

Для АИПС существуют два понятия: конкретная и абстрактная АИПС.

Конкретная АИПС — взаимосвязанная совокупность критерия смыслового соответствия, языковых, логических, программных, информационных, технических и организационных средств ввода, переработки, ведения, хранения, поиска и выдачи специально организованной и логически взаимосвязанной слабоструктурируемой информации в целях ее коллективного использования.

Абстрактная АИПС (АБИПС) — взаимосвязанная совокупность языковых, логических и программных средств и критерия смыслового соответствия, предназначенная для описания, ввода, переработки, ведения, хранения, поиска и выдачи специально организованной и логически взаимосвязанной слабоструктурируемой информации.

В отличие от конкретной, АБИПС не предполагает наличия информационного массива (базы данных), технических и организационных средств реализации функций АИПС. Фактическая реализация АБИПС в конкретной АИПС является логико-семантическим комплексом данной конкретной АИПС. Абстрактная АИПС — основа создания некоторой совокупности конкретных АИПС.

Фактографическая АИПС — то же, что и банк данных, но по обра-

ботке жесткоструктурируемой информации.

Программная система — комплекс программ реализации на ЭВМ некоторой совокупности информационных процессов ввода, переработки, ведения, хранения, выборки и поиска слабоструктурируемой информации, подготовки и выдачи выходных информационных продуктов, т. е. это пакет прикладных программ (ППП) реализации технологических процессов ИС.

Из определений следует, что БнД и АИПС являются основными составляющими АИС в целом, с той разницей, что БнД оперирует с жесткоструктурируемой информацией (данными), в то время как АИПС — со слабоструктурируемой информацией. БД — основной элемент как БнД, так и АИПС, и может содержать как жесткоструктурируемую, так и слабоструктурируемую информацию. СУБД и абстрактная АИПС осуществляют управление базами данных, содержащими жесткоструктурируемую или слабоструктурируемую информацию.

Различия между БнД и АИПС, равно как и между СУБД и АБИПС, являются следствием того, что АИПС и АБИПС имеют дело со слабоструктурируемой информацией, в то время как БнД и СУБД оперируют с данными (жесткоструктурируемой информацией).

Из сказанного не следует, что БнД не могут работать со слабоструктурируемой, а АИПС — с жесткоструктурируемой информацией. Обе они работают в той или иной мере со структурированной информацией. Однако аппараты (логические и языковые средства) структурирования (формализованного представления) информации различны.

Тенденции развития АИС требуют создания интегрированных систем, способных одинаково эффективно оперировать как с жесткоструктурируемой, так и со слабоструктурируемой информацией. Это предполагает создание логических и языковых средств адекватного и эффективного представления информации независимо от степени ее структурируемости. Это сложная задача. Сегодня идет процесс интегрирования БнД и АИПС, при этом создаются средства формализованного представления слабоструктурируемой информации. Одновременно разрабатываются средства формализации информации, которая еще вчера была неструктурируемой. Тем самым, неструктурируемая информация переходит в разряд слабоструктурируемой и, следовательно, появляются АИПС для ее обработки и поиска.

2. ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В общем смысле информационные системы можно условно разделить на *фактографические* и *документальные*.

В фактографических ИС регистрируются факты – конкретные значения данных об объектах реального мира. Основная идея таких систем заключается в том, что все сведения об объектах (например, фамилии людей, названия предметов, числа, даты) сообщаются компьютеру в каком-то заранее обусловленном формате (например, дата — в виде комбинации ДД.ММ.ГГГГ). Информация, с которой работает фактографическая ИС, имеет четкую структуру, позволяющую машине отличать одно данное от другого, например, фамилию от должности человека, дату рождения от роста и т. п. Поэтому фактографическая система способна давать однозначные ответы на поставленные вопросы.

Документальные информационные системы обслуживают принципиально иной класс задач, которые не предполагают однозначного ответа на поставленный вопрос. Базу данных таких систем образует совокупность неструктурированных текстовых документов (статьи, книги, рефераты, тексты законов) и графических объектов, снабженная тем или иным формализованным аппаратом поиска. Цель системы – выдать в ответ на запрос пользователя список документов или объектов, в какой-то мере удовлетворяющих сформулированным в запросе условиям. Например: выдать список всех статей, в которых встречается некоторое заданное слово. Принципиальной особенностью документальной системы является ее способность, с одной стороны, выдавать ненужные пользователю документы (например, где указанное слово употреблено в ином смысле, чем предполагалось), а с другой — не выдавать нужные (например, если автор употребил какой-то синоним или ошибся в написании). Поэтому желательно, чтобы документальная система умела по контексту определять смысл того или иного термина, например, различать «Рак» (животное), «Рак» (созвездие) и «Рак» (болезнь).

Существует также особый тип ИС — *экспертные системы*. Такая система имитирует поведение специалиста в какой-либо предметной области (например, в биологии), может генерировать новую информацию в этой области и давать разумные советы исследователям. В основе операций экспертной системы — обработка *базы знаний* (не путать с базой данных), составляемой специалистами в данной области.

Такая классификация весьма условна и несовершенна, так как современные фактографические системы часто работают с неструктурирован-

ными блоками информации (текстами, графикой, звуком, видео), снабженными структурированными описателями. Более расширенная типология ИС была рассмотрена ранее. Однако она позволяет перейти к рассмотрению конкретных особенностей, присущих указанным типам ИС в большей или меньшей мере.

2.1. Функционирование документальных ИС

Автоматизированная информационно-поисковая система предназначена для ввода, обработки, хранения и поиска семантической информации. Поиск семантической информации предполагает сравнение смыслового содержания запроса со смысловым содержанием хранящихся в АИПС документов. Такая операция возможна только в том случае, когда существует некоторый язык представления информации, позволяющий однозначно описывать смысловое содержание документов и запросов.

Естественный язык для этой цели не подходит в силу своей многозначности и высокой сложности. Используется искусственный язык, называемый *информационно-поисковым языком* (ИПЯ). При его наличии функционирование АИПС состоит в следующем.

1. *Индексирование* — перевод содержания документа и запроса с естественного языка на ИПЯ. В результате индексирования полный текст документа (или запроса) заменяется некоторой характеристикой, кратко отражающей его смысловое содержание. Эти характеристики называются *поисковым образом документа* (ПОД) и, соответственно, *поисковым образом запроса* (ПОЗ). Иногда ПОЗ называют *поисковым предписанием* (ПП);

2. *Кодирование* — представление ПОД и ПОЗ в машинных кодах. Этот этап часто выполняют совместно с предыдущим. Далее ПОД и ПОЗ организуются в массивы, элементы которых обрабатываются и представляются в виде, наиболее удобном для поиска.

3. *Поиск информации* — выделение из поискового массива тех документов, содержание которых соответствует поисковому предписанию. Эта операция осуществляется в соответствии с некоторым критерием смыслового соответствия поискового образа документа поисковому образу запроса (или критерием выдачи).

4. *Выдача информации*, соответствующей отобранному ПОД.

5. *Корректировка запросов* и повторение предыдущих этапов. Эта операция выполняется в том случае, если потребитель не удовлетворен работой АИПС, и может производиться либо в автоматизированном режиме, либо в режиме диалога.

Критерий смыслового соответствия задает правила и условия признания документов соответствующими запросу и их выдачи либо невыдачи в результатах поиска. Критерий может задаваться явно или неявно. Наиболее общий случай — это простой поиск по одному или нескольким словам с упорядочением (ранжированием) выдачи. Для ранжирования выдачи используется весовой критерий смыслового соответствия, когда по определенным правилам вычисляется степень близости документа и запроса, выражаемая каким-либо числом.

Для уменьшения объема выдачи и повышения точности используются различные дополнительные условия поиска, например:

- поиск в определенных полях (частях) документа;
- ограничение области поиска;
- модификаторы поиска (временной интервал применительно к дате создания документа, частота обращений к документу, дата последнего запроса и т.п.).

В процессе поиска пользователю, как правило, дается возможность вернуться к старому запросу и либо просто уточнить, сузить его, либо перейти в другой режим поиска, предоставляющий более сложные поисковые средства. Довольно широко распространен *поиск по образцу*, когда в качестве критерия соответствия принимается уже найденный документ. При этом стратегия поиска выбирается самой системой.

Эффективность поиска зависит от множества характеристик, в числе которых:

- правильно составленный запрос;
- особенности поисковой системы;
- способы и методы сбора информации;
- способы и методы индексирования;
- применяемый ИПЯ;
- частота обновления содержимого баз данных и т.д.

2.2. Состав и структура АИПС

Автоматическая информационно-поисковая система является весьма сложной системой, представление которой линейным текстом весьма затруднительно. Можно выделить несколько различных декомпозиций и, соответственно, представлений АИПС, каждая из которых описывает систему с определенной точки зрения и на различных уровнях детализации. Наиболее существенны следующие пять декомпозиций:

- функциональная декомпозиция;

- покомпонентная декомпозиция;
- декомпозиция на обеспечивающие составляющие;
- организационная декомпозиция;
- методологическая декомпозиция.

Рассмотрим их подробнее.

Функциональная декомпозиция — это декомпозиция на функциональные подсистемы. Наиболее рационально выделять следующие подсистемы АИПС:

- отбора информации из внешней среды;
- предмашинной обработки и ввода информации;
- обработки и хранения информации;
- поиска и выдачи информации;
- информационного обслуживания потребителей информации.

Покомпонентная декомпозиция — разбиение АИПС, позволяющее выделить ее информационные, программные, технические и трудовые компоненты. Такая декомпозиция вызвана необходимостью самостоятельного рассмотрения информационной, программной и технической среды АИПС. С этих позиций целесообразно выделить: информационную базу (базу данных, словари, справочники и т. д.), программные средства (СУБД, пользовательские программы); технические средства (hardware АИПС), организационные средства.

Большинство функций функциональной декомпозиции реализуются соответствующими техническими программными и информационными средствами декомпозиции покомпонентной. Например, база данных используется всеми подсистемами функциональной декомпозиции, но для реализации различных функций. Например, подсистема ввода и хранения обеспечивает ввод и ведение информации в БД; подсистема поиска обеспечивает поиск в БД нужной информации. При этом почти все функциональные подсистемы используют соответствующие программные и технические средства.

И функциональная, и покомпонентная декомпозиции описывают один и тот же объект — АИПС, но с различных точек зрения.

Декомпозиция на обеспечивающие составляющие. Обеспечивающими составляющими или подсистемами АИПС называют элементы, которые обеспечивают реализацию заданных функций АИПС. В АИПС обычно выделяют следующие обеспечивающие подсистемы:

- информационного обеспечения, включает совокупность средств и методов сбора, обработки, хранения и выдачи информации (в том числе и

информации о пользователях АИПС) и обеспечивает формирование, ведение (обновление, актуализацию) и использование информационной базы АИПС;

— лингвистического обеспечения, включает совокупность словарей, справочников, положений и инструкций предмашинной и машинной обработки и поиска информации;

— математического и программного обеспечения, включает совокупность методов, алгоритмов и программ ввода, обработки, поиска и выдачи информации;

— технического обеспечения, включает комплекс ЭВМ, технических средств сбора, ввода, передачи, отображения, хранения, диспетчеризации, телекоммуникации, поиска и выдачи информации;

— организационного обеспечения.

Организационная декомпозиция — декомпозиция АИПС на организационные составляющие, соответствует организационной структуре информационного института, центра или иной организации, в структуру которой входит АИПС. Среди элементов организационной декомпозиции могут быть: вычислительный центр, отделы, сектора или лаборатории.

Методологическая декомпозиция — декомпозиция логико-семантических средств, обеспечивающих создание и функционирование АИПС.

2.3. Информационно-поисковые языки

Информационно-поисковый язык (ИПЯ) — это специализированный искусственный язык, предназначенный для описания (выражения) центральных тем или предметов и формальных характеристик (тип документа, авторы, название издательства, язык документа и т. п.) документов среди множества других для выражения содержания информационных запросов и поиска нужных документов. Информационный запрос, выраженный на информационно-поисковом языке, можно механически сравнивать с поисковыми образами документов, тоже выраженными на этом языке. Если эти два выражения полностью совпадают или первое является частью второго, то документ считается отвечающим на информационный запрос и выдается потребителю. В одной ИПС могут применяться два разных ИПЯ: один — для индексирования документов, другой — для индексирования информационных запросов.

Основные требования к ИПЯ сводятся к следующим пунктам:

1. Однозначность — каждая запись на ИПЯ должна иметь только один

смысл, и наоборот, любой смысл должен получать единообразное представление на ИПЯ (отсутствие синонимов, антонимов, омонимов и полисемичных слов). Иными словами, ИПЯ должен располагать лексико-грамматическими средствами, необходимыми для точного выражения любой идеи.

2. ИПЯ не должен быть двусмысленным, т. е. каждая запись на нем должна допускать одно, и только одно, истолкование.

3. ИПЯ должен быть удобным для алгоритмического сопоставления и отождествления поисковых образов документов с записями, выражающих центральные темы или предметы документов и темы информационных запросов.

4. ИПЯ должен предоставлять возможность явного выражения полезных для поиска логических отношений и психологических ассоциаций между словами.

5. ИПЯ не должен содержать элементов, которые как-то связывают сообщение с автором или адресатом этого сообщения.

6. Должна иметься возможность корректировки и дополнения ИПЯ.

7. ИПЯ должен обеспечивать удобство пользования (компактность записей, мнемоничность и т. д.).

Полностью эти требования при разработке реальных ИПЯ выполнить невозможно. Так, нельзя устранить логическую синонимию и указать все логические отношения и психологические ассоциации между словами. В реально существующих ИПЯ избыточность и недостаточность в той или иной мере скомпенсированы, но построение идеальных информационно-поисковых языков невозможно.

ИПЯ создается на базе естественного языка, но отличается от него компактностью, наличием четких грамматических правил и отсутствием семантической неоднозначности. Как и любой письменный язык, ИПЯ состоит из алфавита, словарного состава и грамматики. В нем используются все или некоторые буквы латинского и национального алфавитов, арабские цифры, пунктуационные знаки, а также специальные символы. Словарный состав обычно задается одним из следующих способов:

— перечисление всех без исключения лексических единиц (коды или шифры слов, словосочетаний и выражений естественного языка);

— перечисление лишь ограниченного числа исходных лексических единиц и формулирование правил построения из них любых других лексических единиц;

— формулирование правил использования слов и словосочетаний со-

ответствующего естественного языка как лексических единиц ИПЯ.

ИПЯ должен иметь развитую систему грамматических средств, которая позволяла бы точно и исчерпывающе описывать любые ситуации, но при этом не порождала бы синтаксической синонимии. Когда какому-либо документу присваивается поисковый образ, то этот документ обычно включается в более или менее сложный класс, именем которого служит данный поисковый образ.

Для эффективного использования в ИПЯ должны быть выявлены и эксплицитно (в явном виде) выражены важнейшие парадигматические отношения между словами. Парадигматические отношения носят логический характер и определяются содержанием понятий, которые выражаются словами.

Ни один из известных ныне типов и видов ИПЯ не является одинаково высокоэффективным для решения всевозможных информационно-поисковых задач при любых условиях его использования. Для каждого типа или вида ИПЯ, обладающего своими достоинствами и недостатками существуют условия, в которых заложенные в нем возможности раскрываются наиболее полно.

ИПЯ принято разбивать на два основных типа:

- классификационные языки,
- дескрипторные языки.

Принципиальная разница между типами языков заключена в процедуре построения предложений языка. Рассмотрим эти типы подробнее.

1. В ряде языков в их лексический состав наряду со словами, выражающими простые понятия, заранее включены также словосочетания и фразы, выражающие сложные понятия. Для записи смыслового содержания сообщений используются только отдельные элементы из этого набора, в том числе и готовые сложные понятия. Фактически построение сложных синтаксических конструкций заменяется выбором соответствующего сложного понятия (в виде словосочетания или фразы) из готового набора. Например:

Политика.Внутренняя.Федеральная
Политика.Внутренняя.Региональная
...
Политика.Внешняя...

Таким образом производится классификация сообщений, т.е. отнесение их к классам, обозначенным *лексическими единицами* (ЛЕ). Поэтому такие языки получили название *классификационных*.

Частным случаем классификационного ИПЯ является *рубрикатор*, лексическими единицами которого являются названия тематических рубрик. В целом под рубрикатором некоторой предметной области понимается ориентированный граф, состоящий из независимых деревьев. Листья деревьев называются *рубриками* — это объекты, инкапсулирующие (скрывающие) знания о конкретных фрагментах данной предметной области. Все нелистовые вершины являются классификационными родовыми обобщениями листовых вершин и используются лишь при информационном поиске. Рубрикатор формируется группой экспертов на основании их знаний о предметной области с учетом информационных потребностей пользователей.

Следует подчеркнуть важную особенность классификационных языков. Поскольку сложные понятия задаются заранее, до начала процедуры записи сообщений с помощью ИПЯ, образующие их слова также заранее связаны (скоординированы) определенными связями. Поэтому такие языки носят название *предкоординируемых*.

2. Другой тип языков составляют *дескрипторные* ИПЯ, в которых ЛЕ заранее не связаны никакими текстуальными отношениями. Сложные синтаксические конструкции — предложения или фразы — создаются в этих языках путем объединения (координации) ЛЕ во время процедуры представления смыслового содержания документов системы. Готовых предложений или фраз в таких языках нет, поэтому отсутствуют ограничения на составление сложных понятий. Фактически из небольшого числа ЛЕ такие языки позволяют строить предложения, выражающие практически любой смысл. Эти ИПЯ носят также название *посткоординируемых*, поскольку координация между словами предложения возникает во время его записи.

Различают дескрипторные ИПЯ *с грамматикой* и *без грамматики*.

ИПЯ с грамматикой характеризуются наличием ряда жестких правил формирования синтаксических конструкций. Например, при использовании дескрипторного ИПЯ с позиционной грамматикой при описании действий принято на первом месте записывать наименование действия, далее субъекта, а затем объекта. Таким образом, фраза: «Иванов владеет автомобилем» может выглядеть так: «владеть Иванов автомобиль».

В дескрипторных ИПЯ без грамматики такие правила отсутствуют, и порядок следования ЛЕ в поисковом образе документа или поисковом предписании не играет роли. Приведенный выше пример может быть одинаково представлен последовательностями «владеть Иванов автомобиль», «Иванов владеть автомобиль» и т.п. (В то же время, последовательность

указания слов в поисковом запросе может быть учтена при ранжировании результата.)

Различают также дескрипторные ИПЯ *с контролируемой* и *со свободной лексикой*. Лексический состав первых строго ограничен и зафиксирован в словаре ИПЯ, в то время как на лексический состав вторых не налагается никаких ограничений, и он может постоянно пополняться за счет включения новых ЛЕ. Поисковые запросы могут быть составлены на обычном языке. При этом фраза разбивается на слова, из которых могут быть удалены запрещенные и общие слова, иногда производится нормализация лексики, а затем все слова связываются логическим AND либо OR. Таким образом, запрос типа: «программы, которые используют операционную систему Unix» будет преобразован в:

— программы AND используют AND операционную AND систему AND Unix

и далее, чтобы более гибко учесть падежи и склонения:

— програм AND использ AND операцион AND систем AND unix

Последнее преобразование, в частности, используются при индексировании и морфологическом разборе.

2.4. Системы индексирования

Индексирование — это приписывание списка ключевых слов некоторому документу или информационному ресурсу. Выделяют два типа систем индексирования — морфологические анализаторы и каталоги.

1. *Морфологические анализаторы* автоматически сканируют найденные документы, подвергая их полнотекстовому индексированию в соответствии с результатами морфологического анализа.

Морфологический анализ — нормализация, то есть приведение к именительному падежу единственного числа и мужского рода существительных, прилагательных, глаголов и причастий. Нормализация производится по морфологическим словарям, позволяющим распознать большинство словоформ. Распознавание может производиться как прямым поиском сопоставленного слова, так и усечением суффиксов, окончаний и приставок. В первом случае слова, отсутствующие в морфологическом словаре, вводятся в словарь базы данных во всех встреченных формах. Во втором случае достаточно сохранить базовую форму слова, но определение будет менее надежным.

Также автоматически производится распознавание дат, представленных в различных формах, например: ММ.ГГГГ, ДД.ММ.ГГГГ, ДД.ММ.ГГ,

ДД <месяц> ГГГГ и т.д.

В словаре базы всегда есть и некоторое «сорняков», например, обрывки слов, порожденные нераспознанными переносами, лишние омонимы, числа, ошибочно принятые за даты и т.п. Однако наличие таких слов в словаре никак не влияет на качество поиска, а в некоторых случаях их использование является единственным средством найти нужные документы.

Слова запроса к ИПС перед выполнением поиска также проходят морфологический анализ.

Помимо морфологического анализа текста осуществляются также анализы изображений различного типа. Наиболее часто ставятся задачи выделения неизвестного объекта на фоне известной местности, известного объекта на произвольном фоне при неконтролируемых условиях освещения, о задаче совмещения изображений одной и той же сцены, полученных в различных спектральных диапазонах и т. д. Еще в конце XX века разработаны достаточно эффективные методы морфологического анализа для решения перечисленных задач применительно к черно-белым изображениям. В настоящее время развиваются методы анализа цветных и динамических изображений.

При морфологическом анализе документов создаются *инвертированные списки*, содержащие перечень всех значимых слов по обрабатываемым документам. В инвертированном списке каждому термину индексирования ставится в соответствие список документов в которых он встречается. Незначимые слова (предлоги, союзы и т. п.) заносятся в так называемый *стоп-словарь* и в индекс не вносятся. Кроме того, существует возможность установления взаимосвязей между отдельными словами, которые являются основными строительными элементами тезауруса. Это позволяет реализовать не только поиск по простому совпадению символов в словах и словосочетаниях, объединенных булевскими операторами, но также интеллектуальный поиск, включая в запрос синонимы или обобщения.

Полученные списки формируют базу данных. В базе данных также хранятся все сведения о документе. В отдельных случаях база данных может содержать и сами документы, при этом она предоставляет существенно более богатые возможности для анализа релевантности, поскольку позволяет проводить анализ на основе полных текстов сообщений.

Морфологические анализаторы являются основным индексирующим средством в Интернете. Они входят в состав поисковых машин. *Поисковые машины (роботы)* автоматически по заданному алгоритму обходят web-серверы и скачивают web-страницы, используя имеющиеся на них гипер-

ссылки, а затем осуществляют полнотекстовое индексирование всех найденных документов

Первые автоматические поисковые машины появились в 1994 году. С тех пор происходит их непрерывное развитие как в плане роста используемых вычислительных ресурсов, так и в направлении совершенствования применяемых алгоритмов. Базы данных ведущих поисковых машин сегодня хранят сведения о многих миллиардах документов, а объемы их индексов составляют терабайты информации. В поле зрения этих систем попадают те серверы Интернета, на которые имеется ссылка хотя бы с одного из уже зарегистрированных в базе данных ресурсов. Сервер может быть также вручную предложен для индексирования его администратором.

В число наиболее известных поисковых машин входят Google, Yahoo, AltaVista, EuroSeek, Excite, HotBot, Infoseek, Lycos, Northern Light, Open Text, Starting Point, WebCrawler, Aport, Yandex, Rambler, MediaLingua и т. д. Некоторые из них уже прекратили свое существование, некоторые стали составной частью более совершенных и емких машин.

2. Второй тип индексирования образуют *каталоги ресурсов*, в которые сведения в структурированной форме заносятся людьми. Такие справочные системы содержат тематически структурированные аннотации к ресурсам. Некоторые системы содержат просто классифицированные списки источников с указанием их названий.

Каталоги различаются своей целевой направленностью, структурой и объемом представленных сведений, способами поддержки и пополнения информацией. Все подобные системы имеют тематическую рубрикацию, причем число уровней в рубрикации варьируется в зависимости от сложности структуры каталога и объема содержащейся информации.

Для каталогов, доступ на запись к которым разрешен любому желающему, характерен довольно высокий процент *информационного мусора*. Наиболее качественные каталоги составляются специалистами в соответствующей области. Базы данных каталогов также могут, помимо сведений о документе, содержать полностью его содержимое.

В большинстве каталогов все имеющиеся сведения индексируются, что позволяет проводить поиск по ключевым словам. Также остается возможность поиска нужной информации путем выбора интересующих рубрик и последовательного просмотра их содержания.

Каталоги широко представлены в Интернете на основных поисковых сайтах. Кроме того, существуют специализированные каталоги, например, List.ru.

Важная проблема, связанная с индексированием, заключается в том, что приписывание поискового образа документу опирается на представление о словаре, из которого эти термины выбираются, как о фиксированной совокупности терминов. Системы разделяются на системы:

— *с контролируемым словарем*, который предполагает ведение некоторой лексической базы данных, при этом добавление терминов в нее производится администратором системы, а новые документы могут быть заиндексированы только теми терминами, которые присутствуют в этой базе данных;

— *со свободным словарем*, который пополняется автоматически по мере появления новых документов; при этом на момент актуализации базы данных словарь фиксируется. *Актуализация* предполагает полную перезагрузку базы данных. В процессе перезагрузки перегружаются сами документы и обновляется словарь, а после его обновления производится переиндексация документов. Процедура актуализации занимает достаточно много времени а доступ к системе в этот момент актуализации закрывается.

2.5. Кодирование информации

Использование какого-либо языка для хранения, передачи и обработки информации означает реализацию некоторой знаковой формы восприятия, хранения и передачи.

Для того чтобы информация могла быть передана от источника к адресату, состояния источника должны быть каким-то образом отражены во внешней среде, воздействующей на приемные органы адресата (например, лист бумаги с письмом, написанным чернилами на его поверхности). Следовательно, информация во внешней среде выражается с помощью некоторых материальных объектов — носителей информации. Человек воспринимает сообщение посредством органов чувств. Приемник информации в технике воспринимает сообщения с помощью различной измерительной и регистрирующей аппаратуры. Носителем информации в различных информационных процессах может быть, например, камень, бумага, электрический кабель, магнитный диск. В любом случае изменяются материально-энергетические параметры среды-носителя.

Кодирование — это отображение множества состояний источника во множество состояний носителя. Таким образом, при выбранном способе кодирования какое-либо состояние заменяется своим образом — кодом состояния. Так, мысли источника-человека могут быть закодированы опре-

деленным набором звуков, которые, в свою очередь, можно закодировать символами. Чаще всего каждое отдельное состояние источника представляется символами из некоторого конечного набора, а последовательность сменяющихся во времени состояний — последовательностью символов.

Алфавит языка — это конечный набор знаков (символов) любой природы, из которых конструируются сообщения.

На передачу и переработку информации влияет то, сигналами какой природы отображается одна и та же информация, то есть каким кодом она задана. Если говорить о сигналах, дискретных по виду, то их множество конечно, поэтому их принято кодировать буквами алфавита того или иного естественного языка либо цифрами той или иной системы счисления. Таким образом, дискретная информация отождествляется с алфавитно-цифровой, а простейшим алфавитом, достаточным для записи (представления) информации, является алфавит из двух символов, например, 0 и 1.

2.6. Модель поиска информации

Поиск — это процесс, в ходе которого информация об искомом объекте используется для описания его особенностей. Это описание помогает восстановить фрагменты информации об объекте, которые добавляются к уже восстановленным фактам и тем самым формируют новое описание, в свою очередь, приводящее к восстановлению дополнительной информации, и т. д. Поиск может рассматриваться как процесс, состоящий из следующих трех стадий.

1. Определяется контекст, в котором должен производиться поиск, т. е. место события, его участники, их действия или хронология событий.

2. С использованием указанного контекста ищется соответствующая ему информация, пока не обнаруживается объем данных, достаточный для адекватного ответа. Вторая стадия поиска может проходить несколько итераций и включать изменение контекста.

3. Верификация информации или проверка ее корректности. Обычно это процесс, основанный на сопоставлении нескольких фактов. В случае, если факты отвечают изначально поставленному запросу, поиск завершен.

Адекватность документа информационному запросу оценивается релевантностью. Существует несколько различных моделей поиска информации, реализующих особые подходы к описанию и подсчету релевантности. Релевантность документа, согласно каждой из этих моделей, может быть различной. Чем совершеннее модель поиска, тем ближе значение релевантности к пертинентности.

Линейная модель поиска заключается в перечислении лексических единиц, встречающихся в документе, и сопоставлении ПОЗ с этим массивом. Релевантность в такой модели весьма далека от пертинентности. Однако в случае поиска в каталоге некоторой ограниченной предметной области эта модель наиболее эффективна.

Модель поиска по обратной связи. После получения списка релевантных документов ПОЗ уточняется, и далее поиск проводится в границах этого списка. Посредством нескольких итераций релевантность можно существенно повысить по сравнению с линейной моделью.

Векторная модель поиска. Документ описывается вектором, в котором каждой используемой в документе лексической единице сопоставляется ее значимость в этом документе. Значимость ЛЕ основывается на статистической информации о встречаемости ЛЕ в этом и, возможно, других документах. Описание тематики также представляется вектором, и для оценки близости документа и тематики используется скалярное произведение векторов описания тематики и описания документа.

Модель мультиагентного поиска подразумевает анализ списка найденных документов и их связей. Если существует документ, не включенный в список, но связанный с несколькими высокорелевантными документами из него, то он добавляется в список, причем его релевантность вычисляется на основе связанных документов и имеет, как правило, более высокое значение. Эта модель дает наиболее высокие результаты при поиске документальной информации.

2.7. Релевантность

Понятие релевантности не является специфичным для систем информационного поиска. Оно появилось из философских теорий, объясняющих относительную связь между источниками информации. В первые годы развития информационного поиска рассматривался ряд альтернатив понятию релевантность, например, используемое в экспертных системах понятие неопределенность.

Для классификации типов релевантности воспользуемся методом, используемым для раскрытия отношения релевантности. Он подразумевает три размерности: информационная потребность, информационные ресурсы и контекст использования информации.

Выделяют 4 представления информационной потребности (IN — information need):

— реальная потребность (RIN — real IN) — это неосознанная истин-

ная информационная потребность пользователя (например, поиск некой новой информации исследователем, про которую он толком ничего не знает);

— осознанная потребность (PIN — perceived IN) — то, как пользователь понимает стоящую перед ним неосознанную проблему;

— выраженная потребность (EIN — expressed IN) — то, как пользователь описывает свою потребность средствами естественного языка;

— формализованная потребность (FIN — formalized IN) — представление потребности средствами языка запросов поисковой системы.

Эти представления можно упорядочить по степени их потенциального отличия от информационной потребности:

$$FIN \leq EIN \leq PIN \leq RIN$$

Выделяются также 4 типа информационных ресурсов (IR — information resources), которые могут быть доступны пользователю в процессе поиска:

— множество документов (DS — documents) — набор документов, которые вместе удовлетворяют потребность пользователя;

— документ (D — document) — полный информационный ресурс, ссылка на который представляется пользователю в результате поиска;

— метаданная (MD — metadocument) — структурированная информация о документе, например, библиографическая информация, характеристика качества документа или отзывы других пользователей;

— суррогат (S — substitute) — представление документа в виде заголовка, автора, аннотации и т.п.

По потенциальной возможности предоставления пользователю необходимой информации эти сущности также можно упорядочить:

$$S \leq MD \leq D \leq DS$$

Контекст использования информации (IC — information context) концептуализируется при помощи трех компонент:

— тематика (To — topic) — область интересов пользователя;

— задача (Ta — task) — процесс или задача, для решения которой пользователь инициировал поиск;

— атрибуты пользователя (UA — user attributes) — описание характеристик пользователя, таких как его знания в этой тематике или время, в течение которого он хочет найти ответ.

Поскольку каждая из этих компонент важна, то можно рассматривать любые их комбинации.

Таким образом, релевантность в целом можно описать следующим

образом:

Relevance(IN, IR, IC)

Понятие релевантности не статично, а может меняться во времени из-за варьирования какой-либо характеризующей его компоненты. Например, прочтение документа изменяет не только знания пользователя, но может вызвать и изменение формализованной (или даже осознанной) потребности.

Опираясь на приведенные понятия, можно относительно четко определить разницу между некоторыми популярными видами понятия «релевантность», используемыми при оценке систем текстового поиска.

Когнитивная (cognitive) релевантность или пертинентность (pertinense) — это отношение, характеризующие соответствие реальной потребности пользователя и информации из документа, соответственно Relevance(RIN,D,-). Это «идеальная» релевантность, все остальные виды релевантности характеризуют ее приближения с разных точек зрения.

Тематическая (topical) или предметная (subject) релевантность — это отношение, характеризующее близость тематик потребности и ресурса, соответственно Relevance(-,-,To). Она обычно используется, когда оценка производится на уровне обработки.

Ситуационная (situational) релевантность или полезность — это релевантность ресурса в контексте решаемой пользователем задачи, т.е. Relevance(-,-,Ta) или Relevance(-,-,Ta+To). Например, полезность при принятии решения, соответствие информации решаемой проблеме и т.п. Этот тип релевантности обычно подразумевается при оценке на уровне выхода.

Побуждающая (motivational) или эмоциональная релевантность — это релевантность ресурса в контексте текущей ситуации, Relevance(-,-,UA). Она обычно используется при оценке на уровне применения.

Системная или алгоритмическая релевантность — это оценка релевантности между формализованной информационной потребностью и документом, данная поисковой системой. При этом может также учитываться представление системы о компонентах, характеризующих контекст использования информации.

Организационная (organisational) и социальная (social) релевантности обычно применяются при оценке на социальном уровне. Оба этих вида не могут быть описаны в рамках приведенных понятий, так как относятся к задаче оценки в других контекстах, а именно в контексте организации и контексте общества соответственно.

Понятие «релевантность» весьма относительно, это является прямым следствием его происхождения из философских обсуждений релятивизма. Отсюда появляется концепция разных степеней релевантности, характеризующих частичную релевантность документа запросу.

Степень релевантности можно измерять любым вещественным числом от 0 до 1. Она сильно зависит от задачи T_0 и характеристик пользователя UA . Так, например, чем больше пользователь знает о том, что он ищет, тем меньше документов, которые он считает частично релевантными.

2.8. Иерархический классификатор (классификационная ИПС)

Классификатор — иерархическая (древовидная) организация информации в системы рубрик и связей между ними. В совокупности такая система является базовой для упорядочения всех вариантов классифицируемых объектов и распределения их по этим рубрикам.

Классифицирование — наполнение классификатора содержимым.

Основным оператором при разработке классификатора является логическое деление. *Логическое деление (декомпозиция)* — это распределение на группы всех тех объектов, которые мыслятся в исходном (или делимом) понятии. Эти группы называются членами деления. Признак, по которому производится логическое деление, называют основанием деления, или основанием декомпозиции.

Каждый из членов декомпозиции может в свою очередь стать делимым понятием, но уже по другому основанию. Такое многоступенчатое деление называется *классификация*.

Различают следующие виды классификаторов.

Иерархический (древовидный) классификатор — делимое понятие делится поочередно, последовательно по разным основаниям.

Многомерный классификатор — деление на каком-либо уровне производится одновременно по нескольким основаниям.

Комбинированный классификатор — при делении используются оба вышеописанных метода.

Классификатор разрабатывается и совершенствуется коллективом авторов. Затем его использует другой коллектив специалистов, называемых *систематизаторами*. Систематизаторы, зная классификатор, читают документы и приписывают им классификационные индексы, указывающие, каким разделам классификатора эти документы соответствуют. Например, библиотечный аналог классификационной ИПС — систематический ката-

лог.

Классификационные ИПС обладают рядом специфических недостатков. Уже сама разработка классификатора связана с оценкой относительной важности различных областей человеческой деятельности. А любая оценка является социальным действием: она связана с обществом, культурой, социальной группой, к которой принадлежит человек, производящий оценку. Поэтому классификаторы, созданные разными коллективами в разных странах, могут иметь весьма различную степень полезности при поиске информации — все зависит от того, кто и что ищет. Но в создании классификационных ИПС участвуют и коллективы систематизаторов, также выносящих свои оценки о соответствии документов разделам классификатора.

Таким образом, при поиске информации с помощью классификационных ИПС возникает социальный аспект — необходимость взаимодействия с другими культурами — культурами авторов, создателей классификаторов и систематизаторов.

2.9. Конструктор запросов

Конструктор запросов используется для получения информации из базы данных с учетом различных критериев. Конструктор запросов — это вспомогательный инструмент, облегчающий разработку правильно заданных запросов, в которых используется особый механизм задания вопросов пользователю и формирования конечных запросов с учетом строгих правил. Конструктор запросов позволяет сформировать текст нового запроса в полуавтоматическом режиме, последовательно заполняя выдаваемые на экран диалоги.

Строгое выполнение правил составления запросов дает возможность формирования наиболее корректных запросов, а следовательно — осуществлять наиболее точный и быстрый поиск информации.

Типовые запросы предоставляют заранее определенный набор критериев, ограничивающих область поиска. Добавление к ним дополнительных параметров позволяет пользователю искать информацию только в этой области. Развитые поисковые системы предоставляют возможность создания пользовательских типовых запросов в дополнение к уже заложенным при разработке самой системы.

При полуавтоматическом конструировании запроса может применяться метод, называемый *обратной связью по релевантности*. В этом методе небольшое количество документов, наиболее полно отвечающих запросу,

выдается пользователю. Пользователь должен разделить их на релевантные, т. е. отвечающие его информационной потребности, и нерелевантные. Оценки релевантности возвращаются в систему и автоматически используются для изменения запросов таким образом, чтобы термины запросов, присутствующие в релевантных документах, повышались, а термины, присутствующие в нерелевантных документах, соответственно, понижались. В дальнейшем термины из релевантных документов добавляются в запрос, а термины из нерелевантных — удаляются. Таким образом формулируется новый запрос, предположительно более схожий с релевантными, чем первоначальный.

Запрос может конструироваться на основе уже найденного документа. Метод основан на вычислении оценок тематического подобия двух документов. Понятие тематической близости документов относительно и определяется контекстом, в рамках которого близость оценивается. Оценка тематической близости определяется не только самими документами, а зависит от всей совокупности документов.

Известно, что словарный запас и частота использования слов зависят от тематики. Это наблюдение используется при вычислении оценок тематической близости — учитываются только те слова, которые более специфичны для тематики рассматриваемого документа. Такие слова выделяются по результатам анализа тематического окружения данного документа. Далее предполагается, что типичный документ среднего размера затрагивает не одну тематику. Поэтому каждый документ представляется как последовательность частей, каждая из которых отражает некоторый тематический аспект документа.

С точки зрения реализации метод состоит из следующих основных этапов:

- для каждого документа определяется некоторое относительно небольшое множество документов, представляющее его аппроксимированное тематическое окружение;
- построенные тематические окружения анализируются с целью формирования множеств ключевых слов, характеризующих тематику исходного документа относительно остальных документов коллекции;
- полученные наборы ключевых слов используются для дальнейшего вычисления относительных оценок тематического подобия.

Таким образом решается задача поиска по документу-образцу в рамках заданной коллекции документов. Одним из вариантов является использование документа-образца в качестве длинного запроса и применение

традиционных методов обработки запросов. Такой подход плохо работает с документами среднего и большого размеров. Другой вариант — использование фрагментов документа-образца для построения нескольких запросов, аппроксимирующих запрос по документу-образцу, и объединение полученных результатов.

2.10. Стратегия поиска информации

Общего рецепта эффективного поиска информации не существует. Можно лишь отметить некоторые принципы, позволяющие тратить меньше времени.

1. *Правильный подбор ИПС.* Например, если необходимо узнать, где живут пингвины, то вряд ли в качестве ИПС подойдет алфавитный каталог библиотеки. Более подходящими являются систематический и предметный каталоги.

Подобный подход можно применять при поиске любой информации. ИПС общего назначения выдает тысячи ссылок на простой запрос. Целью использования универсальной ИПС может быть поиск специализированной ИПС, посвященной тематике поиска. Такая ИПС может быть распознана по наличию слов «информация» («information»), «документ» («document») и т. п. в найденных в универсальной ИПС документах. Часто специализированная ИПС может скрываться на сервере общественной, профессиональной или специализированной организации, издательства.

2. *Изучение найденных документов с целью уточнения запроса,* поиска более точных терминов и связей между ними. Этот принцип позволяет учесть социально-культурные различия между автором документа и пользователем.

3. *Использование нескольких ИПС.* Базы данных даже ИПС общего назначения сильно различаются по охвату ресурсов. Поэтому следует вести параллельный поиск с применением нескольких ИПС для достижения большей эффективности.

2.11. Экспертные системы

Экспертная система — это программа, содержащая накопленные знания специалистов в некоторой, обычно узкой предметной области. Она способна вырабатывать рекомендации, какие мог бы дать эксперт-человек, запрашивая при необходимости дополнительную информацию. Экспертные системы могут работать на том же уровне, что и эксперты, а в некото-

рых случаях эффективнее и надежнее, поскольку в них вложен коллективный опыт их создателей. Общую идеологию ЭС можно выразить формулой:

знание + вывод = система

Первые ЭС — медицинская *Mycin* и химическая *Dendral* — появились в середине 70-х годов в рамках исследовательских программ по искусственному интеллекту. Уже первые ЭС оказались весьма полезными. *Mycin* успешно вписалась в клиническую практику, помогая в выборе лекарств больным бактериемией, менингитом, циститом.

Типичные применения экспертных систем включают в себя такие задачи, как медицинская диагностика, локализация неисправностей в оборудовании и интерпретация результатов измерений. Экспертные системы должны решать задачи, требующие для своего решения точных знаний в некоторой конкретной области. Поэтому их называют системами, основанными на знаниях. Экспертная система должна уметь каким-то образом объяснять свое поведение и свои решения пользователю, так же, как это делает эксперт-человек. Это особенно необходимо в областях, для которых характерна неопределенность, неточность информации, например, в медицинской диагностике. В этих случаях способность к объяснению нужна для того, чтобы повысить степень доверия пользователя к советам системы, а также для того, чтобы дать возможность пользователю обнаружить возможный дефект в рассуждениях системы. В связи с этим в экспертных системах предусматривается взаимодействие с пользователем, которое делает для пользователя процесс рассуждения системы «прозрачным».

Часто к экспертным системам предъявляют дополнительное требование — способность иметь дело с неопределенностью и неполнотой. Информация о поставленной задаче может быть неполной или ненадежной, отношения между объектами предметной области могут быть приближенными. Например, может не быть полной уверенности в наличии у пациента некоторого симптома или в том, что данные, полученные при измерении, верны. Во всех этих случаях необходимы рассуждения с использованием вероятностного подхода.

Основные классы задач, решаемых экспертными системами, это: диагностика, прогнозирование, идентификация, управление, проектирование, мониторинг. Наиболее широко экспертные системы используются в медицине, вычислительной технике, военном деле, микроэлектронике, радиоэлектронике, юриспруденции, экономике, экологии, геологии, математике.

В нашей стране современное состояние разработок в области эксперт-

ных систем можно охарактеризовать как стадию всевозрастающего интереса среди широких слоев экономистов, финансистов, преподавателей, инженеров, медиков, психологов, программистов, лингвистов. К сожалению, этот интерес имеет пока достаточно слабое материальное подкрепление — явная нехватка учебников и специальной литературы, отсутствие символьных процессоров и рабочих станций искусственного интеллекта, ограниченное финансирование исследований в этой области, слабый отечественный рынок программных продуктов разработки экспертных систем.

Поэтому распространяются «подделки» под экспертные системы в виде многочисленных диалоговых систем и интерактивных пакетов прикладных программ, которые дискредитируют в глазах пользователей это чрезвычайно перспективное направление. Процесс создания экспертной системы требует участия высококвалифицированных специалистов в области искусственного интеллекта, которых пока выпускает небольшое количество высших учебных заведений страны.

Современные экспертные системы широко используются для тиражирования опыта знаний ведущих специалистов практически во всех сферах экономики. Традиционно знания существуют в двух видах — коллективный опыт и личный опыт.

Если большая часть знаний в предметной области представлена в виде коллективного опыта (например, высшая математика), эта предметная область скорее не нуждается в экспертных системах.

Если в предметной области большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня (экспертов), если эти знания по каким-либо причинам слабо структурированы, такая предметная область скорее всего нуждается в экспертной системе.

2.12. Обобщенная структура экспертной системы

Компьютерные экспертные системы — это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях, тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Обобщенная структура экспертной системы представлена на рис. 2.1. Следует учесть, что реальные экспертные системы могут иметь более сложную структуру, однако изображенные на рисунке компоненты непременно присутствуют в любой действительно экспертной системе, поскольку являют собой негласный канон на структуру современной экспертной

системы.

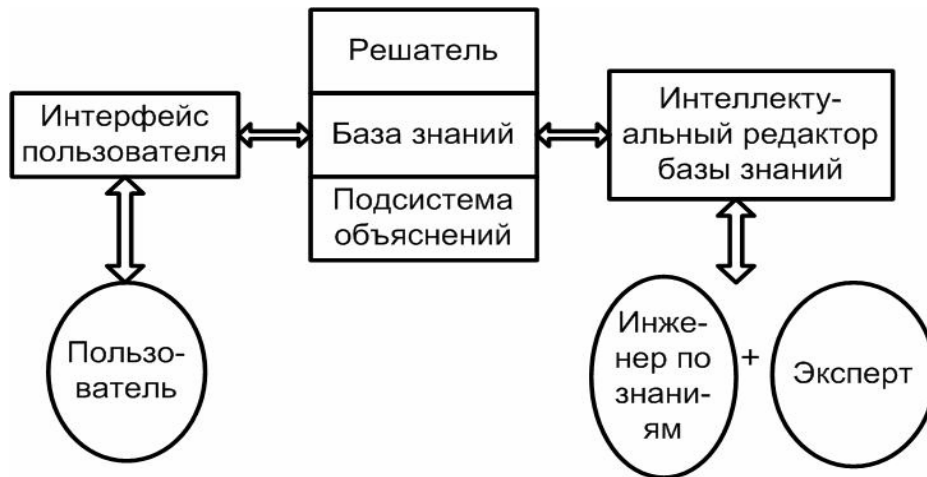


Рис. 2.1. Обобщенная структура экспертной системы.

В данной схеме рассматриваются следующие компоненты.

Пользователь — специалист предметной области, для которого предназначена система. Обычно его квалификация недостаточно высока, и поэтому он нуждается в помощи и поддержке своей деятельности со стороны ЭС.

Инженер по знаниям — специалист по искусственному интеллекту, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Синонимы: инженер-интерпретатор, аналитик.

Интерфейс пользователя — комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и получения результатов.

База знаний (БЗ) — ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному). Параллельно такому «человеческому» представлению БЗ существует также и во внутреннем «машинном» представлении.

Решатель — программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании данных, имеющихся в БЗ. Синонимы: дедуктивная машина, блок логического вывода. *Подсистема объяснений* — программа, позволяющая пользователю получать ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как?» — это трассировка всего процесса решения с указанием использованных фрагментов БЗ, т.е. всех шагов цепи умозаключений. Ответ на вопрос «почему?» — ссылка на умозаключение, непосредственно предшествовавшее полученному решению, т.е. отход на один шаг назад.

Интеллектуальный редактор БЗ — программа, представляющая инженеру по знаниям возможность создавать БЗ в диалоговом режиме. Включает в себя систему вложенных меню, шаблонов языка представления знаний, подсказок и сервисных средств, облегчающих работу с базой. В коллектив разработчиков ЭС входят как минимум четыре человека: эксперт; инженер по знаниям; программист; пользователь.

Возглавляет коллектив инженер по знаниям, это ключевая фигура при разработке систем, основанных на знаниях.

Класс «экспертные системы» сегодня объединяет несколько тысяч различных программных комплексов, которые можно классифицировать по различным критериям. Полезными могут оказаться следующие классификации.

Классификация по решаемой задаче

1. *Интерпретация данных* — одна из традиционных задач для экспертных систем. Под ней понимается определение смысла данных, результаты которого должны согласованными и корректными.

2. *Диагностика* — обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность — это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с одинаковых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Спецификой является необходимость понимания функциональной структуры диагностирующей системы.

3. *Мониторинг*. Основная задача мониторинга — непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Главные проблемы — «пропуск» тревожной ситуации и обратная задача ложного срабатывания. Сложность этих проблем состоит в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимость учета временного контекста.

4. *Проектирование* — подготовка спецификаций на создание проектов с заранее определенными свойствами. Под спецификацией понимается весь спектр необходимых документов — чертеж, пояснительная записка и т.д. Основная проблема здесь заключается в получении четкого структурного описания знаний об объекте. Для организации эффективного проектирования необходимо формировать не только сами проектные решения, но и мотивы их принятия. Таким образом, в задачах проектирования тесно связываются два основных процесса, выполняемых в рамках соответствующей ЭС: процесс вывода решения и процесс принятия решения.

5. *Прогнозирование*. Прогнозирующие системы логически выводят

вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей системе обычно используется параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров «подгоняются» под заданную. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов.

6. *Планирование* — нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции. В таких ЭС используются модели поведения реальных объектов с тем, чтобы логически вывести последствия планируемой деятельности.

7. *Обучение*. Системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, и затем способны в процессе работы выявлять слабости в знаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успеха ученика с целью передачи знаний.

В общем случае все системы, основанные на знаниях, можно подразделить на системы, решающие задачи анализа, и на системы, решающие задачи синтеза. Основное отличие задач анализа от задач синтеза заключается в следующем: если в задачах анализа множество решений может быть перечислено и включено в систему, то в задачах синтеза множество решений потенциально строится из решений компонентов или под проблему. Задача анализа — это интерпретация данных, диагностика; к задачам синтеза относятся проектирование и планирование. Комбинированные задачи: обучение, мониторинг, прогнозирование.

Статические ЭС разрабатываются в предметных областях, в которых база знаний и интерпретируемые данные не меняются во времени. Они стабильны.

Квазидинамические ЭС интерпретируют ситуацию, которая меняется с некоторым фиксированным интервалом времени.

Динамические ЭС работают в сопряжении с датчиками объектов в режиме реального времени с непрерывной интерпретацией поступающих данных.

Классификация по типу ЭВМ

На сегодняшний день существуют:

- ЭС для уникальных стратегически важных задач на суперЭВМ (Эльбрус, CRAY, CONVEX и др.);
- ЭС на ЭВМ средней производительности (mainframe);
- ЭС на символьных процессорах и рабочих станциях (SUN,

APOLLO);

— ЭС на мини-ЭВМ (VAX, micro-VAX и др.);

— ЭС на персональных компьютерах (IBM PC, MAC II и подобные).

Автономные ЭС работают непосредственно в режиме консультаций с пользователем для специфических «экспертных» задач, при решении которых не требуется привлекать традиционные методы обработки данных (расчеты, моделирование и т.д.).

Гибридные ЭС представляют программный комплекс, агрегирующий стандартные пакеты прикладных программ (например, математическую статистику, линейное программирование или системы управления базами данных) и средства манипулирования знаниями. Это может быть интеллектуальная надстройка или интегрированная среда для решения сложной задачи с элементами экспертных знаний.

Несмотря на внешнюю привлекательность гибридного подхода, разработка таких систем является задачей, на порядок более сложную, чем разработка автономной ЭС. Стыковка не просто разных пакетов, а разных методологий (что происходит в гибридных системах) порождает целый комплекс теоретических и практических трудностей.

2.13. Информационно-советующие системы

Разновидностью экспертных систем являются *информационно-советующие системы*. Они ориентированы на выдачу рекомендации определенного характера. Существуют системы следующих классов:

— *расчетные*, базируются на расчетах и сопоставлении определенных параметров рассматриваемого процесса;

— *расценочные*, отслеживают интенсивность изменения параметров рассматриваемого процесса;

— *диагностические*, оценивают возможность приближения рассматриваемых параметров к критическим значениям;

— *системы приближенных рассуждений (системы нечеткой логики, fuzzy logic)*, по установленным связям делают вывод о возможности определенных событий;

— *системы нейросетевых вычислений*, основываются на том, что производят вычисления по сетке параметров, после чего неудачные результаты отсеивают, а удачные используют на следующей сетке;

— системы, ориентированные на естественно-языковые запросы.

2.14. Интерфейсы информационных систем

Интерфейс — это правила взаимодействия операционной системы с пользователями, а также соседних уровней в сети ЭВМ. От интерфейса зависит технология общения человека с компьютером. Интерфейс — это набор правил. Как любые правила, их можно обобщить, собрать в «кодекс», сгруппировать по общему признаку. Появляется понятие *вид интерфейса* как объединение по схожести способов взаимодействия человека и компьютеров. Можно выделить следующие виды интерфейса.

1. *Командный интерфейс*. Командный интерфейс называется так потому, что в этом виде интерфейса человек подает «команды» компьютеру, а компьютер их выполняет и выдает результат человеку. Командный интерфейс реализован в виде пакетной технологии и технологии командной строки.

Пакетная технология. На вход компьютера подается последовательность символов, в которых по определенным правилам указывается последовательность запущенных на выполнение программ. В качестве этой последовательности может выступать перфолента, стопка перфокарт, последовательность нажатия клавиш электрической пишущей машинки. Машина также выдает свои сообщения на перфоратор, алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), ленту пишущей машинки.

Технология командной строки. В качестве единственного способа ввода информации от человека к компьютеру служит клавиатура, а компьютер выводит информацию человеку с помощью алфавитно-цифрового дисплея. Комбинация «монитор + клавиатура» называется *терминалом*, или *консолью*.

2. *WIMP-интерфейс* (аббревиатура от Window — окно, Image — образ, Menu — меню, Pointer — указатель). Характерной особенностью этого вида интерфейса является то, что диалог с пользователем ведется не с помощью команд, а с помощью графических образов — меню, окон, других элементов. Хотя команды машине подаются и в этом интерфейсе, но опосредственно, через графические образы. Этот вид интерфейса реализован на двух уровнях технологий: простой графический интерфейс и «чистый» WIMP-интерфейс.

Сама идея графического интерфейса зародилась в середине 70-х годов в исследовательском центре фирмы Xerox в Пало-Альто (Xerox Palo Alto Research Center, PARC). Первая система с графическим интерфейсом 8010 Star Information System появилась в 1981 году, за четыре месяца до выхода в свет первого персонального компьютера фирмы IBM.

Простой графический интерфейс базируется на технологии командной строки. Отличия заключаются в следующем:

- возможность выделения части символов цветом, инверсным изображением, подчеркиванием и мерцанием;
- курсор может представляться некоторой областью, охватывающей несколько символов, эта область отличается от других частей экрана и может обрабатываться особо;
- реакция на нажатие любой клавиши во многом зависит от того, в какой части экрана находится курсор;
- на клавиатуре используются функциональные клавиши;
- используются манипуляторы, позволяющие быстро выделять нужную часть экрана и перемещать курсор.

Типичным примером использования этого вида интерфейса является файловая оболочка Nortron Commander.

Чистый WIMP-интерфейс характеризуется следующими особенностями:

- вся работа с программами, файлами и документами происходит в окнах — определенных очерченных рамкой частях экрана;
- все программы, файлы, документы, устройства и другие объекты представляются в виде значков, при открытии значки превращаются в окна;
- все действия с объектами осуществляются с помощью меню, само меню становится основным элементом управления;
- широко используются манипуляторы для указания на объекты.

WIMP-интерфейс предъявляет повышенные требования к аппаратуре, однако он наиболее прост в освоении и интуитивно понятен. Поэтому сейчас WIMP-интерфейс стал стандартом де-факто. Пример — операционные системы Microsoft Windows, MacOS и программы для них.

3. *SILK-интерфейс* (аббревиатура от Speech — речь, Image — образ, Language — язык, Knowledge — знание) наиболее приближен к человеческой форме общения. В его рамках идет обычный разговор человека и компьютера. При этом компьютер находит для себя команды, анализируя человеческую речь и выделяя в ней ключевые фразы. Результат выполнения команд он также преобразует в понятную человеку форму. Этот вид интерфейса наиболее требователен к аппаратным ресурсам компьютера, и поэтому его применяют в основном для военных целей.

SILK-интерфейс реализуется на уровне речевой и биометрической технологии.

Речевая технология появилась в середине 90-х годов, вместе с распространением методов распознавания речи. При этой технологии команды подаются голосом путем произнесения специальных зарезервированных слов — команд. Речевая технология является простейшей реализацией SILK-интерфейса.

Биометрическая технология («мимический интерфейс») возникла в конце 90-х годов. Для управления компьютером используется выражение лица человека, направление его взгляда, размер зрачка и другие признаки. Для идентификации пользователя используется рисунок радужной оболочки его глаз, отпечатки пальцев и другая уникальная информация. Изображения считываются с цифровой видеокамеры, а затем с помощью специальных программ распознавания образов из этого изображения выделяются команды.

Особый вид интерфейса, *семантический (общественный)*, возник в конце 70-х годов XX века, с началом развития искусственного интеллекта. Его трудно назвать самостоятельным видом интерфейса — он включает в себя и интерфейс командной строки, и графический, и речевой, и мимический интерфейс. Основная отличительная черта — отсутствие команд при общении с компьютером. Запрос формируется на естественном языке, в виде связанного текста и образов. По своей сути это уже даже не интерфейс, а моделирование общения человека с компьютером.

Интерфейс информационной системы определяет процедуры взаимодействия пользователя с информационной системой или информационной сетью. В его развитии пройдены все основные этапы. На первом из них пользователь работал непосредственно с операционной системой и пользовался только ее услугами. Все операции осуществлялись вводом команд с клавиатуры. Поэтому нужно было хорошо знать операционную систему. С ростом сложности решаемых задач неудобства такого интерфейса стали очевидны. Процесс общения пользователя с системой стал слишком сложным и монотонным. Для преодоления этих недостатков предложен графический интерфейс.

Часто используются так называемые табулируемые диалоги. Сущность его заключается в применении следующего режима. При однократном нажатии клавиши на экран выдается несколько десятков наборов решаемых задач. Пользователь выбирает необходимую задачу и переходит к ней, далее решение осуществляется в контексте выбранной задачи. Кроме того, пользователь стал работать не непосредственно с операционной системой, а с операционной платформой. Последняя взаимодействует с не-

сколькими операционными системами и предоставляет сервис не только этих операционных систем, но и собственный, что позволяет реализовать дополнительные виды услуг.

Объектное программирование обеспечивает создание эффективных интерфейсов для специальных задач. Появилась технология так называемого «живого» интерфейса, которая превращает взаимодействие пользователя с информационной системой в процесс, напоминающий общение людей. Наряду с клавиатурой, для взаимодействия с операционной платформой стали использоваться мышь, световое перо, микрофон, динамик, система шлем-дисплей.

Помимо универсальных, широко используются специализированные интерфейсы пользователя. Для массовых случаев это позволяет удешевить системы. Например, интерфейсы для банкоматов, кассовых аппаратов.

Все более важное значение получает использование в интерфейсе пользователя речи. Говорящая система дает возможность повысить эффективность работы, ибо она:

- указывает пользователю на ошибки в работе и подсказывает пути их устранения;
- сообщает о возникающих ненормальных ситуациях;
- дает справки из информационно-поисковых систем (ИПС).

2.15. Локальные и удаленные ИПС

Эффективность функционирования информационной системы во многом зависит от ее архитектуры. В настоящее время наиболее разработанной является архитектура «клиент—сервер». Технология «клиент—сервер» основана на том, что одна часть ИС имеет доступ непосредственно к источнику информации, и только она может с ним работать. Эта часть называется «сервер». Другая часть ИС называется «клиент» и может обращаться к серверу с запросами информации. В достаточно распространенном варианте технология «клиент—сервер» предполагает наличие компьютерной сети и распределенной базы данных.

Сервером определенного ресурса в компьютерной сети называется компьютер (программа), управляющий этим ресурсом, *клиентом* — компьютер (программа), использующий этот ресурс. В качестве ресурса компьютерной сети могут выступать, к примеру, базы данных, файловые системы, службы печати, почтовые службы. Тип сервера определяется видом ресурса, которым он управляет. Например, если управляемым ресурсом является база данных, то соответствующий сервер называется сервером ба-

зы данных.

Клиентом к серверу посылается запрос, сформированный в соответствии с правилами информационно-поискового языка и снабженный дополнительными условиями, например, критерием смыслового соответствия. Сервер принимает запрос, выполняет поиск по базе данных и возвращает список документов.

По степени доступности ИПС можно разделить на:

— *локальные*, то есть располагающиеся в пределах прямого физического доступа от пользователя. В таких ИПС система управления базами данных объединена с интерфейсом ИПС и представляет собой единую систему. Достоинства таких систем заключаются в отсутствии ошибок взаимодействия интерфейсной части с остальными, а также высокой скорости работы. Недостатком может являться отсутствие поддержки общепринятых стандартов или договоренностей по архитектуре ИПС, а также медленно пополняемый объем базы данных;

— *удаленные*, функционирующие по технологии «клиент—сервер». В таких ИПС интерфейс пользователя отделен от всех остальных частей системы и может быть реализован совершенно независимо от них множеством различных способов. Единственное требование, которое ему предъявляется — передача запросов и прием результатов в установленной форме. Недостатки такой организации ИПС заключаются в небольшой скорости и повышенной вероятности ошибок при формировании запросов или формировании неадекватных запросов из-за отсутствия контроля за этим процессом. Достоинства — быстрое наполнение базы данных и, самое главное, возможность доступа к ИПС на очень больших расстояниях.

Часто применяются комбинированные технологии, при которых ИПС конструируется по принципу ИПС удаленного доступа, но используется в локальном контексте. В таком случае быстродействие системы среднее между локальными и удаленными, при этом сохраняются достоинства удаленных ИПС. Кроме того, такая ИПС со временем может быть относительно просто перепрофилирована в реальную удаленную.

3. ФАКТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В фактографических ИС регистрируются факты — конкретные значения данных (атрибутов) об объектах реального мира. Основная идея таких систем заключается в том, что все сведения об объектах (фамилии людей и названия предметов, числа, даты) сообщаются компьютеру в заранее обусловленном формате (например, дата — в виде комбинации ДД.ММ.ГГГГ). Информация, с которой работает фактографическая ИС, имеет четкую структуру, позволяющую машине уверенно отличать одно данное от другого, — например, фамилию от должности человека, дату рождения от роста и т. п. Поэтому фактографическая система способна давать однозначные ответы на поставленные вопросы. Современные фактографические информационные системы могут включать, помимо структурированных описателей, неструктурированные блоки информации (текстовой, графической, звуковой и т. п.).

Основные компоненты фактографической ИС (ФС) — это базы данных и системы управления БД (СУБД). На базе ФС создаются справочники, системы анализа и управления предприятиями, бухгалтерские системы.

База данных — поименованная совокупность структурированных данных, относящихся к одной предметной области. *Структурирование* — это введение соглашений о способах формализованного представления данных.

База данных хранит информацию о некотором наборе (или наборах) объектов. *Объект* — некая сущность реального мира, отличимая от подобных, и рассматриваемая как единое целое. Это может быть материальный объект или же более абстрактные понятия. Группа подобных объектов называется *набором объектов*, а каждый из них в отдельности — *экземпляром объекта*.

Объекты характеризуются *набором атрибутов* — некоторых характеристик, принимающих определенные значения для каждого конкретного экземпляра. Набор атрибутов одинаков для всех экземпляров набора объектов.

Атрибут некоторого набора может, в свою очередь, быть набором объектов, имеющих собственные атрибуты. За счет этого устанавливаются связи между экземплярами объектов из разных наборов.

Список всех возможных значений атрибута называют *классификатором* (или справочником, словарем, тезаурусом).

Значения некоторых атрибутов для данного экземпляра остаются неизменными, значения других могут меняться с течением времени.

Атрибут имеет имя — единственное для всего набора объектов. Для каждого из экземпляров значение атрибута должно быть своим, хотя и может совпадать со значением этого же атрибута у другого экземпляра. В электронных БД атрибут имеет также формат и тип, который определяет представление данных в компьютере, допустимые их значения и операции над ними.

3.1. Модели баз данных

Хранимые в базе данные имеют определенную логическую структуру, то есть представлены некоторой моделью, поддерживаемой СУБД. К числу важнейших относятся следующие модели данных.

1. *Иерархическая модель.* Данные представляются в виде древовидной (иерархической) структуры. Она удобна для работы с иерархически упорядоченной информацией и громоздка для информации со сложными логическими связями.

2. *Сетевая модель.* Представление данных осуществляется в виде произвольного графа. Достоинством сетевой и иерархической моделей данных является возможность их эффективной реализации по показателям затрат памяти и оперативности. Недостаток сетевой модели данных — высокая сложность и жесткость схемы БД, построенной на ее основе.

3. *Реляционная модель данных (РМД)* получила название от английского термина *relation* — отношение. Ее предложил в 70-е годы сотрудник фирмы IBM Эдгар Кодд. При соблюдении определенных условий отношение представляется в виде двумерной таблицы, привычной для человека. Большинство современных БД для персональных ЭВМ являются реляционными.

4. *Объектно-ориентированная модель.* Она объединяет в себе реляционную и сетевую модели. Используется для создания крупных БД со сложными структурами данных.

3.2. Реляционные базы данных

Базы данных, состоящие из одной или нескольких взаимосвязанных двумерных таблиц (отношений), называются реляционными.

Вся таблица в целом образует файл базы данных. Каждая таблица состоит из фиксированного числа столбцов и переменного числа строк. Столбцы соответствуют атрибутам объектов, и в терминологии БД обычно называются *полями*. Каждая строка таблицы описывает отдельный экземп-

ляр объекта; в базах данных ее называют *записью*. При формировании макета таблицы задаются имена, типы и дополнительные характеристики для каждого поля.

Реляционная модель данных имеет следующие особенности:

- каждый элемент таблицы — один элемент данных;
- поля таблицы однородны, т. е. имеют одинаковый тип и формат;
- каждое поле имеет уникальное имя;
- одинаковые записи отсутствуют;
- порядок следования записей произвольный;
- поле может входить в несколько таблиц, и через такие поля осуществляются реляционные связи.

Каждая запись в таблице должна иметь *первичный ключ*, т. е. поле или группу полей, однозначно определяющую экземпляр объекта. При этом не должно быть избыточности, т. е. при удалении любого поля из ключа однозначная идентификация записи становится невозможной.

Кроме первичного ключа, таблица может иметь любое количество простых (вторичных) ключей. Их значения не обязаны быть уникальными. Простые ключи, наряду с первичным, используются при индексации таблицы.

Достоинствами реляционной модели данных являются простота, удобство реализации на ЭВМ, глубокая теоретическая проработка и возможность формирования гибкой схемы БД, допускающей настройку при формировании запросов.

Реляционная модель данных используется в основном в БД среднего размера. При увеличении числа таблиц в базе данных заметно падает скорость работы с ней. Определенные проблемы использования РМД возникают при создании систем со сложными структурами данных, например, систем автоматизации проектирования (САПР).

3.3. Системы управления базами данных

Системы управления базами данных — это программные средства для создания БД, их редактирования и использования. СУБД должна предоставлять доступ к данным любым категориям пользователей, включая и тех, которые практически не имеют и не хотят иметь никакого представления об основных аспектах функционирования СУБД, таких как:

- физическое размещение в памяти данных и их описаний;
- механизмы поиска запрашиваемых данных;
- проблемы, возникающие при одновременном запросе одних и тех

же данных многими пользователями или прикладными программами;

— способы обеспечения защиты данных от некорректных обновлений и несанкционированного доступа;

— поддержание баз данных в актуальном состоянии и множестве других функций СУБД.

СУБД обычно разделяют по используемой модели данных на иерархические, сетевые, реляционные и объектно-ориентированные. По характеру использования СУБД делят на следующие виды.

1. *Персональные (СУБДП)*, обеспечивают возможность создания персональных БД и недорогих приложений, работающих с ними. При необходимости они позволяют создать приложения, работающие с сервером БД.

2. *Многопользовательские (СУБДМ)*, включают в себя сервер БД и клиентскую часть. Такие СУБД работают в неоднородной вычислительной среде — допускаются разные типы ЭВМ и различные операционные системы. Поэтому на базе СУБДМ можно создать крупную информационную систему, функционирующую по технологии клиент-сервер. Универсальность многопользовательских СУБД отражается на высокой цене и компьютерных ресурсах, требуемых для их поддержки.

Управляющим компонентом многих СУБД является ядро, выполняющее следующие функции:

— управление данными во внешней памяти;

— управление буферами оперативной памяти (рабочими областями, в которые осуществляется подкачка данных из базы для повышения скорости работы);

— управление транзакциями.

Транзакция — это последовательность операций над БД, рассматриваемая системой как единое целое. Понятие транзакции необходимо для поддержания логической целостности БД.

Язык современной СУБДП включает следующие подмножества:

— *язык описания данных* — высокоуровневый непроцедурный язык декларативного типа, предназначенный для описания логической структуры данных;

— *язык манипулирования данными* — командный язык, обеспечивающий выполнение основных операций по работе с данными — ввод, модификацию и выборку данных по запросам;

— *структурированный язык запросов* (Structured Query Language, SQL) — обеспечивает манипулирование данными и определение схемы реляционной БД, является стандартным средством доступа к серверу БД.

СУБД должна обеспечивать следующие основные характеристики:

— *целостность БД* — свойство, означающее, что база данных содержит полную и непротиворечивую информацию, необходимую и достаточную для корректного функционирования приложений. Для обеспечения целостности БД накладывают ограничения целостности в виде некоторых условий, которым должны удовлетворять хранимые в базе данные. Примером таких условий может служить ограничение диапазонов возможных значений атрибутов объектов, сведения о которых хранятся в БД, или отсутствие повторяющихся записей в таблицах реляционных БД;

— *безопасность БД*, достигается шифрованием прикладных программ, данных, защиты паролем, поддержкой уровней доступа к базе данных, к отдельной таблице;

— *расширение возможностей пользователя*, достигается за счет подключения систем построения графиков и диаграмм, а также модулей, написанных на языках программирования различного уровня.

Примеры СУБД: MySQL, Oracle, PostgreSQL, Visual FoxPro, Paradox, Clipper, dBase, Access, Informix и т.д.

3.4. Информационная модель базы данных

База данных является информационной моделью. Ее проект начинается с анализа предметной области и выявления требований к ней. Создается обобщенное неформальное описание проектируемой базы данных. Это описание, выполненное с использованием естественного языка, математических формул, таблиц, графиков и других средств, называется инфологической (концептуальной) моделью данных.

Такая модель полностью независима от физических параметров среды хранения данных. В крайнем случае этой средой может быть память человека, а не компьютера. Поэтому инфологическая модель не должна изменяться до тех пор, пока какие-то изменения в реальном мире не потребуют изменения в ней некоторого определения, чтобы эта модель продолжала отражать предметную область.

Нужные данные отыскиваются СУБД на внешних запоминающих устройствах по физической модели данных, описывающей представление данных на языке конкретной СУБД. Физическая организация БД оказывает основное влияние на быстродействие и другие эксплуатационные характеристики.

Наконец, пользователь видит внешнее представление данных, причем для одной и той же БД может существовать множество различных внеш-

них представлений, зависящих от потребностей конкретных пользователей.

При разработке моделей требуется обеспечить:

- независимость данных от программного обеспечения;
- независимость физического и внешнего представления данных;
- возможность расширения баз данных;
- надежность (целостность) данных.

После выделения информационных объектов, входящих в информационно-логическую модель, необходимо определить связи между ними. Различают связи трех типов:

- один к одному — в каждый момент времени одному экземпляру объекта А соответствует не более одного экземпляра объекта Б и наоборот;
- один ко многим — одному экземпляру объекта А соответствует любое (0, 1, 2...) число экземпляров объекта Б, но каждый экземпляр объекта Б связан не более чем с одним экземпляром объекта А;
- многие ко многим — одному экземпляру объекта А соответствует любое (0, 1, 2...) число экземпляров объекта Б и наоборот.

Обработка информации в БД включает:

- сортировку записей;
- выборку записей по признаку;
- изменение данных.

Сортировка — упорядочивание данных по возрастанию или убыванию какого-либо признака. Поле или группа полей, по значению которых происходит сортировка, называют *ключом сортировки*.

Выборка записей по признаку может осуществляться с помощью фильтра или запроса. *Фильтр* позволяет скрыть записи, не удовлетворяющие заданному условию. *Запрос* формирует на основании данных из исходной группы таблиц результирующую таблицу, содержащую только ту информацию, которая нужна по условию запроса.

В разных СУБД реализация фильтров и запросов может существенно различаться.

Для вывода данных СУБД располагают средствами построения отчетов. Они предоставляют пользователю следующие возможности:

- включать в отчет только выборочную информацию;
- добавлять дополнительную информацию (например, полученную в результате вычислений);
- распределять информацию в зависимости от размеров и расположения страницы.

3.5. Инфологическая модель данных «сущность—связь»

Основными конструктивными элементами инфологических моделей, являются сущности, связи между ними и их свойства.

Сущность — любой различимый объект. Самолет, машина, крыло, колесо — это сущности. Как и в концептуальной модели, есть тип сущности и его экземпляр. Например, тип сущности — «машина», а экземпляр — «Москвич».

Атрибут — поименованная характеристика сущности. Например, у машины есть атрибуты: мотор, кузов, шасси и т. д. Атрибуты используются для определения того, какая информация должна быть собрана о сущности. Любой атрибут может быть сущностью, в зависимости от точки зрения на него. Так, ошейник — это сущность, но на собаке — это уже ее атрибут.

Связь — ассоциирование двух или более сущностей. Типы связи: один к одному, один ко многим, многие ко многим.

Различают три основных класса сущностей: стержневые, ассоциативные и характеристические, а также подкласс ассоциативных сущностей — обозначения.

Стержневая сущность (стержень) — это независимая сущность.

Ассоциативная сущность (ассоциация) — это связь вида «многие-ко-многим».

Характеристическая сущность (характеристика) — это связь вида «многие-к-одной» или «одна-к-одной» между двумя сущностями (частный случай ассоциации). Единственная цель характеристики в рамках рассматриваемой предметной области состоит в описании или уточнении некоторой другой сущности. Это что-то вроде перечисления.

Обозначающая сущность или *обозначение* — это связь вида «многие-к-одной» или «одна-к-одной» между двумя сущностями и отличается от характеристики тем, что не зависит от обозначаемой сущности.

Ключ — это минимальный набор атрибутов, по значениям которых можно однозначно найти требуемый экземпляр сущности. Минимальность означает, что исключение из набора любого атрибута не позволяет идентифицировать сущность по оставшимся. Каждая сущность обладает хотя бы одним возможным ключом. Один из них принимается за первичный, то есть уникальный, ключ.

3.6. Иерархические и сетевые базы данных

Если структура реляционных баз данных базируется на таблицах, то структура иерархических БД базируется на деревьях и на ориентированных графах. Данные представляются в виде набора узлов, каждый узел может хранить данные и может иметь некоторое количество связей с узлами-потомками. Обычно не требуется, чтобы узлы-потомки и/или узлы, имеющие один узел-предок были одного типа. Обычно узел содержит открытый список связей с многочисленными узлами того же типа, разрешая таким образом прямое представление связей «многие-ко-многим».

В иерархических БД требование древовидности заключается в том, что каждый узел должен иметь точно одного предка, кроме корня, который вообще не имеет предков.

В БД с сетевой структурой требование древовидности смягчено. Связи могут быть ограничены созданием ориентированного нециклического графа (никакая последовательность связей, идущих от узла, не может вернуться обратно к узлу), или может быть разрешен любой ориентированный граф (набор узлов и ориентированных связей между парами узлов без каких-либо других ограничений).

3.7. Объектно-ориентированные базы данных

Объектно-ориентированные БД — относительно новая концепция, и поэтому до сих пор не имеет четкого определения. Требования, которым должна отвечать «объектно-ориентированная» БД, весьма расплывчаты, но среди них можно выделить те, которые соответствуют общей объектно-ориентированной концепции языков программирования.

1. *Абстракция.* Каждая реальная «вещь», которая хранится в БД, является членом какого-либо класса. Класс определяется как совокупность *свойств* (properties), *методов* (methods), *общедоступных* (public) и *частных* (private) *структур данных*, а также программ, применимых к *объектам* (экземплярам) данного класса. Классы представляют собой абстрактные типы данных. Методы — это процедуры, которые вызывается для того, чтобы произвести какие-либо действия с объектом (например, напечатать себя или скопировать себя). Свойства — это значения данных, связанные с каждым объектом класса, характеризующие его тем или иным образом.

2. *Инкапсуляция.* Внутреннее представление данных и деталей реализации общедоступных и частных методов (программ) является частью оп-

ределения класса и известно только внутри этого класса. Доступ к объектам класса разрешен только через свойства и методы этого класса или его родителей, а не путем использования знания подробностей внутренней реализации.

3. *Наследование* (одинокое или множественное). Классы определены как часть иерархии классов. Определение каждого класса более низкого уровня наследует свойства и методы его родителя, если только они явно не объявлены ненаследуемыми или не изменены новым определением. При одинокое наследовании класс может иметь только один родительский класс (т.е. классовая иерархия имеет древовидную структуру). При множественном наследовании класс может происходить от многочисленных родителей (т.е. иерархия классов имеет структуру ориентированного нециклического графа, не обязательно древовидную).

4. *Полиморфизм*. Несколько классов могут иметь совпадающие имена методов и свойств, даже если они считаются различными. Это позволяет писать методы доступа, которые будут правильно работать с объектами совершенно различных классов, лишь бы соответствующие методы и свойства были в этих классах определены. Например, метод Print может быть определен во многих классах, но работать по-разному, в зависимости от класса объекта, к которому он применяется.

5. *Сообщения*. Взаимодействие с объектами осуществляется путем отправки сообщений с возможностью получения ответов. Это отличается от традиционного для других моделей вызова процедур. Для того, чтобы применить метод к объекту, надо послать ему сообщение типа «примени к себе данный метод» (например, «напечатай себя»). Пересылка сообщений не всегда используется в объектно-ориентированных базах данных, однако она типична для реализаций, полностью соответствующих объектно-ориентированной идеологии.

Каждый объект, информация о котором хранится в ООБД, считается принадлежащим какому-либо классу, а связи между классами устанавливаются при помощи свойств и методов классов.

Модель ООБД находится на более высоком уровне абстракции, чем реляционные или древовидные БД, поэтому классы можно реализовать, опираясь либо на одну из этих моделей, либо на какую-нибудь еще. Поскольку в центре разработки оказываются не структуры данных, а процедуры (методы), важно, чтобы базовая модель обеспечивала достаточную прочность, гибкость и производительность обработки.

3.8. Проектирование баз данных

Проектирование баз данных состоит из трех фаз.

1. *Концептуальная фаза*, предусматривает создание концептуальной модели данных, не зависящей от каких-либо физических характеристик.

2. *Логическая фаза*, состоит в создании логической модели данных. Концептуальная модель подвергается доработке посредством удаления элементов, которые не могут быть реализованы.

3. *Физическая фаза*, при ней логическая модель данных преобразуется в физический проект, предназначенный для реализации в среде конкретной целевой СУБД. При этом анализируются структуры хранения данных и методы доступа, а также методы и способы защиты, необходимые для эффективной работы с базой данных, размещенной на внешних запоминающих устройствах.

3.9. Защита информации

Защита информации — комплекс мероприятий, направленных на предотвращение утечки, утраты или повреждения информации, ограничение ее распространения и доступа к ее носителям.

Содержанием защиты информации является:

— определение состава защищаемой информации, в том числе по целевым и функциональным подсистемам организации;

— определение источников и потребителей защищаемой информации, регламентация связей между ними;

— определение правил и процедур формализации защищаемой информации;

— выбор и обоснование носителей защищаемой информации для выполнения тех или иных операций с ней с учетом не только удобств пользователей, но и с учетом степени их доступности для несанкционированного получения;

— выбор и обоснование технических средств для информационного обеспечения предприятия защищаемой информацией;

— разработка и применение методов выполнения операций с защищаемой информацией, обеспечивающих минимизацию ее утраты или утечки;

— разработка инструкций, регламентирующих процедуры обращения с защищаемой информацией.

Меры по защите информации должны учитывать следующие момен-

ты:

— вид информации в зависимости от знаковой системы, в зависимости от носителя, в зависимости от степени конфиденциальности;

— характер помещения, где хранятся или находятся носители информации;

— характер действий с информацией: обработка, хранение, создание, отображение, передача;

— особенности систем и средств, предназначенных для хранения, обработки, создания, отображения и передачи информации и т. п..

Важно выявить и изолировать технические устройства несанкционированного съема информации. В помещении источником информации могут стать батареи центрального отопления и водопроводные трубы, электрические розетки, компьютер, окна, стены, потолок, пол. На все возможные источники утечки информации необходимо ставить глушители.

В общем случае защита информации организуется по трем направлениям:

— *защита массивов информации*, предполагает организацию защиты носителей информации вещественного типа при их хранении;

— *защита потоков информации*, предполагает организацию защиты носителей информации вещественного и энергетического типов при их передаче;

— *защита процессов и средств* получения (добывания), преобразования (переработки), отображения, хранения и передачи информации; предполагает защиту технологии выполнения первых двух операций.

Различают несколько видов средств защиты информации.

1. *Аппаратные средства защиты* — различные электронные, электронно-механические, электронно-оптические устройства.

2. *Программные средства защиты* — специальные программы, предназначенные для выполнения функций защиты и включаемые в состав программного обеспечения систем обработки данных. Программная защита является наиболее распространенным видом защиты, чему способствуют такие свойства данного средства, как универсальность, гибкость, простота реализации, практически неограниченные возможности изменения и развития и т. п. К программным средствам, в частности, относятся:

— *резервное копирование информации* — хранение копии информационных массивов на носителе: стримере, гибких носителях, оптических дисках, жестких дисках. Резервное копирование проводится для сохранения данных от повреждений и для хранения редко используемых файлов;

— *криптографическое закрытие (шифрование) информации* — преобразование защищаемой информации по определенным правилам с применением ключей, при котором по внешнему виду нельзя определить содержание закрытых данных. Криптографической защите специалисты уделяют особое внимание, считая ее наиболее надежной, а для информации, передаваемой по линии связи большой протяженности — единственным средством защиты информации от хищений. С помощью криптографических методов возможно:

- шифрование информации;
- реализация электронной подписи;
- распределение ключей шифрования;
- защита от случайного или умышленного изменения информации.

В общем случае и резервное копирование, и шифрование информации может быть выполнено и на аппаратном, и на программном уровнях с различными уровнями надежности.

3. *Физические способы защиты* заключаются в прекращении или ограничении физического доступа к информации. Это различные устройства и сооружения, а также мероприятия, которые затрудняют или делают невозможным проникновение в места, в которых можно иметь доступ к защищаемой информации.

4. *Организационные мероприятия* — нормативно-правовые акты, регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее устройств и ресурсов, а также взаимоотношение пользователей и систем таким образом, что несанкционированный доступ к информации становится невозможным или существенно затрудняется. Характерно, что возможности несанкционированного использования информации в значительной мере обуславливаются нетехническими аспектами: злоумышленными действиями, нерадивостью или небрежностью пользователей или персонала систем обработки данных. Влияние этих аспектов практически невозможно избежать или локализовать с помощью аппаратных и программных средств и физических мер защиты. Для этого необходима совокупность организационных, организационно-технических и организационно-правовых мероприятий, которая исключала бы возможность возникновения опасности утечки информации подобным образом.

Средства защиты информации можно также подразделить на следующие категории.

— *средства собственной защиты*, включают в себя документацию, машинный код, техническое сопровождение, авторское право и заказное

проектирование;

— *средства защиты в составе вычислительной системы*, включают защиту магнитных дисков, специальную аппаратуру, замки защиты и изменение функций приборов;

— *средства защиты с запросом информации*, включают пароли, шифры, проверку сигнатур, генератор случайных чисел;

— *средства активной защиты*, включают замки защиты, искаженные программы, сигналы тревоги, запуск по особым ключам, а также авторскую эстетику, внесенную в защищаемую информацию ее автором;

— *средства пассивной защиты*, включают идентификацию программ, частотный анализ, корреляционный анализ, «родимые пятна» (водяные знаки) и устройства контроля.

Криптография, относящаяся по данной классификации к средствам защиты с запросом информации, является одним из наиболее распространенных методов защиты информации.

4. СЕМАНТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В последнее время строгое разделение информационных систем на документальные и фактографические сводится к достаточно формальным признакам. И те, и другие системы работают на одних и тех же программных базах, используют сходную терминологию. Фактографические системы интенсивно используют документальную информацию, и наоборот. Кроме того, при изменении подхода к систематизируемой информации документальные данные приобретают статус фактографических. Наметилась тенденция объединения принципов функционирования документальных и фактографических систем.

Семантические, или интеллектуальные, системы можно считать особым классом фактографических ИС, которые предназначены для накопления, классификации, поиска, анализа, отображения и обобщения информации с использованием всевозможных связей между данными. Семантические системы являются объединением фактографических и документальных информационных систем.

Принципиальные особенности семантических ИС заключаются в следующем.

1. Они работают с фактографической информацией, и, в зависимости от качества предварительной подготовки данных, уровень релевантности результатов можно максимально приблизить к единице.

2. Классы объектов, которые обрабатывает система, являются семантически равноправными.

Семантическая информационная система в качестве хранилища данных использует сетевые или объектно-ориентированные базы данных, и основывается на инфологической модели «сущность—связь».

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. М., 2004. — 800 с.
2. Малюк А. А., Пазизин С. В., Погожин Н. С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. М., 2004. — 147 с.
3. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Интеллектуальные информационные системы. М., 2004. — 424 с.
4. Галатенко В. А. Основы информационной безопасности: курс лекций. М., 2003. — 280 с.
5. Петров В. Н. Информационные системы: уч. пособие для вузов. М., 2003. — 688 с.
6. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: уч. пособие для вузов. СПб, 2003. — 688 с.
7. Информатика. – 3-е перераб. изд. / Под. ред.Н.В.Макаровой.-М.: Финансы и статистика, 2004.-768 с.