

Тема 7. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- 7.1. Корпоративные информационные системы.
- 7.2. Системы искусственного интеллекта.
- 7.3. Экспертные системы: структура и классификация.

7.1. Корпоративные информационные системы

Представление о корпоративных информационных системах.
До недавнего времени информационное обеспечение предприятий укладывалось в понятие учетно-отчетных информационных систем. Действительно, первым объектом автоматизации и информатизации стала область бухгалтерского учета и отчетности. Эволюция информационных технологий, внедрение web-технологий, экономическое развитие предприятий и расширение масштаба бизнеса, в том числе географического, привело к необходимости комплексной автоматизации деятельности и создания корпоративных информационных систем (КИС).

КИС отличаются от информационных систем (ИС) как развитием функциональности, так и расширением областей автоматизированной информационной поддержки. В то же время в ряде случаев нет четкого понимания, какие системы относятся к классу КИС, и порой система поддержки распределенного электронного документооборота компании, которая обеспечивает постановку документов на учет, их защиту и сохранность, или корпоративный портал, являющийся средством внутренней и внешней коммуникации, рассматриваются как КИС предприятия. Подавляющее число разработчиков финансово-экономического программного обеспечения также считает, что их продукты относятся к классу КИС.

Поэтому рассмотрим подробнее главные отличия КИС от ИС.

1. Как уже было сказано, основное отличие КИС от ИС состоит в расширении функциональности и класса задач, решаемых системой.

КИС – система информационного обеспечения управления предприятием, включающая, помимо учетно-отчетной компоненты, функциональность, обеспечивающую планирование и управление деятельностью предприятия.

2. Понятие корпоративной информационной системы (КИС) не обязательно связывать только с крупномасштабными компаниями. Систему автоматизации управления компании можно называть КИС в

том случае, если система охватывает все необходимые сферы управления компанией – от управления производственной деятельностью до управления финансами.

3. Автоматизация деятельности предприятия, как правило, начинается с внедрения учетных систем, в частности, систем бухгалтерского и кадрового учета, построения системы электронного документооборота, создания систем поддержки и ведения договорной деятельности. В этом случае мы говорим о наличии на предприятии нескольких информационных систем, которые могут работать автономно и являются составляющими «лоскутной» автоматизации предприятия. В основе построения КИС лежит концепция единого информационного пространства, все подсистемы КИС должны работать с единой базой данных, содержащей основные данные.

4. Лоскутная автоматизация компаний формируется, как правило, на базе собственных разработок с добавлением некоторого количества готового программного обеспечения, которое может поддерживаться разными операционными системами. КИС создается на базе единой интегрированной платформы. Создание КИС в рамках единой инструментальной среды, например SAP BS, существенно повышает эффективность работы системы.

5. Сегодня широко используется процессный подход к управлению деятельностью организации. Эффективность работы предприятия определяется степенью автоматизации основных и обеспечивающих бизнес-процессов компании. В основе работы ИС предприятия лежит функциональный подход, в то время как КИС – это интегрированный комплекс программ или информационных систем, поддерживающих основные и обеспечивающие бизнес-процессы компании.

6. Корпоративная информационная система – это не просто совокупность программ автоматизации бизнес-процессов компании: управление производством, ресурсами, финансово-хозяйственной деятельностью. Характерной чертой КИС является сквозная интеграция, при которой каждому модулю системы, отвечающему за свой бизнес-процесс, в режиме реального времени доступна вся необходимая информация, вырабатываемая другими модулями без дополнительного и, тем более, двойного ввода информации.

7. Информационные системы предприятия нацелены на решение частных задач, в то время как КИС – это инструмент повышения эффективности бизнеса компании.

Таким образом, можно дать следующее определение: корпоративная информационная система – это открытая интегрированная система реального времени, автоматизирующая бизнес-процессы компании всех уровней и направлений деятельности, в том числе бизнес-процессы принятия управленческих решений. При этом степень автоматизации бизнес-процессов определяется исходя из обеспечения максимальной прибыли компании.

Структура корпоративной информационной системы. Виды обеспечения КИС. Современные банки, предприятия и организации представляют собой совокупность подразделений, филиалов, отделов и офисов, обменивающихся между собой информацией и выполняющих отдельные части общей работы.

Любая организация – это совокупность взаимодействующих элементов (подразделений), каждый из которых может иметь свою структуру. Элементы связаны между собой функционально, т. е. они выполняют отдельные виды работ в рамках единого бизнес-процесса, а также информационно, обмениваясь документами, факсами, письменными и устными распоряжениями и т. д. Кроме того, эти элементы взаимодействуют с внешними системами, причем их взаимодействие может быть как информационным, так и функциональным. Такая ситуация справедлива практически для всех организаций, каким бы видом деятельности они не занимались (органы государственного управления, банки, промышленные предприятия, коммерческие фирмы и т. д.).

Такой общий взгляд на организацию позволяет сформулировать некоторые общие принципы построения корпоративных информационных систем, т. е. информационных систем в масштабе всей организации:

- 1) информационная модель, представляющая собой отражение реальной информационной базы предприятия и описывающая все существующие информационные потоки, совокупность правил и алгоритмов функционирования информационной системы;
- 2) техническое обеспечение (суперкомпьютеры, имеющие перспективные архитектуры и технологии организации вычислительного процесса);
- 3) средства коммуникации (сетевые компьютерные технологии, технологии Internet/Intranet, технологии клиент-сервер);
- 4) системное и сетевое программное обеспечение, обеспечивающее работу коммуникационных средств;

5) прикладное программное обеспечение, необходимое для выполнения прикладных задач в каждом подразделении банка;

6) средства обеспечения безопасности (разграничение доступа к ресурсам, обеспечение надежности функционирования корпоративной системы в целом).

Требования, предъявляемые к КИС. Исторически сформировался ряд следующих требований к корпоративным информационным системам:

- 1) системность;
- 2) комплексность;
- 3) модульность;
- 4) открытость;
- 5) адаптивность;
- 6) надежность;
- 7) безопасность;
- 8) масштабируемость;
- 9) мобильность;
- 10) простота в изучении;

11) поддержка на этапе внедрения и сопровождение со стороны разработчика.

Рассмотрим каждое из этих требований. КИС прежде всего должна отвечать требованиям *комплексности* и *системности*. Она охватывает все уровни управления, от корпорации в целом с учетом филиалов, дочерних фирм, сервисных центров и представительств до цеха, участка и конкретного рабочего места, а весь процесс производства с точки зрения информатики представляет собой непрерывную совокупность порождения, обработки, изменения, хранения и распространения информации. Все такие узлы связаны между собой потоками данных, о вещественными в виде документов, сообщений, приказов, действий и т. п.

Следующим требованием, предъявляемым к КИС, является *модульность* построения. Это требование также очень важно с точки зрения внедрения системы, поскольку позволяет распараллелить, облегчить и, соответственно, ускорить процесс инсталляции (установки приложения на рабочие места пользователей), подготовки персонала и запуска системы в промышленную эксплуатацию.

Поскольку ни одна типовая информационная система, внедряемая на реальном предприятии, не может быть исчерпывающе полной, а также в силу того, что на функционирующем предприятии могут быть

уже работающие и доказавшие свою полезность компоненты других КИС, то следующим определяющим требованием является *открытость*.

Любое современное предприятие существует не в изолированном пространстве, а в мире постоянно меняющегося спроса и предложения, заставляющем гибко реагировать на рыночную ситуацию, что может быть иногда связано с существенным изменением структуры предприятия и номенклатуры выпускаемых изделий или оказываемых услуг. Это означает, что КИС должна обладать свойством *адаптивности*, то есть гибко настраиваться на различные законодательства, иметь разноязычные интерфейсы, уметь работать с несколькими различными валютами одновременно. Желательно, чтобы кроме средств настройки система обладала и средствами развития (расширения функционала).

Одним из важнейших требований к такой системе является ее *надежность*, подразумевающая непрерывность функционирования системы в целом даже в условиях частичного выхода из строя отдельных ее элементов (модулей) вследствие непредвиденных и непреодолимых причин (ошибок в работе).

Чрезвычайно большое значение для любой крупномасштабной системы, содержащей большое количество информации, имеет *безопасность*. Требование безопасности включает в себя несколько аспектов.

1. Защита данных от потери.

Это требование реализуется в основном на организационном, аппаратном и системном уровнях. Прикладная система, какой является автоматизированная система управления (АСУ), необязательно должна содержать средства резервного копирования и восстановления данных. Эти задачи решаются на уровне операционной системы или СУБД.

2. Сохранение целостности и непротиворечивости данных.

Прикладная система должна отслеживать изменения во взаимозависимых документах и обеспечивать управление версиями и поколениями наборов данных.

3. Предотвращение несанкционированного доступа к данным внутри системы.

Эти задачи решаются комплексно как с помощью организационных мероприятий, так и на уровне операционных и прикладных систем. В частности, прикладные компоненты должны иметь развитые средства администрирования, позволяющие ограничивать доступ к данным и функциональным возможностям системы в зависимости от статуса

пользователя, а также вести мониторинг действий пользователей в системе.

4. Предотвращение несанкционированного доступа к данным извне.

Решение этой части проблемы ложится в основном на аппаратную и операционную среду функционирования КИС и требует ряда административно-организационных мероприятий.

Успешно функционирующее и получающее достаточную прибыль предприятие характеризуется тенденцией к росту, образованию дочерних фирм и филиалов, что в процессе эксплуатации КИС может потребовать увеличения количества автоматизированных рабочих мест и объема хранимой (обрабатываемой) информации. Такой подход к управлению информацией выдвигает требование масштабируемости.

На определенном этапе развития предприятия рост требований к производительности и ресурсам системы может определить переход на более новую программно-аппаратную платформу. Чтобы такой переход не повлек за собой кардинального изменения управленческого процесса и неоправданных финансовых затрат на приобретение более мощных прикладных компонентов, необходимо выполнение требования мобильности.

Простота в изучении – это требование включает в себя не только наличие интуитивно понятного графического интерфейса программ, но и наличие подробной, грамотной и хорошо структурированной документации, возможности обучения персонала на специализированных курсах и прохождения ответственными специалистами стажировки на предприятиях родственного профиля, где данная система успешно внедрена и эксплуатируется.

Следующее требование – это *поддержка со стороны разработчика*. Данное понятие включает в себя целый ряд предоставляемых услуг, таких как получение новых версий программного обеспечения бесплатно или с существенной скидкой; получение дополнительной методической литературы, круглосуточной консультации по горячей линии; получение информации о других программных продуктах разработчика; возможность участия в семинарах, научно-практических конференциях пользователей и других мероприятиях, проводимых разработчиком или группами пользователей, и т. д.

Еще одним требованием является *сопровождение*. В процессе эксплуатации сложных программно-технических комплексов могут возникать ситуации, требующие на месте оперативного вмешательства

квалифицированного персонала фирмы-разработчика или ее представителя. Сопровождение включает в себя выезд специалиста на объект заказчика для устранения последствий аварийных ситуаций, методическую и практическую помощь при внесении изменений в систему, не носящих характер радикальной реструктуризации или новой разработки.

Международные стандарты в области КИС. Современный рынок требует, чтобы вся продукция удовлетворяла общепризнанным стандартам качества, которые касаются не только качества конечного продукта, выставляемого на рынок, но и всего процесса производства этого изделия, начиная от выбора поставщиков комплектующих и заканчивая сервисным обслуживанием готового продукта. В настоящее время всемирное распространение получил комплекс стандартов на систему качества предприятия, разработанный ISO (International Standards Organization). Этот комплекс стандартов имеет общее название ISO9000 (ИСО 9000). Часть стандартов этого комплекса регламентирует функциональные элементы, присутствующие в КИС.

Внедрение и поддержание на предприятии системы контроля качества в соответствии со стандартами серии ИСО 9000 предполагает использование программных продуктов, по крайней мере, трех классов:

1. Комплексные системы управления предприятием (автоматизированные информационные системы поддержки принятия управленческих решений), АИСППР.

2. Системы электронного документооборота.

3. Продукты, позволяющие создавать функциональные модели организации, проводить анализ и оптимизацию ее деятельности.

Наличие корпоративной информационной системы позволяет поддерживать требуемый ИСО 9000 уровень качества с меньшими затратами на ведение документооборота и на принятие решений. Таким образом, внедрение на производстве системы контроля качества выпускаемой продукции, соответствующей стандарту ИСО 9000, и внедрение корпоративной информационной системы на предприятии взаимосвязаны. Это позволяет дать следующее (функциональное) определение корпоративной информационной системы.

Корпоративная информационная система (КИС) – это совокупность информационных систем отдельных подразделений предприятия, объединенных общим документооборотом, в котором каждая из систем выполняет часть задач по управлению принятием решений, а все системы в целом обеспечивают функционирование предприятия в соответствии с требованиями стандартов качества ИСО 9000.

За всю историю существования корпоративных информационных систем разработано множество стандартов, регламентирующих их. Та или иная система, отвечающая по своему функционалу определенному стандарту, относится к классу этого стандарта и автоматически называется так же, как и он.

На рис. 5.1 представлен эволюционный путь развития наиболее известных стандартов.

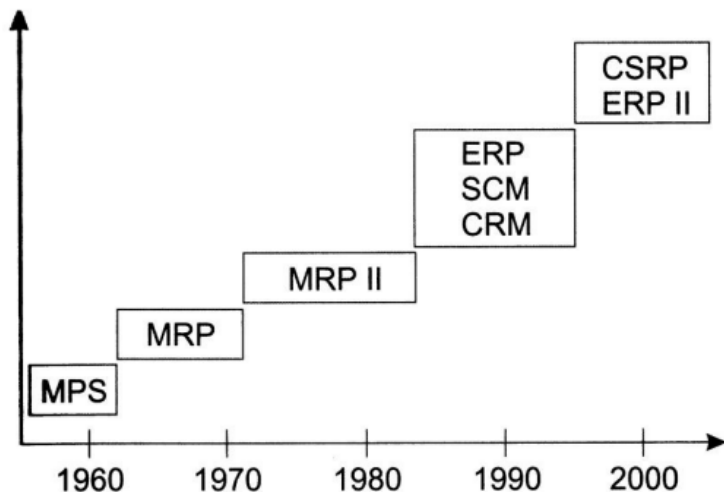


Рис. 5.1. Эволюционный путь развития стандартов КИС

Исходным стандартом, появившимся в конце 50-х – начале 60-х гг. XX в., был стандарт MPS (Master Planning Scheduling – управление календарным планированием), предназначенный для составления основного плана производства. Планы выпуска конечной продукции разрабатывались на основании данных о состоянии спроса.

С целью оптимального управления производством в середине 60-х гг. были сформулированы принципы управления материальными запасами предприятия. Эти принципы легли в основу систем класса MRP (Material Requirement Planning – планирование материальных потребностей). Эти системы предназначены для расчёта возможности выполнения нового заказа к указанному сроку при заданной загрузке производства. При условиях невозможности выполнения данного зака-

за конкретному сроку система способна ответить на вопрос, во что обойдется выполнение нового заказа, если заказчик все же настаивает на первоначальном сроке.

Затем появились системы класса MRPII (Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов), основным назначением которых было прогнозирование, планирование и контроль производства, которые осуществлялись по всему циклу, начиная от закупки сырья и заканчивая отгрузкой конечного продукта потребителю. В общем случае они обеспечивали решение задач планирования деятельности предприятия в натуральных единицах и финансовое планирование в денежном выражении.

Следующим этапом в развитии КИС стало появление с конца 80-х гг. систем класса ERP (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия). Эти системы охватывают всю финансово-хозяйственную и производственную деятельность предприятия. К ним предъявляются такие требования, как централизация данных в единой базе; режим работы, близкий к реальному времени; сохранение общей модели управления для предприятий любых отраслей; поддержка территориально распределенных структур; работа в широком круге аппаратно-программных платформ и СУБД. Другими важными требованиями, предъявляемыми к ERP-системам, являются: применение графики; использование CASE-технологий для дальнейшего развития системы; поддержка архитектуры типа «клиент-сервер» и реализация их как открытых систем. При правильном внедрении и эксплуатации таких систем эффективность бизнес-процессов предприятия повышается, что дает конкурентное преимущество для дальнейшего развития. Однако занимаясь улучшением внутренней структуры, предприятие не повышает степень эффективности взаимодействия с контрагентами (внешними организациями и фирмами).

Следующий этап развития КИС ориентирован на интеграцию деятельности заказчиков и партнеров предприятия в его внутреннюю систему и называется ERPPII (Enterprise Resource and Relationship Processing – обработка данных по ресурсам и взаимоотношениям предприятия). Развитие Интернета и внутрикорпоративных сетей предоставляет предприятию возможность взаимодействовать со всеми его контрагентами в совершенно новой среде, позволяющей контактировать напрямую с потребителем по типу B2C (Business-to-Consumer – «бизнес-клиент») и (или) с партнерами по бизнесу по типу B2B (Business-to-Business – «бизнес-бизнес»).

Для использования ERP-системы в электронной коммерции и бизнесе необходимо создать приложения по управлению связями с заказчиком CRM (Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентом), а также дополнительное программное обеспечение (ПО) промежуточного слоя. Такое ПО носит название EAI (Enterprise Application Integration – интеграция приложений масштаба предприятия). EAI-системы обеспечивают следующие функции:

- 1) электронная коммерция;
- 2) управление цепочкой поставок;
- 3) услуги доступа к приложениям;
- 4) виртуальные торговые площадки.

ERP-система, снабженная CRM- и EAI-продуктами, получила название XRP-система, т. е. расширенная (Extended) ERP-система. Она позволяет в режиме реального времени разделять данные, используемые различными корпоративными приложениями. По классификации эта система приближается к следующему поколению КИС – системам стандарта CSRP (Customer Synchronized Resource Planning – планирование ресурсов совместно с потребителем). Системы такого класса позволяют интегрировать в единое целое процессы как внутри одной корпорации, так и за ее пределами.

Стандарт MPS. В конце 50-х – начале 60-х гг. XX в. в связи с ростом популярности вычислительных систем возникла идея использовать их возможности для планирования деятельности предприятия, в том числе для планирования производственных процессов. Необходимость планирования обусловлена тем, что основная масса задержек в процессе производства связана с запаздыванием поставок отдельных комплектующих. В результате этого параллельно с уменьшением эффективности производства на складах появляется избыток материалов, поступивших в срок или ранее намеченного срока. Кроме того, вследствие нарушения баланса поставок комплектующих возникают дополнительные осложнения с учетом и отслеживанием их состояния в процессе производства, т. е. невозможно определить, к какой партии принадлежит данный составляющий элемент в уже собранном готовом продукте (изделии).

Схема функционирования MPS-системы. Первым стандартом управления бизнесом был MPS (Master Planning Scheduling), или стандарт объемно-календарного планирования. Идея стандарта очевидна и представлена на рис. 5.2. Сначала формируется план продаж, т. е. определяется объем продаж с распределением по календарным

периодам. На основе этого плана продаж составляется план пополнения запасов за счет производства или закупки, и оцениваются финансовые результаты за различные периоды, в качестве которых используются периоды планирования или финансовые периоды.



Рис. 5.2. Схема функционирования КИС по стандарту MPS

Данный стандарт оптимально описывает модель функционирования небольшого торгового предприятия с довольно простой схемой производства.

Если предприятие динамично развивается, то возникает ряд сложностей. Первые проблемы появляются с управлением логистикой, так как сформированный заказ на необходимые материалы может поступить не в тот срок, который был намечен ранее.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при формировании заказа, была проблема прогнозирования необходимого объёма и срока поставки, который во многом зависит от возможностей поставщика. Следовательно, нужно прогнозировать спрос на длительное время вперед, учитывать длительность (а часто и сезон) производственного процесса и потребности в складских площадях. При этом объём заказа материалов также не может быть выражен в произвольных цифрах. Такие проблемы возникают при оптовых (крупных) продажах.

Стандарт MRP. В результате частичного решения обозначенных проблем возникла методология планирования производств (в основном сборочных или дискретных), которая предлагала формировать заказ на комплектующие и узлы, опираясь на потребности объемно-календарного плана производства, получившая название MRP (Material Requirement Planning).

КИС, работающая в соответствии с методологией MRP, представляет собой компьютерную программу, позволяющую оптимально ре-

гулировать поставки комплектующих для производственного процесса, контролирующую складские запасы и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение необходимого количества всех требуемых материалов и комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования, наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а следовательно, разгрузкой склада. Прежде чем описывать саму структуру MRP, следует ввести краткий список основных ее понятий.

Материалами называют все сырье и отдельные комплектующие, составляющие конечный продукт.

MRP-программа – компьютерная программа, работающая по алгоритму, регламентированному MRP-методологией. Как и любая программа, она обрабатывает файлы данных (входные элементы) и формирует на их основе файлы-результаты.

Статус материала является основным указателем на текущее состояние материала. Каждый отдельный материал в конкретный момент времени имеет статус в рамках MRP-системы, который определяет, имеется ли данный материал в наличии на складе, зарезервирован ли он для других целей, присутствует ли в текущих заказах или заказ на него только планируется.

Страховой запас материала необходим для поддержания процесса производства в случае возникновения непредвиденных и неустраняемых задержек в его поставках.

Потребность в материале в MRP-программе представляет собой определенную количественную единицу, отображающую возникшую в некоторый момент времени (в течение периода планирования) необходимость в заказе данного материала. Различают понятия полной потребности в материале, которая определяет необходимое количество, требуемое для отправки в производство, и чистой потребности, при вычислении которой учитывается наличие всех страховых и зарезервированных запасов данного материала. Заказ в системе автоматически формируется при возникновении отличной от нуля чистой потребности.

Процесс планирования предусматривает автоматическое создание проектов заказов на закупку и (или) внутреннее производство необходимых материалов. Другими словами, MRP-система оптимизирует время поставки комплектующих, тем самым уменьшая затраты на производство и повышая его эффективность. Основными преимуществами использования MRP-системы в производстве являются:

- гарантия наличия на складе необходимых комплектующих и уменьшение временных задержек их поставки;
- уменьшение производственного брака в процессе сборки готовой продукции, возникающего из-за использования некачественных комплектующих;
- упорядочение производства ввиду контроля статуса каждого материала, позволяющего однозначно отслеживать весь его конвейерный путь, начиная от создания заказа до его положения в уже собранном готовом изделии. Благодаря этому достигается полная достоверность и эффективность производственного учета.

Стандарт MRP II. MRP-системы на основе утвержденной производственной программы формировали план заказов на определенный период, что было явно недостаточным для многих предприятий. С целью увеличения эффективности планирования в конце 1970-х гг. была предложена концепция реализации замкнутого цикла (Closed Loop) в MRP-системах. Идея заключалась в рассмотрении более широкого спектра факторов при проведении планирования путем введения дополнительных функций. К базовым функциям планирования производственных мощностей (CRP, Capacity Requirements Planning) и планирования потребностей в материалах (MRP) было предложено добавить ряд дополнительных, таких как контроль соответствия количества произведенной продукции количеству использованных в процессе сборки комплектующих, составление регулярных отчетов о задержках заказов, об объемах и динамике продаж продукции, о поставщиках и т. д.

В процессе дальнейшего анализа ситуации, сложившейся в бизнесе, и ее развития оказалось, что большую часть себестоимости продукции составляют затраты, несвязанные напрямую с процессом и объемом производства. Из-за постоянно растущей конкуренции конечные потребители продукции становятся все более разборчивыми, ощутимо увеличиваются затраты на рекламу и маркетинг, уменьшается жизненный цикл изделий. Все это требует пересмотра взглядов на планирование коммерческой деятельности. Исходя из этих предпосылок, зародилась новая концепция корпоративного планирования, названная MRP II.

Стандарт CSRP. В начале нового века появились более мощные инструменты управления производством, которые построены на твердом фундаменте ERP и направлены на интеграцию с покупателями. Система планирования производства этого десятилетия имеет два фо-

куса: на производственной эффективности и на создании покупательской ценности. Эта новая парадигма-стратегия получила название планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем CSRP (Customer Synchronized Resource Planning).

Основные преимущества CSRP-систем. При использовании модели бизнеса CSRP традиционные бизнес-процессы переадресуются на обслуживание покупателей и создание продуктов, удовлетворяющих их потребностям. Внедрение приложений CSRP заставляет руководителей предприятия гибко реагировать на изменения. Внутренняя сфокусированность традиционных производственных структур, сегментированная по отделам и функциональности, меняет фокусировку. CSRP позволяет построить двунаправленный свободный поток информации между покупателем и производителем.

Рассмотренная концепция построения информационных систем позволяет реализовать более грамотное управление производственными графиками в условиях ограниченных мощностей (так называемую APS-задачу – Advanced Planning and Scheduling – расширенное управление производственными графиками).

Системы типа APS решают такие задачи, как выполнение срочного заказа в рамках производственного графика, распределение заданий с учетом приоритетов и ограничений, перепланирование с использованием полноценного графического интерфейса. Благодаря принципиально новому математическому аппарату, применяемому в CSRP-системах, расчет типовых MRP-задач осуществляется значительно быстрее, чем раньше. Типичный пример ситуации, при которой подчеркивается эффективность применения APS-систем, – дополнительный срочный заказ на предприятии, где уже сформирована и выполняется производственная программа. При всей привлекательности выполнение нового заказа может повлечь за собой серьезные последствия: несвоевременное выполнение ранее принятых заказов, сбой в производственных циклах и в конечном итоге финансовые потери для предприятия. В этом случае необходимо принять решение, соглашаться ли на выполнение заказа, и если да, то какова должна быть его стоимость для покупателя.

Реализация концепции CSRP на конкретном предприятии позволяет управлять заказами клиентов и всей работой с ними на порядок точнее, чем при использовании предыдущих систем. Стало возможным ежечасное изменение производственного графика – при приеме каждого нового заказа можно полностью пересчитать производственную

программу с учетом приоритетных стратегий предприятия. При использовании классической ERP-системы это было практически непосильной задачей. Расчет детальной стоимости заказа или отдельных его составляющих стал возможен уже на этапе его формирования. Появилась возможность учесть вариации спецификации изделия или технологической цепочки, что часто требуется в полиграфической и других отраслях промышленности. Также учитываются все дополнительные операции по тестированию и административному обслуживанию заказа, не говоря уже о послепродажном обслуживании.

В рамках CSRP и аналогичных ей методик очень важна интеграция с системой управления ресурсами предприятия программных продуктов третьих фирм, реализующих специфические задачи управления и расчета ресурсов, характерных для конкретного предприятия. В целом применение новых методик управления ресурсами предприятия позволяет компании чувствовать себя уверенно даже в условиях нестабильности рынка и быстро меняющегося макроэкономического окружения. CSRP заставляет пересмотреть всю бизнеспрактику, фокусируя внимание на рыночной активности, а не на производственной деятельности. Бизнес-процессы синхронизируются с деятельностью покупателей. Для примера рассмотрим процесс обработки заказов. Планирование ресурсов, синхронизированное с потребностями покупателей (CSRP), предлагает модель бизнеса и набор инструментов, которые способны сделать партнерство с покупателем возможным и привычным.

Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем (CSRP), предлагает новый набор бизнес-правил, которые позволяют производителю создать покупательскую ценность – разработать решения и услуги, которые сделают их (производителей) востребованными на рынке. Бизнес-функции, предлагаемые CSRP-системами, позволяют производителю индивидуализировать продукцию, разработать решения и услуги, которые подчеркнут его ценность для клиентов. Все чаще конкурентные преимущества определяются как способность производителей в любое время удовлетворить уникальные потребности каждого отдельного покупателя и делать это постоянно.

Стандарт ERP. Системы ERP (Enterprise Resource Planning System – система планирования ресурсов предприятия) предназначены для управления финансовой и хозяйственной деятельностью предприятий. Это «верхний уровень» в иерархии систем управления предприятием, затрагивающий ключевые аспекты его производственной и ком-

мерческой деятельности. Такие системы создаются для предоставления руководству информации, способствующей принятию управленческих решений, а также для создания инфраструктуры электронного обмена данными предприятия с поставщиками и потребителями.

Все предприятия уникальны в своей финансовой и хозяйственной деятельности. Однако прогресс в области разработки программных решений для задач ERP обусловлен тем, что наряду со спецификой удается выделить задачи, общие для предприятий самых разных сфер деятельности (различные отрасли промышленности, сфера услуг, телекоммуникации, банки, государственные учреждения и др.). К таким общим задачам можно отнести управление материальными и финансовыми ресурсами, закупками, сбытом, заказами потребителей и поставками, управление кадрами, основными фондами, складами, бизнес-планирование и учет, бухгалтерию, расчеты с покупателями и поставщиками, ведение банковских счетов и прочее.

Со временем MRPII-система превратилась в систему планирования ресурсов предприятия ERP (Enterprise Resource Planning), также называемую иногда системой планирования ресурсов в масштабе предприятия. В основе ERP лежит принцип создания единого хранилища данных, содержащего всю деловую информацию, накопленную организацией в процессе ведения деловых операций, включая финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, или различные другие сведения.

Такой подход устраняет необходимость передачи данных между отдельными системами. Кроме того, любая часть информации, которой располагает организация, становится доступной одновременно для всех работников, обладающих соответствующими полномочиями. После того как была доказана применимость концепции ERP в условиях производства, стало возможным создание единого информационного ресурса, используемого коммерческой организацией в целом.

Системы ERP, в отличие от MRPII, ориентированы на управление «виртуальным предприятием», отражающим взаимодействие производства, поставщиков, партнеров и потребителей, представляющих собой автономно работающие предприятия или корпорации.

В ERP добавляются механизмы управления транснациональными корпорациями, включая поддержку нескольких часовых поясов, языков, валют, систем бухгалтерского учета и отчетности.

Увеличиваются требования к интеграции систем ERP с приложениями, уже используемыми на предприятии. В новых системах ERP

большое внимание уделяется средствам поддержки принятия решений и средствам интеграции с хранилищами данных (иногда включаемых в систему как новый модуль).

Стандарт ERP II. Авторитетная консалтинговая компания Gartner Group заявила о завершении эпохи ERP-систем в 1999 г. На смену была предложена концепция управления внутренними ресурсами и внешними связями предприятия ERP II (Enterprise Resource and Relationship Processing). Основная идея ERP II-системы заключается в выходе за рамки задач по оптимизации внутренних процессов организации.

В настоящее время ERP II-системы являются новейшей разработкой в сфере информационных управленческих решений. Историческое развитие новых концепций протекало в русле поглощения отработанных и зарекомендовавших себя стандартов и формирования на их основе новых, проверенных решений (рис. 5.3).

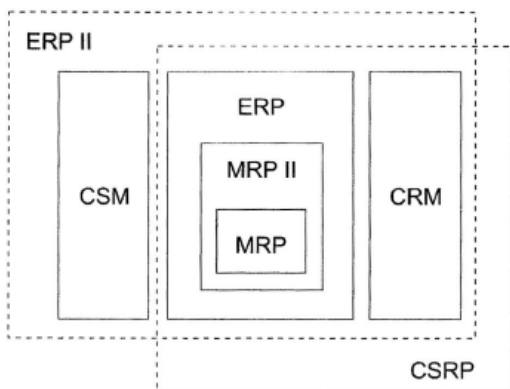


Рис. 5.3. Стандарты управления предприятием

Концепция ERP II предполагает развитие базовой ERP-функциональности путем совершенствования существующих модулей, т. е. в системах от версии к версии появляются все новые дополнительные возможности в финансовом, логистическом и производственном контурах, реализуется ведение раздельного учета по разным юридическим лицам в рамках одного приложения с общей базой данных.

Отличия ERP II от ERP-систем. Gartner Group определяет ERP II как бизнес-стратегию и набор специфичных для отрасли приложений, которые позволяют осуществлять внутренние и внешние бизнес-

процессы, совместные операционные и финансовые инициативы и дают возможность их оптимизации. Ключевые финансовые сферы ERPII – это бухгалтерский учет, купля-продажа продукции и материалов, ввод заказов и калькуляция себестоимости.

Назначение ERPII заключается не только в оптимизации ресурсов и обработке транзакций традиционных ERP-систем, но и в использовании информации. Данные функции ERP включает в процесс сотрудничества между предприятиями. Таким образом, роль ERP не ограничивается только осуществлением купли-продажи в рамках электронной коммерции. Предметная область ERPII распространяется за пределы ERP и затрагивает непроизводственные отрасли.

Внутренние функции этих отраслей выходят за пределы широкого понимания производства, распространения, финансов и объединяют специфические для отраслевого сектора или какой-либо отдельной отрасли действия.

Сконцентрированные в сети Интернет, рассчитанные на интеграцию архитектуры продуктов ERPII, они настолько отличаются от монолитных архитектур ERP, что требуют полной трансформации. ERPII расширяют функции ERP, такие как хранение всех данных внутри предприятия, до возможностей работы с данными, распределенными по торговому сообществу. В табл. 5.1 представлены основные отличия ERPII от ERP.

Таблица 5.1. Основные концепции CRM-стратегии

Параметр	ERP-система	ERPII-система
Роль системы на предприятии	Оптимизация процессов	Участие в цепочке, обеспечивающей увеличение прибыли, создание условий для совместной коммерции
Область применения	Производство и дистрибуция	Все сегменты и секторы
Функции	Производство, торговля (дистрибуция) и финансовые процессы	Межотраслевые и отраслевые сектора, специфические производственные процессы
Типы автоматизированных процессов	Внутренние, скрытые	Связаны на внешнем уровне
Архитектура	Монолитная, закрытая, как правило, основанная на веб-технологиях	Открытая, компонентная, интернет-ориентированная
Данные	Генерируемые и используемые внутри предприятия	Предназначены для внутреннего и внешнего использования

Таким образом, ERP II – это результат развития методик и технологии ERP в направлении более тесного взаимодействия предприятия с его клиентами и контрагентами. При этом управленческая информация компании не только используется для внутренних целей, но и служит для развития отношений сотрудничества с другими организациями.

Помимо новой управленческой ориентации системы ERP II характеризуются и некоторыми технологическими особенностями. Здесь имеется в виду интернет-ориентированная архитектура, которая существенно отличается от архитектуры традиционных ERP-систем. Это обусловлено тем, что управленческая информация, ранее хранимая и применяемая только внутри предприятия, теперь должна быть доступной для информационных систем клиентов и партнеров.

Таким образом, традиционная клиент-серверная архитектура начинает уступать место веб-клиентам и распределенным компонентным технологиям.

В концептуальном построении традиционных систем управления ресурсами предприятия ERP клиент рассматривается как элемент внешнего мира, не интегрированный в обслуживаемые ERP-системой бизнес-процессы. Смысл такого устройства систем для управления компанией заключается в стратегическом фокусировании бизнеса на оптимизации только внутренней деятельности самого предприятия, что в настоящее время устарело. Многие подразделения предприятия, контактирующие с внешним миром, разобщены, хотя взаимодействуют с одними и теми же контрагентами. Отсутствие единого подхода в работе с клиентом оказывает негативное влияние на эффективность работы на рынке – компания теряет возможность увеличить продажи и повысить уровень лояльности клиентов.

Интегрировать клиента внутрь компании, предоставить ему индивидуальное обслуживание – основная задача бизнес-планирования. В рамках этой задачи появилась целая стратегия, направленная на смещение усилий по наведению порядка внутри компании в сторону обслуживания клиентов, названная CRM (Customer Relationship Management).

CRM – это стратегия компании, определяющая взаимодействие с клиентами во всех организационных аспектах: она касается рекламы, продажи, доставки и обслуживания клиентов, дизайна и производства новых продуктов, выставления счетов и т. п.

Стратегия основана на выполнении следующих условий:

- наличие единого хранилища информации, содержащего сведения обо всех случаях взаимодействия с клиентами;
- синхронизация управления множественными каналами взаимодействия (т. е. существуют организационные процедуры, которые регламентируют использование этой системы и информации в каждом подразделении компании);
- постоянный анализ собранной информации о клиентах и принятие соответствующих организационных решений, например о ранжировании клиентов, исходя из их значимости для компании, выработке индивидуального подхода к клиентам согласно их специфическим потребностям и запросам.

7.2. Системы искусственного интеллекта

Данные и знания. Базы знаний. При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос – что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, десятилетиями обрабатываемых ЭВМ. Можно предложить несколько рабочих определений, в рамках которых это становится очевидным.

Данные – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления в предметной области, а также их свойства.

При обработке на ЭВМ данные трансформируются, условно проходя следующие этапы:

- данные как результат измерений и наблюдений;
- данные на материальных носителях информации (таблицы, протоколы, справочники);
- модели (структуры) данных в виде диаграмм, графиков, функций;
- данные в компьютере на языке описания данных;
- базы данных на машинных носителях.

Знания связаны с данными, основываются на них, но представляют результат мыслительной деятельности человека, обобщают его опыт, полученный в ходе выполнения какой-либо практической деятельности. Они получаются эмпирическим путем.

Знания – это выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области.

При обработке на ЭВМ знания трансформируются аналогично данным:

- знания в памяти человека как результат мышления;
- материальные носители знаний (учебники, методические пособия);

- поле знаний – условное описание основных объектов предметной области, их атрибутов и закономерностей, их связывающих;
- знания, описанные на языках представления знаний (продукционные языки, семантические сети, фреймы – см. далее);
- базы знаний.

Часто используется такое определение знаний:

– знания – это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Для хранения данных используются базы данных (для них характерны большой объем и относительно небольшая удельная стоимость информации), для хранения знаний – базы знаний (небольшого объема, но исключительно дорогие информационные массивы). База знаний – основа любой интеллектуальной системы.

Знания могут быть классифицированы по следующим категориям:

- поверхностные – знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области;
- глубинные – абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и процессы в предметной области.

Современные экспертные системы работают в основном с поверхностными знаниями. Это связано с тем, что на данный момент нет адекватных моделей, позволяющих работать с глубинными знаниями.

Кроме того, знания можно разделить на процедурные и декларативные. Исторически первичными были процедурные знания, т. е. знания, «растворенные» в алгоритмах. Они управляли данными. Для их изменения требовалось изменять программы. Однако с развитием искусственного интеллекта приоритет данных постепенно изменялся, и все большая часть знаний сосредоточивалась в структурах данных (таблицы, списки, абстрактные типы данных), т. е. увеличивалась роль декларативных знаний.

Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, т. е. знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному и понятных неспециалистам.

Существуют десятки моделей (или языков) представления знаний для различных предметных областей. Большинство из них может быть сведено к следующим классам:

- продукционные;
- семантические сети;
- фреймы;
- формальные логические модели.

Модели представления знаний.

Продукционная модель. Продукционная модель, или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа: ***Если (условие), то (действие).***

Под условием понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под действием – действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они могут быть промежуточными, выступающими далее как условия, и терминальными или целевыми, завершающими работу системы).

При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил. Программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода. Чаще всего вывод бывает прямой (от данных к поиску цели) или обратный (от цели для ее подтверждения – к данным). Данные – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода – программа, перебирающая правила из базы.

Пример 1. Имеется фрагмент базы знаний из двух правил: П1: Если «отдых – летом» и «человек – активный», то «ехать в горы». П2: Если «любит солнце», то «отдых летом».

Предположим, в систему поступили данные – «человек активный» и «любит солнце». Прямой вывод – исходя из данных, получить ответ.

1-й проход.

Шаг 1. Пробуем П1, не работает (не хватает данных «отдых – летом»).

Шаг 2. Пробуем П2, работает, в базу поступает факт «отдых летом».

2-й проход.

Шаг 3. Пробуем П1, работает, активируется цель «ехать в горы», которая и выступает как совет, который дает ЭС.

Обратный вывод – подтвердить выбранную цель с помощью имеющихся правил и данных.

1-й проход.

Шаг 1. Цель – «ехать в горы»: пробуем П1 – данных «отдых – летом» нет, они становятся новой целью, и ищется правило, где она в правой части.

Шаг 2. Цель «отдых – летом»: правило П2 подтверждает цель и активирует ее.

2-й проход.

Шаг 3. Пробуем П1, подтверждается искомая цель.

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода.

Имеется большое число программных средств, реализующих продукционный подход (язык OPS 5; «оболочки» или «пустые» ЭС – EXSYS, ЭКСПЕРТ; инструментальные системы ПИЭС и СПЭИС и др.), а также промышленных ЭС на его основе (ФИАКР) и др.

Семантические сети. Термин семантическая означает смысловая, а сама семантика – это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они обозначают, т. е. наука, определяющая смысл знаков.

Семантическая сеть – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними.

Понятиями обычно выступают абстрактные или конкретные объекты, а отношения – это связи типа: «это» («is»), «имеет частью» («has part»), «принадлежит», «любит». Характерной особенностью семантических сетей является обязательное наличие трех типов отношений:

- класс – элемент класса;
- свойство – значение;
- пример элемента класса.

Можно ввести несколько классификаций семантических сетей. Например, *по количеству типов отношений*:

- однородные (с единственным типом отношений);
- неоднородные (с различными типами отношений).

По типам отношений:

• бинарные (в которых отношения связывают два объекта);

• *n*-арные (в которых есть специальные отношения, связывающие более двух понятий). Наиболее часто в семантических сетях используются следующие отношения:

- связи типа «часть-целое» («класс-подкласс», «элемент-множество» и т. п.);
- функциональные связи (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет» ...);
- количественные (больше, меньше, равно ...);
- пространственные (далеко от, близко от, за, под, над ...);
- временные (раньше, позже, в течение ...);
- атрибутивные связи (иметь свойство, иметь значение ...);
- логические связи (и, или, не) и др.

Проблема поиска решения в базе знаний типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети, соответствующей поставленному вопросу.

Пример. На рис. 5.4 изображена семантическая сеть. В качестве вершин – понятия: Человек, Иванов, Волга, Автомобиль, Вид транспорта, Двигатель.

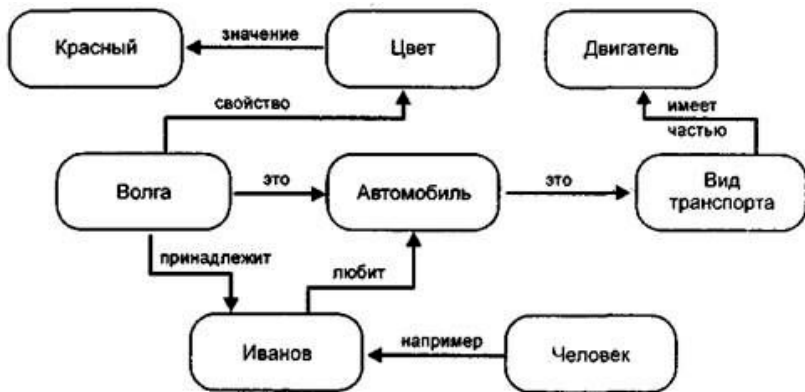


Рис. 5.4. Семантическая сеть

Основное преимущество этой модели – в соответствии с современными представлениями об организации долговременной памяти человека. Недостаток модели – сложность поиска вывода на семантической сети.

Для реализации семантических сетей существуют специальные сетевые языки, например NET и др. Широко известны экспертные системы, использующие семантические сети в качестве языка представления знаний – PROSPECTOR, CASNET, TORUS.

Фреймы. Фрейм (англ. *frame* – каркас или рамка) предложен М. Минским в 70-е гг. как структура знаний для восприятия пространственных сцен. Эта модель, как и семантическая сеть, имеет глубокое психологическое обоснование.

Под фреймом понимается абстрактный образ или ситуация. В психологии и философии известно понятие абстрактного образа. Например, слово «комната» вызывает у слушающих образ комнаты: жилое помещение с четырьмя стенами, полом, потолком, окнами и дверью, площадью 6–20 м²». Из этого описания ничего нельзя убрать (напри-

мер, убрав окна, мы получим уже чулан, а не комнату), но в нем есть «дырки», или «слоты», – это незаполненные значения некоторых атрибутов – количество окон, цвет стен, высота потолка, покрытие пола и др.

В теории фреймов такой образ называется фреймом. Фреймом называется также и формализованная модель для отображения образа.

Структуру фрейма можно представить так:

– *имя фрейма*: (имя 1-го слота: значение 1-го слота), (имя 2-го слота: значение 2-го слота), (имя N-го слота: значение N-го слота).

Ту же запись представим в виде схемы, дополнив двумя столбцами.

Имя фрейма			
имя слота	тип слота	значение слота	присоединенная процедура

В схеме дополнительные столбцы предназначены для описания типа слота и возможного присоединения к тому или иному слоту специальных процедур, что допускается в теории фреймов. В качестве значения слота может выступать имя другого фрейма; так образуют сети фреймов.

Различают фреймы-образцы, или прототипы, хранящиеся в базе знаний, и фреймы-экземпляры, которые создаются для отображения реальных ситуаций на основе поступающих данных.

Модель фрейма является достаточно универсальной, поскольку позволяет отобразить все многообразие знаний о мире:

- через фреймы-структуры, для обозначения объектов и понятий (заем, залог, вексель);
- фреймы-роли (менеджер, кассир, клиент);
- фреймы-сценарии (банкротство, собрание акционеров, празднование именин);

• фреймы-ситуации (тревога, авария, рабочий режим устройства) и др. Важнейшим свойством теории фреймов является заимствованное из теории семантических сетей наследование свойств. И во фреймах, и в семантических сетях наследование происходит по АКО-связям (A-Kind-Of = это). Слот АКО указывает на фрейм более высокого уровня иерархии, откуда неявно наследуются, т. е. переносятся, значения аналогичных слотов.

Пример 2. Например, в сети фреймов, представленной на рис. 5.5, понятие «ученик» наследует свойства фреймов «ребенок» и «человек», которые находятся на более высоком уровне иерархии. Так, на вопрос: «Любят ли ученики сладкое?» Следует ответ: «Да», так как этим свой-

ством обладают все дети, что указано во фрейме «ребенок». Наследование свойств может быть частичным, так, возраст для учеников не наследуется из фрейма «ребенок», поскольку указан явно в своем собственном фрейме.

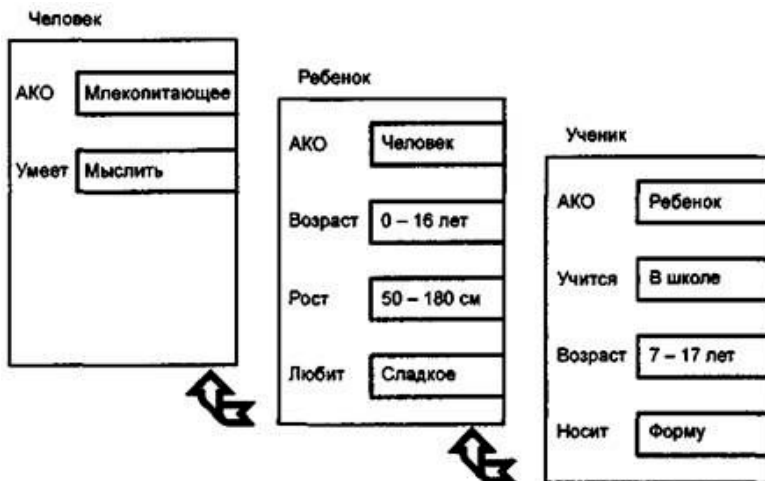


Рис. 5.5. Сеть фреймов

Основным преимуществом фреймов как модели представления знаний является способность отражать концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность.

Специальные языки представления знаний в сетях фреймов FRL (Frame Representation Language) и другие позволяют эффективно строить промышленные ЭС. Широко известны такие фреймоориентированные экспертные системы, как ANALYST, МОДИС.

Формальные логические модели. Традиционно в представлении знаний выделяют формальные логические модели, основанные на классическом исчислении предикатов I порядка, когда предметная область или задача описывается в виде набора аксиом. Мы опустим описание этих моделей, так как эта логическая модель применима в основном в исследовательских «игрушечных» системах и предъявляет очень высокие требования и ограничения к предметной области.

История развития искусственного интеллекта за рубежом. Идея создания искусственного подобия человеческого разума для решения

сложных задач и моделирования мыслительной способности волновала людей с древнейших времен. Впервые ее выразил Р. Луллий (ок. 1235 – ок. 1315), который еще в XIV в. пытался создать машину для решения различных задач на основе всеобщей классификации понятий.

В XVIII в. Г. Лейбниц (1646–1716) и Р. Декарт (1596–1650) независимо друг от друга развили эту идею, предложив универсальные языки классификации всех наук. Эти идеи легли в основу теоретических работ в области создания искусственного интеллекта.

Развитие искусственного интеллекта как научного направления стало возможным только после создания ЭВМ. Это произошло в 40-х гг. XX в. В это же время Н. Винер (1894–1964) создал свои основополагающие работы по новой науке – кибернетике.

Термин искусственный интеллект (artificial intelligence) предложен в 1956 г. на семинаре с аналогичным названием в Станфордском университете (США). Семинар был посвящен разработке логических, а не вычислительных задач. Вскоре после признания искусственного интеллекта самостоятельной отраслью науки произошло разделение на два основных направления: нейрокибернетику и кибернетику «черного ящика». И только в настоящее время стали заметны тенденции к объединению этих частей вновь в единое целое.

Основную идею нейрокибернетики можно сформулировать следующим образом. Единственный объект, способный мыслить, – это человеческий мозг. Поэтому любое «мыслящее» устройство должно каким-то образом воспроизводить его структуру.

Таким образом, нейрокибернетика ориентирована на аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга. Физиологами давно установлено, что основой человеческого мозга является большое количество (до 1021) связанных между собой и взаимодействующих нервных клеток – нейронов. Поэтому усилия нейрокибернетики были сосредоточены на создании элементов, аналогичных нейронам, и их объединении в функционирующие системы. Эти системы принято называть нейронными сетями, или нейросетями.

Первые нейросети были созданы в конце 50-х гг. американскими учеными Г. Розенблаттом и П. Мак Каллоком. Это были попытки создать системы, моделирующие человеческий глаз и его взаимодействие с мозгом. Устройство, созданное ими, получило название перцептрона. Оно умело различать буквы алфавита, но было чувствительно к их написанию, например, буквы А, А и А для этого устройства

были тремя разными знаками. Постепенно в 70–80 гг. количество работ по этому направлению искусственного интеллекта стало снижаться. Слишком неутожительными оказались первые результаты. Авторы объясняли неудачи малой памятью и низким быстродействием существующих в то время компьютеров.

Однако в середине 80-х гг. в Японии в рамках проекта разработки компьютера V поколения, основанного на знаниях, был создан компьютер VI поколения, или нейрокомпьютер. К этому времени ограничения по памяти и быстродействию были практически сняты. Появились транспьютеры – параллельные компьютеры с большим количеством процессоров. От транспьютеров был один шаг до нейрокомпьютеров, моделирующих структуру мозга человека. Основная область применения нейрокомпьютеров – распознавание образов.

В настоящее время используются три подхода к созданию нейросетей:

- аппаратный – создание специальных компьютеров, плат расширения, наборов микросхем, реализующих все необходимые алгоритмы;
- программный – создание программ и инструментариев, рассчитанных на высокопроизводительные компьютеры. Сети создаются в памяти компьютера, всю работу выполняют его собственные процессоры;
- гибридный – комбинация первых двух. Часть вычислений выполняют специальные платы расширения (сопроцессоры), часть – программные средства.

В основу кибернетики «черного ящика» лег принцип, противоположный нейрокибернетике. Не имеет значения, как устроено «мыслящее» устройство. Главное, чтобы на заданные входные воздействия оно реагировало так же, как человеческий мозг.

Это направление искусственного интеллекта было ориентировано на поиски алгоритмов решения интеллектуальных задач на существующих моделях компьютеров. В 1956–1963 гг. велись интенсивные поиски моделей и алгоритма человеческого мышления и разработка первых программ. Оказалось, что ни одна из существующих наук – философия, психология, лингвистика – не может предложить такого алгоритма. Тогда кибернетики предложили создать собственные модели. Были созданы и опробованы различные подходы.

В конце 50-х гг. родилась модель лабиринтного поиска. Этот подход представляет задачу как некоторый граф, отражающий простран-

ство состояний, и в этом графе проводится поиск оптимального пути от входных данных к результирующим. Была проделана большая работа по разработке этой модели, но в решении практических задач идея большого распространения не получила.

Начало 60-х гг. – эпоха эвристического программирования. Эвристика – правило, теоретически не обоснованное, но позволяющее сократить количество переборov в пространстве поиска. Эвристическое программирование – разработка стратегии действий на основе известных, заранее заданных эвристик.

В 1963–1970 гг. к решению задач стали подключать методы математической логики. На основе метода резолюций, позволившего автоматически доказывать теоремы при наличии набора исходных аксиом, в 1973 г. создается язык Пролог.

Существенный прорыв в практических приложениях искусственного интеллекта произошел в середине 70-х гг., когда на смену поискам универсального алгоритма мышления пришла идея моделировать конкретные знания специалистов-экспертов. В США появились первые коммерческие системы, основанные на знаниях, или экспертные системы. Пришел новый подход к решению задач искусственного интеллекта – представление знаний. Созданы MYCIN и DENDRAL – ставшие уже классическими экспертные системы для медицины и химии. Объявлено несколько глобальных программ развития интеллектуальных технологий – ESPRIT (Европейский Союз), DARPA (Министерство обороны США), японский проект машин V поколения.

Начиная с середины 80-х гг. происходит коммерциализация искусственного интеллекта. Растут ежегодные капиталовложения, создаются промышленные экспертные системы. Растет интерес к самообучающимся системам.

История развития искусственного интеллекта в России. В 1954 г. в МГУ под руководством профессора Л. Л. Ляпунова (1911–1973) начал свою работу семинар «Автоматы и мышление». В этом семинаре принимали участие крупнейшие физиологи, лингвисты, психологи, математики. Принято считать, что именно в это время родился искусственный интеллект в России. Как и за рубежом, выделились направления нейрокибернетики и кибернетики «черного ящика».

Среди наиболее значимых результатов, полученных отечественными учеными, следует отметить алгоритм «Кора» М. Бонгарда, моделирующий деятельность человеческого мозга при распознавании образов (60-е гг.).

В 1945–1964 гг. создаются отдельные программы и исследуется поиск решения логических задач. В Ленинграде (ЛОМИ – Ленинградское отделение математического института им. В. А. Стеклова) создается программа, автоматически доказывающая теоремы (АЛПЕВ ЛОМИ). Она основана на оригинальном обратном выводе С. Ю. Маслова, аналогичном методу резолюций Робинсона.

В 1965–1980 гг. получает развитие новая наука – ситуационное управление (соответствует представлению знаний в западной терминологии). Основоположник этой научной школы – профессор Д. А. Поспелов. Разработаны специальные модели представления ситуаций – представления знаний.

В 1980–1990 гг. проводятся активные исследования в области представления знаний, разрабатываются языки представления знаний, экспертные системы (более 300). В Московском государственном университете создается язык РЕФАЛ.

В 1988 г. создается АИИ – Ассоциация искусственного интеллекта. Ее членами являются более 300 исследователей. Президент Ассоциации – Д. А. Поспелов. Крупнейшие центры расположены в Москве, Петербурге, Переславле-Залесском, Новосибирске.

В рамках Ассоциации проводится большое количество исследований, собираются конференции, издается журнал. Уровень теоретических исследований по искусственному интеллекту в России ничуть не ниже мирового. К сожалению, начиная с 1975 г. на развитии этого направления сказалось прогрессирующее отставание в технологии. На данный момент отставание в области промышленных интеллектуальных систем составляет порядка 5–7 лет.

Направления развития искусственного интеллекта. Искусственный интеллект – это одно из направлений информатики, цель которого разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои задачи, традиционно считающиеся интеллектуальными, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка.

Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях. Это основное направление искусственного интеллекта. Оно связано с разработкой моделей представления знаний, созданием баз знаний, образующих ядро экспертных систем (ЭС). В последнее время включает в себя модели и методы извлечения и структурирования знаний и сливается с инженерией знаний.

Игры и творчество. Традиционно искусственный интеллект включает в себя игровые интеллектуальные задачи – шахматы, шашки, го.

В основе лежит один из ранних подходов – лабиринтная модель плюс эвристики. Сейчас это скорее коммерческое направление, так как в научном плане эти идеи считаются тупиковыми.

Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. В 50-х гг. одной из популярных тем исследований искусственного интеллекта являлась область машинного перевода. Первая программа в этой области – переводчик с английского языка на русский. Первая идея – пословный перевод, оказалась неплодотворной. В настоящее время используется более сложная модель, включающая анализ и синтез естественно-языковых сообщений, которая состоит из нескольких блоков. Для анализа – это:

- морфологический анализ – анализ слов в тексте;
- синтаксический анализ – анализ предложений, грамматики и связей между словами;
- семантический анализ – анализ смысла каждого предложения на основе некоторой предметно-ориентированной базы знаний;
- прагматический анализ – анализ смысла предложений в окружающем контексте на основе собственной базы знаний.

Синтез включает аналогичные этапы, но несколько в другом порядке.

Распознавание образов. Традиционное направление искусственного интеллекта, берущее начало у самых его истоков. Каждому объекту ставится в соответствие матрица признаков, по которой происходит его распознавание. Это направление близко к машинному обучению, тесно связано с нейрокибернетикой.

Новые архитектуры компьютеров. Это направление занимается разработкой новых аппаратных решений и архитектур, направленных на обработку символьных и логических данных. Создаются Пролог и Лисп-машины, компьютеры V и VI поколений. Последние разработки посвящены компьютерам баз данных и параллельным компьютерам.

Интеллектуальные роботы. Роботы – это электромеханические устройства, предназначенные для автоматизации человеческого труда.

Идея создания роботов исключительно древняя. Само слово появилось в 20-х гг. Его автор – чешский писатель Карел Чапек. Со времени создания сменилось несколько поколений роботов.

Роботы с жесткой схемой управления. Практически все современные промышленные роботы принадлежат к первому поколению. Фактически это программируемые манипуляторы.

Адаптивные роботы с сенсорными устройствами. Есть образцы таких роботов, но в промышленности они пока не используются.

Самоорганизующиеся, или интеллектуальные, роботы. Это конечная цель развития робототехники. Основная проблема при создании интеллектуальных роботов – проблема машинного зрения.

В настоящее время в мире изготавливается более 60 тыс. роботов в год.

Специальное программное обеспечение. В рамках этого направления разрабатываются специальные языки для решения задач невычислительного плана. Эти языки ориентированы на символьную обработку информации – LISP, PROLOG, SMALLTALK, РЕФАЛ и др. Помимо этого создаются пакеты прикладных программ, ориентированные на промышленную разработку интеллектуальных систем, или программные инструментарии искусственного интеллекта, например КЕЕ, ARTS. Достаточно популярно создание так называемых пустых экспертных систем, или «оболочек», – EXSYS, MI и др., в которых можно наполнять базы знаний, создавая различные системы.

Обучение и самообучение. Активно развивающаяся область искусственного интеллекта. Включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление знаний на основе анализа и обобщения данных. Включает обучение по примерам (или индуктивное), а также традиционные подходы распознавания образов.

5.3. Экспертные системы: структура и классификация

В Республике Беларусь современное состояние разработок в области экспертных 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 для 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 республики.

Современные экспертные системы широко используются для тиражирования опыта и 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 не нуждается в экспертных системах (рис. 5.6).

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 (рис. 5.7).



Рис. 5.6. Предметная область, непригодная для создания экспертной системы



Рис. 5.7. Предметная область, пригодная для создания экспертной системы

Обобщенная структура экспертной системы. Экспертные системы (ЭС) – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Обобщенная структура экспертной системы представлена на рис. 5.8. Следует учесть, что реальные экспертные системы могут иметь более сложную структуру, однако блоки, изображенные на рисунке, непременно присутствуют в любой действительно экспертной системе, поскольку являют собой негласный канон на структуру современной экспертной системы.



Рис. 5.8. Структура экспертной системы

Определим основные термины.

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: когнитолог, 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 существует БЗ во внутреннем «машинном» представлении.

Решатель – программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ. Синонимы: дедуктивная машина, блок логического вывода.

Подсистема объяснений – программа, позволяющая пользователю получить ответы на вопросы: «Как была получена та или иная рекомендация?» и «Почему система приняла такое решение?» Ответ на вопрос «как» – это трассировка всего процесса получения 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 (*help* – режим) и других 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.

Классификация экспертных систем.

Класс «экспертные системы» в настоящее время объединяет несколько тысяч различных программных комплексов, которые можно классифицировать по различным критериям. Полезными могут оказаться следующие классификации (рис. 5.9).

Классификация по решаемой задаче.

Интерпретация данных. Это одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается определение смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Обычно предусматривается многовариантный анализ данных.



Рис. 5.9. Классификация экспертных систем

Диагностика. Под диагностикой понимается обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность – это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с единых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Важной спецификой является необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы.

Проектирование. Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определенными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов – чертеж, пояснительная записка и т. д. Основные проблемы здесь – получение четкого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и, в еще большей степени, перепроектирования 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 объяснения.

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, затем в работе способны диагностировать сла-

бые места в знаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успехов ученика с целью передачи знаний.

Классификация по связи с реальным временем.

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.

Классификация по степени интеграции с другими программами:

Автономные ЭС работают непосредственно в режиме консультаций с пользователем для специфических экспертных задач, для решения 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 над ППП или интегрированная среда для решения сложной задачи с элементами экспертных знаний.

Несмотря на внешнюю привлекательность гибридного подхода, следует отметить, что разработка таких систем являет собой задачу, 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.

Инструментальные средства построения экспертных систем.

Традиционные языки программирования. В эту группу инструментальных средств входят традиционные языки программирования (C, C++, Basic, SmallTalk, Fortran и т. д.), ориентированные в основном на численные алгоритмы и слабо подходящие для работы с символическими и логическими данными. Поэтому создание систем искусственного интеллекта на основе этих языков требует большой работы программистов. Однако большим достоинством этих языков является высокая эффективность, связанная с их близостью к традиционной машинной архитектуре. Кроме того, использование традиционных языков программирования позволяет включать интеллектуальные подсистемы (например, интегрированные экспертные системы) в крупные программные комплексы общего назначения. Среди традиционных

языков наиболее удобными считаются объектно-ориентированные (SmallTalk, C++). Это связано с тем, что парадигма объектно-ориентированного программирования тесно связана с фреймовой моделью представления знаний. Кроме того, традиционные языки программирования используются для создания других классов инструментальных средств искусственного интеллекта.

Языки искусственного интеллекта. Это прежде всего Лисп (LISP) и Пролог (Prolog) – наиболее распространенные языки, предназначенные для решения задач искусственного интеллекта. Есть и менее распространенные языки искусственного интеллекта, например РЕФАЛ, разработанный в России. Универсальность этих языков меньшая, нежели традиционных языков, но ее потерю языки искусственного интеллекта компенсируют богатыми возможностями по работе с символическими и логическими данными, что крайне важно для задач искусственного интеллекта. На основе языков искусственного интеллекта создаются специализированные компьютеры (например, Лисп-машины), предназначенные для решения задач искусственного интеллекта. Недостаток этих языков – неприменимость для создания гибридных экспертных систем.

Специальный программный инструментарий. В эту группу программных средств искусственного интеллекта входят специальные инструментарии общего назначения. Как правило, это библиотеки и надстройки над языком искусственного интеллекта Лисп: KEE (Knowledge Engineering Environment), FRL (Frame Representation Language), KRL (Knowledge Representation Language), ARTS и др., позволяющие пользователям работать с заготовками экспертных систем на более высоком уровне, нежели это возможно в обычных языках искусственного интеллекта.

Оболочки. Под «оболочками» (shells) понимают «пустые» версии существующих экспертных систем, т. е. готовые экспертные системы без базы знаний. Примером такой оболочки может служить EMYCIN (Empty MYCIN – пустой MYCIN), которая представляет собой незаполненную экспертную систему MYCIN. Достоинство оболочек в том, что они вообще не требуют работы программистов для создания готовой экспертной системы. Требуется только специалист(ы) в предметной области для заполнения базы знаний. Однако если некоторая предметная область плохо укладывается в модель, используемую в некоторой оболочке, заполнить базу знаний в этом случае весьма непросто.

Технология разработки экспертных систем. Этапы разработки.

Разработка программных комплексов экспертных систем как за рубежом, так и в нашей стране находится на уровне скорее искусства, чем науки. Это связано с тем, что долгое время системы искусственного интеллекта внедрялись в основном во время фазы проектирования, а чаще всего разрабатывалось несколько прототипных версий программ, прежде чем был получен конечный продукт. Такой подход действует хорошо в исследовательских условиях, однако в коммерческих условиях он является слишком дорогим, чтобы оправдать коммерчески жизненный продукт.

Процесс разработки промышленной экспертной системы, опираясь на традиционные технологии, можно разделить на шесть более или менее независимых от предметной области этапов (рис. 5.10).

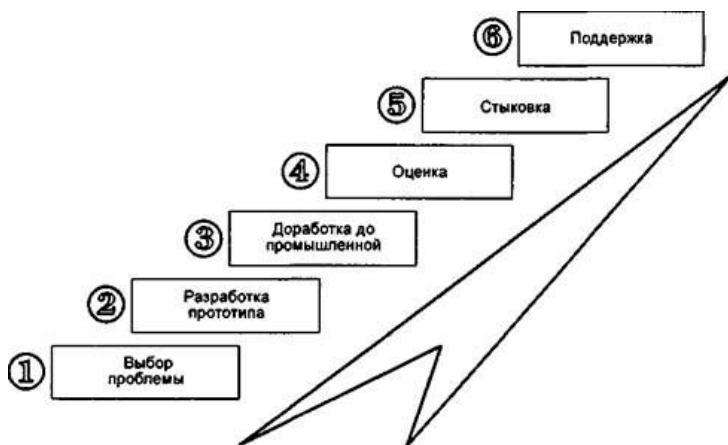


Рис. 5.10. Этапы разработки ЭС

Последовательность этапов дана для общего представления о создании идеального проекта. Конечно, последовательность эта не вполне фиксированная. В действительности каждый последующий этап разработки ЭС приносит новые идеи, которые могут повлиять на предыдущие решения и даже привести к их переработке.

За разработку экспертных систем целесообразно браться организации, где накоплен опыт по автоматизации рутинных процедур обработки информации, например:

- информационный поиск;

- сложные расчеты;
- графика;
- обработка текстов.

Решение таких задач, во-первых, подготавливает высококвалифицированных специалистов по информатике, необходимых для создания интеллектуальных систем, во-вторых, позволяет отделить от экспертных систем неэкспертные задачи.

Этап 1: выбор подходящей проблемы. Он включает:

- определение проблемной области и задачи;
- нахождение эксперта, желающего сотрудничать при решении проблемы, и назначение коллектива разработчиков;
- определение предварительного подхода к решению проблемы;
- анализ расходов и прибыли от разработки;
- подготовку подробного плана разработки.

При выборе области применения следует учитывать, что если знание, необходимое для решения задач, постоянное, четко формулируемое и связано с вычислительной обработкой, то обычные алгоритмические программы, по всей вероятности, будут самым целесообразным способом решения проблем в этой области.

Экспертная система ни в коем случае не устранит потребность в реляционных базах данных, статистическом программном обеспечении, электронных таблицах и системах текстовой обработки. Но если результативность задачи зависит от знания, которое является субъективным, изменяющимся, символьным или вытекающим частично из соображений здравого смысла, тогда область может обоснованно выступать претендентом на экспертную систему.

Приведем некоторые факты, свидетельствующие о необходимости разработки и внедрения экспертных систем:

- нехватка специалистов, тратящих много времени для оказания помощи другим;
- потребность в многочисленном коллективе специалистов, поскольку ни один из них не обладает достаточными знаниями;
- сниженная производительность, поскольку задача требует полного анализа сложного набора условий, а обычный специалист не в состоянии просмотреть (за отведенное время) все эти условия;
- большое расхождение между решениями самых хороших и самых плохих исполнителей;
- наличие конкурентов, имеющих преимущество в том, что они лучше справляются с поставленной задачей.

Данные задачи имеют следующие характеристики:

- являются узкоспециализированными;
- не зависят в значительной степени от общечеловеческих знаний или соображений здравого смысла;
- не являются для эксперта ни слишком легкими, ни слишком сложными (время, необходимое эксперту для решения проблемы, может составлять от трех часов до трех недель);
- условия исполнения задачи определяются самим пользователем системы;
- имеют результаты, которые можно оценить.

Этап 2: разработка прототипной системы. Прототипная система является усеченной версией экспертной системы, спроектированной для проверки правильности кодирования фактов, связей и стратегий рассуждения эксперта. Она также дает возможность инженеру по знаниям привлечь эксперта к активному участию в разработке экспертной системы и, следовательно, к принятию им обязательства приложить все усилия для создания системы в полном объеме.

Объем прототипа – несколько десятков правил, фреймов или примеров. На рис. 5.11 изображены шесть стадий разработки прототипа и минимальный коллектив разработчиков, занятых на каждой из стадий.



Рис. 5.11. Стадии разработки прототипа ЭС

Этап 3: развитие прототипа до промышленной ЭС. При неудовлетворительном функционировании прототипа эксперт и инженер по знаниям имеют возможность оценить, что именно будет включено в разработку окончательного варианта системы.

Если первоначально выбранные объекты или свойства оказываются неподходящими, их необходимо изменить. Можно сделать оценку общего числа эвристических правил, необходимых для создания окончательного варианта экспертной системы. Иногда при разработке промышленной системы выделяют дополнительные этапы для перехода: демонстрационный прототип – исследовательский прототип – действующий прототип – промышленная система.

Однако чаще реализуется плавный переход от демонстрационного прототипа к промышленной системе, при этом, если программный инструментарий выбран удачно, необязательна перепись другими программными средствами.

Основное на третьем этапе заключается в добавлении большого числа дополнительных эвристик. Эти эвристики обычно увеличивают глубину системы, обеспечивая большее число правил для трудноуловимых аспектов отдельных случаев. В то же время эксперт и инженер по знаниям могут расширить охват системы, включая правила, управляющие дополнительными подзадачами или дополнительными аспектами экспертной задачи (метазнания).

После установления основной структуры ЭС инженер по знаниям приступает к разработке и адаптации интерфейсов, с помощью которых система будет общаться с пользователем и экспертом. Необходимо обратить особое внимание на языковые возможности интерфейсов, их простоту и удобство для управления работой ЭС. Система должна обеспечивать пользователю возможность легким и естественным образом спрашивать непонятное, приостанавливать работу и т. д. В частности, могут оказаться полезными графические представления.

На этом этапе разработки большинство экспертов узнают достаточно о вводе правил и могут сами вводить в систему новые правила. Таким образом начинается процесс, во время которого инженер по знаниям передает право собственности и контроля за системой эксперту для уточнения, детальной разработки и обслуживания.

Этап 4: оценка системы. После завершения этапа разработки промышленной экспертной системы необходимо провести ее тестирование в отношении критериев эффективности. Экспертные системы оцениваются главным образом для того, чтобы проверить точность работы программы и ее полезность.

Этап 5: стыковка системы. На этом этапе осуществляется стыковка экспертной системы с другими программными средствами в среде, в которой она будет работать, и обучение людей, которых она будет обслуживать.

Когда экспертная система уже готова, инженер по знаниям должен убедиться в том, что эксперты, пользователи и персонал знают, как эксплуатировать и обслуживать ее. После передачи им своего опыта в области информационной технологии инженер по знаниям может полностью предоставить ее в распоряжение пользователей.

Этап 6: поддержка системы. При перекодировании системы на язык, подобный Си, повышается ее быстродействие и увеличивается переносимость, однако гибкость при этом уменьшается. Это приемлемо лишь в том случае, если система сохраняет все знания проблемной области и это знание не будет изменяться в ближайшем будущем. Однако, если экспертная система создана именно из-за того, что проблемная область изменяется, то необходимо поддерживать систему в инструментальной среде разработки.

Контрольные вопросы

1. Что такое корпоративная информационная система?
2. Отличие корпоративной информационной системы от информационных систем.
3. Опишите структуру корпоративной информационной системы.
4. Перечислите требования, предъявляемые к КИС.
5. Какие международные стандарты известны в области КИС?
6. Что такое знания?
7. Чем отличаются знания от данных?
8. Перечислите основные классы моделей знаний.
9. Опишите обобщенную структуру экспертной системы.
10. Представьте классификацию экспертных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корпоративные информационные системы: пособие / Л. К. Голенда [и др.]; под общ. ред. Л. К. Голенда, Н. Н. Говядиновой. – Минск: БГЭУ, 2011. – 291 с.
2. Олейник, П. П. Корпоративные информационные системы: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / П. П. Олейник. – СПб.: Питер, 2012. – 176 с.
3. Матяш, С. А. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие / С. А. Матяш. – Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 471 с.
4. Гантц, И. С. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие / И. С. Гантц. – Москва: ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», 2021. – 68 с.
5. Борисов, В. В. Экспертные системы: учеб. пособие по направлению «Информатика и вычислительная техника» [Текст] / В. В. Борисов, А. В. Бобряков, А. Е. Мисник. – Смоленск: Универсум, 2021. – 110 с.
6. Герман, О. В. Экспертные системы: учеб.-метод. пособие / О. В. Герман. – Минск: БГУИР, 2008. – 91 с.