

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

А.В. МАЙСТРЕНКО, Н.В. МАЙСТРЕНКО

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлениям 220100 «Системный анализ и управление»,
230400 «Информационные системы и технологии»*

2-е издание, стереотипное



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

УДК 004(075)
ББК 81я73
М149

Рецензенты:

Проректор по учебно-методической работе Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова,
кандидат химических наук, доцент
В.А. Соломонов

Заведующий кафедрой математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов
Санкт-Петербургского государственного технологического института,
доктор технических наук, профессор
В.А. Холоднов

Майстренко, А.В.

М149 Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике : учебное пособие / А.В. Майстренко, Н.В. Майстренко. – 2-е изд., стер. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 96 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-1013-1.

Отражены основные аспекты использования современных компьютерных технологий в науке и образовании, в том числе технологий дистанционного обучения, изложены особенности всех основных информационных технологий, включая интеллектуальные и сетевые технологии, рассмотрены технологии разработки программного обеспечения и раскрыты вопросы безопасности программного обеспечения информационных систем и технологий, дан обзор применения информационных технологий в САПР при моделировании и проектировании технических объектов.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 220100 «Системный анализ и управление», 230400 «Информационные системы и технологии», 240700 «Биотехнология», 260100 «Продукты питания из растительного сырья», всех форм обучения, изучающих дисциплину «Компьютерные технологии в науке и образовании», но может быть также полезно и для студентов, бакалавров и магистров других специальностей и направлений, аспирантов и преподавателей, осваивающих современные компьютерные технологии.

УДК 004(075)
ББК 81я73

ISBN 978-5-8265-1013-1

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии являются составной частью научного направления «Информатика» и базируется на её достижениях. Но в настоящее время недостаточно владеть информацией, её необходимо применять и реализовывать. Эту задачу решают информационные технологии, основная цель которых – обработка информации различных видов.

На основе информационных технологий решается задача автоматизации информационных процессов. Информация, как продукт информационных технологий, структурируется и формируется в виде знаний.

Опыт внедрения информационных технологий подтверждает их высокую экономическую эффективность для многих сфер применения. Яркими примерами могут служить системы электронного документооборота и организация дистанционного обучения на базе современных телекоммуникационных и информационных технологий.

В данном учебном пособии рассматриваются основные теоретические положения информационных технологий, раскрываются базовые информационные технологии, такие как телекоммуникационные технологии и технологии искусственного интеллекта, приводятся различные интегрированные информационные технологии.

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1.1. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

Возрастание объёма информации особенно стало заметно в середине XX в. Лавинообразный поток информации хлынул на человека, не давая ему возможности воспринять эту информацию в полной мере. В ежедневно появляющемся новом потоке информации ориентироваться становилось всё труднее. Подчас выгоднее стало создавать новый материальный или интеллектуальный продукт, нежели вести розыск аналога, сделанного ранее.

Как результат – наступает *информационный кризис* (взрыв), который имеет следующие проявления:

- появляются противоречия между ограниченными возможностями человека по восприятию и переработке информации и существующими мощными потоками и массивами хранящейся информации. Так, например, общая сумма знаний менялась вначале очень медленно, но уже с 1900 г. она удваивалась каждые 50 лет, к 1950 г. удвоение происходило каждые 10 лет, к 1970 г. – уже каждые 5 лет, с 1990 г. – ежегодно, а в наши дни – ещё быстрее;

- существует большое количество избыточной информации, которая затрудняет восприятие полезной для потребителя информации;

- возникают определённые экономические, политические и другие социальные барьеры, которые препятствуют распространению информации (например, введение грифа секретности или «для служебного пользования» для некоторого вида информации).

Эти причины породили весьма парадоксальную ситуацию – в мире накоплен громадный информационный потенциал, но люди не могут им воспользоваться в полном объёме в силу ограниченности своих возможностей. Информационный кризис поставил общество перед необходимостью поиска путей выхода из создавшегося положения. Внедрение современных средств переработки и передачи информации в различные сферы деятельности послужило началом нового эволюционного процесса в развитии человеческого общества, находящегося на этапе индустриального развития, который получил название *информатизации*.

Информатизация общества – организованный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, общественных объединений на основе формирования и использования информационных ресурсов (Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации, принятый Государственной Думой 25.01.95 г.).

Процесс информатизации общества выдвигает на первый план новую отрасль – *информационную индустрию*, связанную с производством технических средств, методов, технологий для производства новых знаний, главной задачей которой является создание новых информационных систем. Важнейшими составляющими информационной индустрии становятся все виды современных информационных технологий, опирающихся на достижения в области компьютерной техники и средств связи.

1.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Под системой понимают любой объект, который одновременно рассматривается и как единое целое, и как объединённая в интересах достижения поставленных целей совокупность разнородных элементов.

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

Информационная система (ИС) – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для сбора, хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели.

Современное понимание ИС предполагает использование в качестве основного технического средства переработки информации персонального компьютера или суперЭВМ. Но техническое воплощение ИС само по себе ничего не будет значить, если не учтена роль человека, для которого предназначена производимая информация и без которого невозможно её получение и представление.

Первые ИС появились в 1950-е гг. В эти годы они были предназначены для обработки счетов и расчёта зарплаты, а реализовывались на электромеханических бухгалтерских счётных машинах. Это приводило к некоторому сокращению затрат и времени на подготовку бумажных документов.

1960-е гг. знаменуются изменением отношения к ИС. Информация, полученная из них, стала применяться для периодической отчётности по многим параметрам. Для этого организациям требовалось компьютерное оборудование широкого назначения, способное обслуживать множество функций, а не только обрабатывать счета и считать зарплату, как было ранее.

В 1970 – начале 1980-х гг. ИС начинают широко использоваться в качестве средства управленческого контроля, поддерживающего и ускоряющего процесс принятия решений.

К концу 1980-х гг. концепция использования ИС 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 партнёров, организовывать выпуск продукции по низкой цене и многое другое.

Любая ИС предполагает ввод информации из внешних или внутренних источников; обработку входной информации и представление её в удобном виде; вывод информации для представления потребителям или передачи в другую систему; обратную связь (информацию, переработанную людьми данной организации для коррекции входной информации).

Информационная система определяется следующими свойствами:

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

Структура и классификация информационных систем. В структуре ИС можно выделить несколько различных декомпозиций, каждая из которых описывает систему с определённой точки зрения и на различных уровнях детализации. Одной из наиболее важных декомпозиций является декомпозиция ИС на обеспечивающие составляющие как совокупность отдельных её частей, называемых *обеспечивающими подсистемами* (рис. 1).

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



Рис. 1. Структура информационной системы

Информационное 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.

Схемы информационных потоков отражают маршруты движения информации и её объёмы, места возникновения первичной информации и использования резульатной информации. За счёт анализа структуры подобных схем можно выработать меры по совершенствованию всей системы управления.

Методология построения баз данных базируется на теоретических основах их проектирования.

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

Комплекс технических средств составляют: компьютеры любых моделей; устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации; устройства передачи данных и линий связи; оргтехника и устройства автоматического съёма информации; эксплуатационные материалы и др.

Документацией оформляются предварительный выбор технических средств, организация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение.

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 (ППП), 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 – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

Правовое обеспечение – совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование информационных систем, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации.

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, регулиющую функционирование любой информационной системы, и локальную часть, регулиющую функционирование конкретной системы.

Подсистема лингвистического обеспечения включает совокупность словарей, справочников, положений и инструкций предмашинной и машинной обработки и поиска информации.

Классификация ИС. При создании любой классификации важным является то, какой классификационный признак положен в её основу. Классифицировать информационные системы можно по различным признакам: по структурированности задач, по функциональному признаку, по степени автоматизации, по характеру использования, по сфере применения и т.д.

1. *Классификация по масштабу ИС.*

С точки зрения масштаба можно рассматривать ИС: всемирные, международные, республиканские, региональные, отраслевые, объединений, предприятий, подразделений.

2. *Классификация по степени автоматизации функций ИС.*

В зависимости от степени автоматизации ИС определяются как неавтоматизированные (ручные), автоматические, автоматизированные.

Ручные ИС характеризуются отсутствием современных технических средств переработки информации и выполнением всех операций человеком. *Автоматические ИС* выполняют все операции по переработке информации без участия человека. *Автоматизированные ИС* предполагают участие в процессе обработки информации и человека, и технических

средств, причём главная роль отводится компьютеру. В современном толковании в термин «информационная система» вкладывается обязательно понятие автоматизированной системы.

Автоматизированные ИС, учитывая их широкое использование в организации процессов управления, имеют различные модификации и могут быть в свою очередь классифицированы, например, по характеру использования информации (информационно-поисковые и информационно-решающие (управляющие и советующие)) и по сфере применения (интегрированные, организационного управления, управления технологическим процессом, САПР).

3. Классификация ИС по функциональному признаку.

Функциональный признак определяет назначение системы, а также её основные цели, задачи и функции.

В хозяйственной практике производственных и коммерческих объектов типовыми видами деятельности, определяющими функциональный признак классификации ИС, являются: производственная, маркетинговая, финансовая, кадровая.

Производственная деятельность связана с непосредственным выпуском продукции и направлена на создание и внедрение в производство научно-технических новшеств.

Маркетинговая деятельность включает в себя: анализ рынка производителей и потребителей выпускаемой продукции, анализ продаж; организацию рекламной кампании по продвижению продукции; рациональную организацию материально-технического снабжения.

Финансовая деятельность связана с организацией контроля и анализа финансовых ресурсов фирмы на основе бухгалтерской, статистической, оперативной информации.

Кадровая деятельность направлена на подбор и расстановку необходимых фирме специалистов, а также ведение служебной документации по различным аспектам.

Указанные направления деятельности определили типовой набор информационных систем:

- производственные системы;
- системы маркетинга;
- финансовые и учётные системы;
- системы кадров (человеческих ресурсов);
- прочие типы, выполняющие вспомогательные функции в зависимости от специфики деятельности фирмы.

4. Классификация ИС по сфере применения.

ИС организационного управления предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто любые информационные системы понимают именно в данном толковании. К этому классу относятся информационные системы управления как промышленными фирмами,

так и непромышленными объектами: гостиницами, банками, торговыми фирмами и др.

Основными функциями подобных систем являются: оперативный контроль и регулирование, оперативный учёт и анализ, перспективное и оперативное планирование, бухгалтерский учёт, управление сбытом и снабжением и другие экономические и организационные задачи.

ИС управления технологическими процессами (ТП) служат для автоматизации функций производственного персонала. Они широко используются при организации поточных линий, изготовлении микросхем, на сборке, для поддержания технологического процесса в металлургической и машиностроительной промышленности.

ИС автоматизированного проектирования (САПР) предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии. Основными функциями подобных систем являются: инженерные расчёты, создание графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации, моделирование проектируемых объектов.

Интегрированные (корпоративные) ИС используются для автоматизации всех функций компании и охватывают весь цикл работ от проектирования до сбыта продукции. Создание таких систем весьма затруднительно, поскольку требует системного подхода с позиций главной цели, например получения прибыли, завоевания рынка сбыта и так далее, что может привести к существенным изменениям в самой структуре компании.

5. Классификация по характеру (степени структурируемости) обрабатываемой информации.

Характер обрабатываемой информации на современном этапе оказывает существенное влияние на всю идеологию построения и функционирования ИС. Состав и характер перерабатываемой информации предъявляет жёсткие требования к аппарату её описания, организации и поиска. Существенные различия в аппарате описания, организации и поиска информации реальных ИС приводят к необходимости различать:

- документальные ИС (слабоструктурируемая информация);
- фактографические ИС (жёсткоструктурируемая информация);
- документально-фактографические ИС.

6. Классификация по признаку структурированности задач.

При создании или при классификации информационных систем неизбежно возникают проблемы, связанные с формальным – математическим и алгоритмическим описанием решаемых задач. От степени формализации во многом зависят эффективность работы всей системы, а также уровень автоматизации, определяемый степенью участия человека при принятии решения на основе получаемой информации.

Чем точнее математическое описание задачи, тем выше возможности компьютерной обработки данных и тем меньше степень участия человека в процессе её решения. Это и определяет степень автоматизации задачи.

Различают также как и для информации три типа задач, для которых создаются ИС: структурированные (формализуемые), неструктурированные (неформализуемые) и частично структурированные.

Структурированная (формализуемая) задача – задача, где известны все её элементы и взаимосвязи между ними. В структурированной задаче удаётся выразить её содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Подобные задачи обычно приходится решать многократно, и они носят рутинный характер. Целью использования ИС для решения структурированных задач является полная автоматизация их решения, т.е. сведение роли человека к нулю.

Неструктурированная (неформализуемая) задача – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

Решение неструктурированных задач из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями. Возможности использования здесь ИС невелики. Решение в таких случаях принимается человеком из эвристических соображений на основе своего опыта и, возможно, косвенной информации из разных источников.

О большинстве задач можно сказать, что известна лишь часть их элементов и связей между ними. Такие задачи называются *частично структурированными*. В этих условиях можно создать ИС. Получаемая в ней информация анализируется человеком, который будет играть определяющую роль. Такие информационные системы являются автоматизированными, так как в их функционировании принимает участие человек.

ИС, используемые для решения частично структурированных задач, подразделяются на два вида:

1) создающие управленческие отчёты и ориентированные главным образом на обработку данных (поиск, сортировку, агрегирование, фильтрацию). Они обеспечивают информационную поддержку пользователя, т.е. предоставляют доступ к информации в базе данных и её частичную обработку;

2) разрабатывающие возможные альтернативы решения. Принятие решения при этом сводится к выбору одной из предложенных альтернатив. Такие системы могут быть модельными или экспертными.

Модельные ИС предоставляют пользователю математические, статистические, финансовые и другие модели, использование которых облегчает выработку и оценку альтернатив решения. Пользователь может получить недостающую ему для принятия решения информацию путём установления диалога с моделью в процессе её исследования.

Экспертные ИС обеспечивают выработку и оценку возможных альтернатив пользователем за счёт создания экспертных систем, связанных с обработкой знаний.

1.3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информация является одним из ценнейших ресурсов общества наряду с такими традиционными материальными видами ресурсов, как нефть, газ, полезные ископаемые и др., а значит, процесс её переработки по аналогии с процессами переработки материальных ресурсов можно воспринимать как технологию. *Информационная технология (ИТ)* – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Цель ИТ – производство информации для её анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

ИТ является наиболее важной составляющей процесса использования информационных ресурсов общества. К настоящему времени она прошла несколько эволюционных этапов, смена которых определялась главным образом развитием научно-технического прогресса, появлением новых технических средств переработки информации. В современном обществе основным техническим средством технологии переработки информации служит персональный компьютер, который существенно повлиял как на концепцию построения и использования технологических процессов, так и на качество получаемой информации.

Инструментарий ИТ – один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определённого типа компьютера, технология работы в котором позволяет достичь поставленную пользователем цель.

С точки зрения инструментария выделяют следующие этапы развития ИТ:

Первый этап (до второй половины XIX в.) – «ручная» информационная технология, инструментарий которой составляли: перо, чернильница, книга. Коммуникации осуществлялись ручным способом путём переправки через почту писем, пакетов, депеш. Основная цель технологии – представление информации в нужной форме.

Второй этап (с конца XIX в.) – «механическая» технология, инструментарий которой составляли: пишущая машинка, телефон, диктофон, оснащённая более совершенными средствами доставки почта. Основная цель технологии – представление информации в нужной форме более удобными средствами.

Третий этап (40 – 60-е гг. XX в.) – «электрическая» технология, инструментарий которой составляли: большие ЭВМ и соответствующее программное обеспечение, электрические пишущие машинки, ксероксы, портативные диктофоны.

Изменяется цель технологии. Акцент в ИТ начинает перемещаться с формы представления информации на формирование её содержания.

Четвёртый этап (с начала 1970-х гг.) – «электронная» технология, основным инструментарием которой становятся большие ЭВМ и создаваемые на их базе автоматизированные системы управления (АСУ) и информационно-поисковые системы (ИПС), оснащённые широким спектром базовых и специализированных программных комплексов. Центр тяжести технологии ещё более смещается на формирование содержательной стороны информации для управленческой среды различных сфер общественной жизни, особенно на организацию аналитической работы.

Пятый этап (с середины 1980-х гг.) – «компьютерная» («новая») технология, основным инструментарием которой является персональный компьютер с широким спектром стандартных программных продуктов разного назначения. На этом этапе происходит процесс персонализации АСУ, который проявляется в создании систем поддержки принятия решений определёнными специалистами. Подобные системы имеют встроенные элементы анализа и интеллекта для разных уровней управления, реализуются на персональном компьютере и используют телекоммуникации. В связи с переходом на микропроцессорную базу существенным изменениям подвергаются и технические средства бытового, культурного и прочего назначений. Начинают широко использоваться в различных областях глобальные и локальные компьютерные сети.

ИТ тесно связана с информационными системами, которые являются для неё основной средой.

ИТ является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель ИТ – в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для пользователя информацию.

ИС является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи и т.д. Основная цель ИС – организация хранения и передачи информации. ИС представляет собой человеко-компьютерную систему обработки информации.

Реализация функций ИС невозможна без знания ориентированной на нее информационной технологии. ИТ может существовать и вне сферы ИС.

Таким образом, ИТ является более ёмким понятием, отражающим современное представление о процессах преобразования информации в информационном обществе.

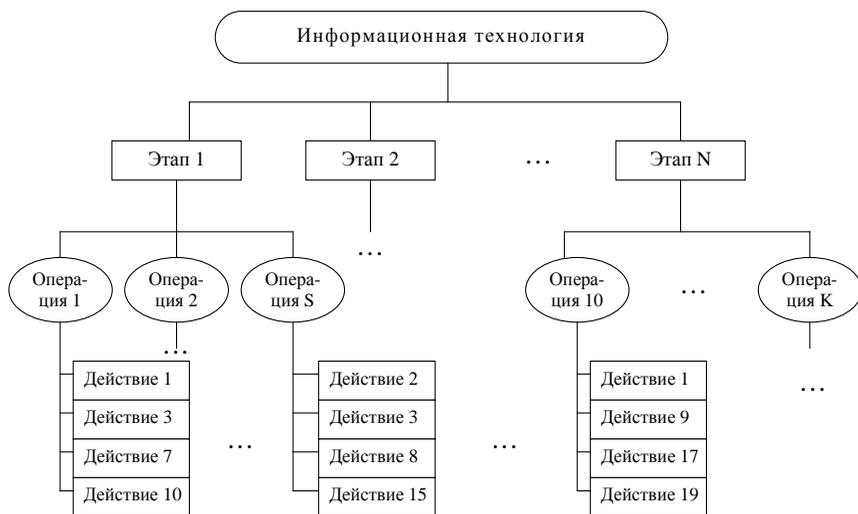


Рис. 2. Иерархическая структура информационной технологии

Структура ИТ может быть представлена в виде схемы (рис. 2).

Первый уровень – *этапы*, где реализуются сравнительно длительные технологические процессы, состоящие из операций и действий последующих уровней.

Второй уровень – *операции*, в результате выполнения которых будет создан конкретный объект в выбранной на 1-м уровне программной среде.

Третий уровень – *действия* – совокупность стандартных для каждой программной среды приемов работы, приводящих к выполнению поставленной в соответствующей операции цели. Каждое действие изменяет содержание экрана.

Четвёртый уровень – *элементарные операции* по управлению мышью и клавиатурой.

Необходимо понимать, что освоение ИТ и дальнейшее её использование должны свестись к тому, что вы должны сначала хорошо овладеть набором элементарных операций, число которых ограничено. Из этого ограниченного числа элементарных операций в разных комбинациях составляется действие, а из действий, также в разных комбинациях, составляются операции, которые определяют тот или иной технологический этап. Совокупность технологических этапов образует технологический процесс (технологию).

ИТ, как и любая другая, должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать высокую степень расчленения всего процесса обработки информации на этапы (фазы), операции, действия;
- включать весь набор элементов, необходимых для достижения поставленной цели;

- иметь регулярный характер. Этапы, действия, операции технологического процесса могут быть стандартизированы и унифицированы, что позволит более эффективно осуществлять целенаправленное управление информационными процессами.

Виды информационных технологий

Информационная технология обработки данных. ИТ обработки данных предназначена для решения задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне исполнительской деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных постоянно повторяющихся операций управленческого труда. Поэтому внедрение ИТ и систем на этом уровне существенно повысит производительность труда персонала, освободит его от рутинных операций, возможно, даже приведёт к необходимости сокращения численности работников.

На уровне исполнительской деятельности решаются следующие задачи:

- обработка данных об операциях, производимых фирмой;
- создание периодических контрольных отчётов о состоянии дел в фирме;
- получение ответов на всевозможные текущие запросы и оформление их в виде бумажных документов или отчётов.

Основными компонентами ИТ обработки данных являются:

1. Сбор данных.
2. Обработка данных. На этом этапе, как правило, используются следующие типовые операции:
 - классификация или группировка. Первичные данные обычно имеют вид кодов, состоящих из одного или нескольких символов. Эти коды, выражающие определённые признаки объектов, используются для идентификации и группировки записей;
 - сортировка, с помощью которой упорядочивается последовательность записей;
 - вычисления, включающие арифметические и логические операции. Эти операции, выполняемые над данными, дают возможность получать новые данные;
 - укрупнение или агрегирование, служащее для уменьшения количества данных и реализуемое в форме расчётов итоговых или средних значений.

3. Хранение данных. Многие данные на уровне операционной деятельности необходимо сохранять для последующего использования либо здесь же, либо на другом уровне. Для их хранения создаются базы данных.

4. Создание отчётов (документов).

Информационная технология управления. Целью ИТ управления является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников фирмы, имеющих дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления.

Эта технология ориентирована на работу в среде ИС управления и используется при худшей структурированности решаемых задач, если их сравнивать с задачами, решаемыми с помощью ИТ обработки данных.

ИТ управления направлена на создание различных отчётов. Регулярные отчёты создаются в соответствии с установленным графиком, определяющим время их создания, например месячный анализ продаж компании. Специальные отчёты создаются по запросам управленцев или когда в компании произошло что-то незапланированное.

Информационная технология поддержки принятия решений. Системы поддержки принятия решений и соответствующая им ИТ появились в конце 1970-х – начале 1980-х гг., чему способствовали широкое распространение персональных компьютеров, стандартных пакетов прикладных программ, а также успехи в создании систем искусственного интеллекта.

Главной особенностью ИТ поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют: система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления; человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности ИС совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений.

ИТ поддержки принятия решения может использоваться на любом уровне управления. Кроме того, решения, принимаемые на различных уровнях управления, часто должны координироваться. Поэтому важной функцией и систем, и технологии является координация лиц, принимающих решения, как на разных уровнях управления, так и на одном уровне.

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных, системы управления базой моделей и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

База данных играет в ИТ поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчётов при помощи математических моделей.

Целью создания базы моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает

проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Существует множество типов моделей и способов их классификации, например, по цели использования, области возможных приложений, способу оценки переменных и т.п.

По цели использования модели подразделяются на *оптимизационные*, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых показателей (например, управляющие часто хотят знать, какие их действия ведут к максимизации прибыли или минимизации затрат), и *описательные*, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на *детерминистские*, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и *стохастические*, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками.

Детерминистские модели более популярны, чем стохастические, потому что они менее дорогие, их легче строить и использовать. К тому же часто с их помощью получается вполне достаточная информация для принятия решения.

По области возможных приложений модели разбиваются на *специализированные*, предназначенные для использования только одной системой, и *универсальные* – для использования несколькими системами. Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью.

Математические модели состоят из совокупности модельных блоков, модулей и процедур, реализующих математические методы. Сюда могут входить процедуры линейного программирования, статистического анализа временных рядов, регрессионного анализа и тому подобное – от простейших процедур до сложных ППП. Модельные блоки, модули и процедуры могут использоваться как поодиночке, так и комплексно для построения и поддержания моделей.

Система управления базой моделей должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

Информационная технология экспертных систем. Наибольший прогресс среди компьютерных ИС отмечен в области разработки экспертных систем, основанных на использовании искусственного интеллекта. Экспертные системы дают возможность менеджеру или специалисту получать консультации экспертов по любым проблемам, о которых этими системами накоплены знания.

Под *искусственным интеллектом* обычно понимают способности компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека. Чаще всего здесь имеются в виду способности, связанные с человеческим мышлением. Работы в области искусственного интеллекта не ограничиваются экспертными системами. Они также включают в себя создание роботов, систем, моделирующих нервную систему человека, его слух, зрение, обоняние, способность к обучению.

Являясь одним из основных приложений искусственного интеллекта, экспертные системы представляют собой программные комплексы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эвристических правил (эвристик). Эвристики не гарантируют получения оптимального результата с такой же уверенностью, как обычные алгоритмы, используемые для решения задач в рамках технологии поддержки принятия решений. Однако часто они дают в достаточной степени приемлемые решения для их практического использования. Всё это делает возможным использовать технологию экспертных систем в качестве советующих систем.

Основными компонентами ИТ, используемой в экспертной системе, являются: интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы.

Интерфейс пользователя. Специалист использует интерфейс для ввода информации и команд в экспертную систему и получения выходной информации из неё. Команды включают в себя параметры, направляющие процесс обработки знаний. Информация обычно выдаётся в форме значений, присваиваемых определённым переменным.

Можно использовать четыре метода ввода информации: меню, команды, естественный язык и собственный интерфейс.

Технология экспертных систем предусматривает возможность получать в качестве выходной информации не только решение, но и необходимые объяснения.

База знаний содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условия, которое может выполняться или нет, и действия, которое следует произвести, если условие выполняется.

Все используемые в экспертной системе правила образуют *систему правил*, которая даже для сравнительно простой системы может содержать несколько тысяч правил.

Интерпретатор – это часть экспертной системы, производящая в определённом порядке обработку знаний (мышление), находящихся в базе знаний. Технология работы интерпретатора сводится к последовательному рассмотрению совокупности правил (правило за правилом). Если условие, содержащееся в правиле, соблюдается, выполняется определённое действие, и пользователю предоставляется вариант решения его проблемы.

Кроме того, во многих экспертных системах вводятся дополнительные блоки: база данных, блок расчёта, блок ввода и корректировки данных. Блок расчёта необходим в ситуациях, связанных с принятием управленческих решений. При этом важную роль играет база данных, где содержатся плановые, физические, расчётные, отчётные и другие постоянные или оперативные показатели. Блок ввода и корректировки данных используется для оперативного и своевременного отражения текущих изменений в базе данных.

Модуль создания системы – он служит для создания набора правил. Существуют два подхода, которые могут быть положены в основу модуля создания системы: использование алгоритмических языков программирования и использование оболочек экспертных систем.

Для представления базы знаний специально разработаны языки Лисп и Пролог, хотя можно использовать и любой известный алгоритмический язык.

Оболочка экспертных систем представляет собой готовую программную среду, которая может быть приспособлена к решению определённой проблемы путём создания соответствующей базы знаний. В большинстве случаев использование оболочек позволяет создавать экспертные системы быстрее и легче в сравнении с программированием.

1.4. БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Безопасность ИС – свойство, заключающееся в способности системы обеспечить конфиденциальность и целостность информации, т.е. защиту информации от несанкционированного доступа с целью её раскрытия, изменения или разрушения.

Информационную безопасность часто указывают среди основных информационных проблем XXI в. Действительно, вопросы хищения информации, её сознательного искажения и уничтожения часто приводят к трагическим для пострадавшей стороны последствиям, ведущим к разорению и банкротству фирм и даже к человеческим жертвам.

В законе Российской Федерации «Об информации, информатизации и защите информации», например, подчёркивается, что «...информационные ресурсы являются объектами собственности граждан, организаций, общественных объединений, государства» и защищать информационные ресурсы, естественно, следует, как личную, коммерческую и государственную собственность.

Все угрозы информационным системам можно объединить в обобщающие их три группы.

1. *Угроза раскрытия* – возможность того, что информация станет известной тому, кому не следовало бы её знать.

2. *Угроза целостности* – умышленное несанкционированное изменение (модификация или удаление) данных, хранящихся в вычислительной системе или передаваемых из одной системы в другую.

3. *Угроза отказа в обслуживании* – возможность появления блокировки доступа к некоторому ресурсу вычислительной системы.

Средства обеспечения информационной безопасности в зависимости от способа их реализации можно разделить на следующие классы методов:

- *организационные методы* подразумевают рациональное конфигурирование, организацию и администрирование системы. В первую очередь это касается сетевых информационных систем, их операционных систем, полномочий сетевого администратора, набора обязательных инструкций, определяющих порядок доступа и работы в сети пользователей;

- *технологические методы*, включающие в себя технологии выполнения сетевого администрирования, мониторинга и аудита безопасности информационных ресурсов, ведения электронных журналов регистрации пользователей, фильтрации и антивирусной обработки поступающей информации;

- *аппаратные методы*, реализующие физическую защиту системы от несанкционированного доступа, аппаратные функции идентификации периферийных терминалов системы и пользователей, режимы подключения сетевых компонентов и т.д.;

- *программные методы* – это самые распространённые методы защиты информации (например, программы идентификации пользователей, парольной защиты и проверки полномочий, брандмауэры, криптопротоколы и т.д.). Без использования программной составляющей практически невыполнимы никакие, в том числе и первые три группы методов (т.е. в чистом виде организационные, технологические и аппаратные методы защиты, как правило, реализованы быть не могут – все они содержат программный компонент). При этом следует иметь в виду, вопреки распространённому иному мнению, что стоимость реализации многих программных системных решений по защите информации существенно превосходит по затратам аппаратные, технологические и тем более организационные решения (конечно, если использовать лицензионные, а не «пиратские» программы).

Наибольшее внимание со стороны разработчиков и потребителей в настоящее время вызывают следующие направления защиты информации и соответствующие им программно-технические средства:

1. Защита от несанкционированного доступа информационных ресурсов автономно работающих и сетевых компьютеров. Наиболее остро эта проблема стоит для серверов и пользователей сетей Интернет и интранет. Эта функция реализуется многочисленными программными, программно-аппаратными и аппаратными средствами.

2. Защита секретной, конфиденциальной и личной информации от чтения посторонними лицами и целенаправленного её искажения. Эта функция обеспечивается как средствами защиты от несанкционированного доступа, так и с помощью криптографических средств, традиционно выделяемых в отдельный класс.

3. Защита информационных систем от многочисленных компьютерных вирусов, способных не только разрушить информацию, но иногда и повредить технические компоненты системы.

Активно развиваются также средства защиты от утечки информации по цепям питания, каналам электромагнитного излучения компьютера или монитора (применяется экранирование помещений, использование генераторов шумовых излучений, специальный подбор мониторов и комплектующих компьютера, обладающих наименьшим излучением), средства защиты от электронных «жучков», устанавливаемых непосредственно в комплектующие компьютера и т.д.

Защита информации от несанкционированного доступа. Защита от несанкционированного доступа к ресурсам компьютера – это комплексная проблема, подразумевающая решение следующих вопросов:

- *присвоение пользователю*, а также и терминалам, программам, файлам и каналам связи *уникальных имён* и кодов (идентификаторов);

- *выполнение процедур установления подлинности* при обращениях (доступе) к информационной системе и запрашиваемой информации, т.е. проверка того, что лицо или устройство, сообщившее идентификатор, в действительности ему соответствует (подлинная идентификация программ, терминалов и пользователей при доступе к системе чаще всего выполняется путём проверки паролей, реже обращением в специальную службу, ведающую сертификацией пользователей);

- *проверка полномочий*, т.е. проверка права пользователя на доступ к системе или запрашиваемым данным (на выполнение над ними определённых операций – чтение, обновление) с целью разграничения прав доступа к сетевым и компьютерным ресурсам;

- автоматическая *регистрация в специальном журнале* всех как удовлетворённых, так и отвергнутых запросов к информационным ресурсам с указанием идентификатора пользователя, терминала, времени и сущности запроса, т.е. ведение журналов аудита, позволяющих определить, через какой хост-компьютер действовал хакер или кракер, а иногда и определить его IP-адрес и точное местоположение.

Брандмауэр как средство контроля межсетевого трафика. *Брандмауэр*, или *межсетевой экран*, – это «полупроницаемая мембрана», которая располагается между защищаемым внутренним сегментом сети и внешней сетью или другими сегментами сети интранет и контролирует все информационные потоки во внутренний сегмент и из него. Контроль трафика состоит в его фильтрации, т.е. выборочном пропуске через экран, а иногда и с выполнением специальных преобразований и формированием извещений для отправителя, если его данным в пропуске было отказано. Фильтрация осуществляется на основании набора условий, предварительно загруженных в брандмауэр и отражающих концепцию информационной безопасности корпорации. Брандмауэры могут быть выполнены как в виде аппаратного, так и программного комплекса, записанного в коммутирующее устройство или сервер доступа (сервер-шлюз, прокси-сервер, хост-компьютер и т.д.).

Работа брандмауэра заключается в анализе структуры и содержимого информационных пакетов, поступающих из внешней сети, и в зависимости от результатов анализа пропуска пакетов во внутреннюю сеть (сегмент сети) или полное их отфильтровывание. Эффективность работы межсетевого экрана обусловлена тем, что он полностью переписывает реализуемый стек протоколов TCP/IP, и поэтому нарушить его работу с помощью искажения протоколов внешней сети (что часто делается хакерами) невозможно. Межсетевые экраны обычно выполняют следующие функции:

- физическое отделение рабочих станций и серверов внутреннего сегмента сети (внутренней подсети) от внешних каналов связи;
- многоэтапная идентификация запросов, поступающих в сеть (идентификация серверов, узлов связи и прочих компонентов внешней сети);
- проверка полномочий и прав доступа пользователей к внутренним ресурсам сети;
- регистрация всех запросов к компонентам внутренней подсети и контроль целостности программного обеспечения и данных;
- экономия адресного пространства сети (во внутренней подсети может использоваться локальная система адресации серверов);
- сокрытие IP-адресов внутренних серверов с целью защиты от хакеров.

Криптографическое закрытие информации. Активно развиваются и внедряются криптографические компьютерные технологии, направленные на обеспечение конфиденциальности и работоспособности таких комплексных сетевых приложений, как электронная почта (e-mail), электронный банк (e-banking), электронная торговля (e-commerce), электронный бизнес (e-business).

Криптографическое закрытие информации выполняется путём преобразования информации по специальному алгоритму с использованием шифров (ключей) и процедур шифрования, в результате чего по внешнему виду данных невозможно, не зная ключа, определить их содержание.

С помощью криптографических протоколов можно обеспечить безопасную передачу информации по сети, в том числе и регистрационных имён, паролей, необходимых для идентификации программ и пользователей. На практике используется два типа шифрования: симметричное и асимметричное.

При симметричном шифровании для шифровки и дешифровки данных используется один и тот же секретный ключ. При этом сам ключ должен быть передан безопасным способом участникам взаимодействия до начала передачи зашифрованных данных. Для осуществления симметричного шифрования применяется два типа шифров: *блочные* и *поточные*.

В нашей стране для блочного шифрования информации рекомендован симметричный алгоритм, предложенный ГОСТ 28.147–89 «Системы обработки информации. Защита криптографическая». В качестве примеров поточных алгоритмов можно привести в первую очередь *алгоритмы RC*

(RC2, RC4, RC5) корпорации RSA Data Security (США) и *алгоритмы ВЕСТА* (ВЕСТА-2, ВЕСТА-2М, ВЕСТА-4) фирмы «ЛАН Крипто» (Россия).

Электронная цифровая подпись. Гражданский кодекс Российской Федерации определяет, что заключение любого юридического договора может быть осуществлено не только в письменной форме, путём составления печатного документа, подписанного сторонами, но и путём обмена документами посредством электронной связи, позволяющей достоверно установить, что документ исходит от стороны по договору. В этом случае целесообразно использовать одну из операций криптографии – *цифровую электронную подпись*.

Электронная цифровая подпись – это последовательность символов, полученная в результате криптографического преобразования исходной информации с использованием закрытого ключа и позволяющая подтверждать целостность и неизменность этой информации, а также её авторство путём применения открытого ключа.

При использовании электронной подписи файл пропускается через специальную программу (hash function), в результате чего получается набор символов (hash code), генерируются два ключа: открытый (public) ключ и закрытый (private) ключ. Набор символов шифруется с помощью закрытого ключа. Такое зашифрованное сообщение и является цифровой подписью. По каналу связи передаётся незашифрованный файл в исходном виде вместе с электронной подписью. Другая сторона, получив файл и подпись, с помощью имеющегося открытого ключа расшифровывает набор символов из подписи. Далее сравниваются две копии наборов, и если они полностью совпадают, то это действительно файл, сделанный и подписанный первой стороной.

Для длинных сообщений с целью уменьшения их объёма (ведь при использовании электронной подписи фактически передаётся файл двойной длины) передаваемое сообщение перед шифрованием сжимается (*хэшируется*), т.е. над ним производится математическое преобразование, которое описывается так называемой хэш-функцией. Расшифрованный полученный файл в этом случае дополнительно пропускается через тот же алгоритм хэширования, который не является секретным.

Для шифрования электронной подписи используются ранее названный *алгоритм RSA*, а также *DSA* (национальный стандарт США) и *Schnorr* (алгоритм Klaus Schnorr); в России применяются алгоритмы шифрования электронной подписи по ГОСТ Р 34.10-94 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процедуры выработки и проверки электронной цифровой подписи на базе асимметричного криптографического алгоритма» и Нотариус (Нотариус-АМ, Нотариус-S).

Защита информации от компьютерных вирусов. *Компьютерным вирусом* называется рукотворная программа, способная самостоятельно создавать свои копии и внедряться в другие программы, в системные области дисковой памяти компьютера, распространяться по каналам связи с целью прерывания и нарушения работы программ, порчи файлов, файло-

вых систем и компонентов компьютера, нарушения нормальной работы пользователей. Компьютерным вирусам, как и биологическим, характерны определённые стадии существования:

- латентная стадия, в которой вирусом никаких действий не принимается;
- инкубационная стадия, в которой основная задача вируса – создать как можно больше своих копий и внедрить их в среду обитания;
- активная стадия, в которой вирус, продолжая размножаться, проявляется и выполняет свои деструктивные действия.

Сейчас существуют сотни тысяч различных вирусов, и их можно классифицировать по нескольким признакам. По среде обитания вирусы можно разделить на:

- файловые;
- загрузочные;
- файлово-загрузочные;
- сетевые;
- документные.

Файловые вирусы чаще всего внедряются в исполняемые файлы, имеющие расширения .exe и .com (самые распространённые вирусы), но могут внедряться и в файлы с компонентами операционных систем, драйверы внешних устройств, объектные файлы и библиотеки, в командные пакетные файлы (вирус подключает к такому файлу исполняемые программы, предварительно заразив их), программные файлы на языках процедурного программирования (заражают при трансляции исполняемые файлы). Файловые вирусы могут создавать файлы-двойники (компаньоны-вирусы). В любом случае файловые вирусы при запуске программ, ими заражённых, берут на время управление на себя и дезорганизуют работу своих «квартирных хозяев».

Загрузочные вирусы внедряются в загрузочный сектор дискеты (boot-sector) или в сектор, содержащий программу загрузки системного диска (master boot record). При загрузке операционной системы с заражённого диска такой вирус изменяет программу начальной загрузки либо модифицируют таблицу размещения файлов на диске, создавая трудности в работе компьютера или даже делая невозможным запуск операционной системы.

Файлово-загрузочные вирусы интегрируют возможности двух предыдущих групп и обладают наибольшей «эффективностью» заражения.

Сетевые вирусы используют для своего распространения команды и протоколы телекоммуникационных систем (электронной почты, компьютерных сетей).

Документные вирусы (их часто называют макровирусами) заражают и искажают текстовые файлы (.doc) и файлы электронных таблиц некоторых популярных редакторов. Комбинированные сетевые макровирусы не только заражают создаваемые документы, но и рассылают копии этих документов по электронной почте (печально известный вирус «I love you» или менее навредивший вирус «Анна Курникова»).

По способу заражения среды обитания вирусы делятся на:

- резидентные;
- нерезидентные.

Резидентные вирусы после завершения инфицированной программы остаются в оперативной памяти и продолжают свои деструктивные действия, заражая следующие исполняемые программы и процедуры вплоть до момента выключения компьютера. *Нерезидентные вирусы* запускаются вместе с заражённой программой и после её завершения из оперативной памяти удаляются.

Вирусы бывают неопасные и опасные. Неопасные вирусы тяжёлых последствий после завершения своей работы не вызывают; они прерывают на время работу исполняемых программ, создавая побочные звуковые и видеоэффекты (иногда даже приятные), или затрудняют работу компьютера, уменьшая объём свободной оперативной и дисковой памяти. Опасные вирусы могут производить действия, имеющие далеко идущие последствия: искажение и уничтожение данных и программ, стирание информации в системных областях диска и даже вывод из строя отдельных компонентов компьютера (жёсткие диски, Flash-чипсет BIOS, перепрограммируя его).

По алгоритмам функционирования вирусы весьма разнообразны, но можно говорить о таких, например, их группах, как:

- паразитические вирусы, изменяющие содержимое файлов или секторов диска; они достаточно просто могут быть обнаружены и уничтожены;
- вирусы-репликаторы («черви» WORM), саморазмножающиеся и распространяющиеся по телекоммуникациям и записывающие по вычисленным адресам сетевых компьютеров транспортируемые ими опасные вирусы (сами «черви» деструктивных действий не выполняют, поэтому их часто называют псевдовirusами);
- «троянские» вирусы маскируются под полезные программы (существуют в виде самостоятельных программ, имеющих то же имя, что и действительно полезный файл, но иное расширение имени; часто, например, присваивают себе расширение .com вместо .exe) и выполняют деструктивные функции (например, очищают FAT); самостоятельно размножаться, как правило, не могут;
- вирусы-невидимки (стелс-вирусы), по имени самолета-невидимки «stealth» способны прятаться при попытках их обнаружения; они перехватывают запрос антивирусной программы и мгновенно либо удаляют временно своё тело из заражённого файла, либо подставляют вместо своего тела незаражённые участки файлов;
- самошифрующиеся вирусы (в режиме простоя зашифрованы и расшифровываются только в момент начала работы вируса);
- мутирующие вирусы (периодически автоматически видоизменяются, копии вируса не имеют ни одной повторяющейся цепочки байт), необходимо каждый раз создавать новые антивирусные программы для обезвреживания этих вирусов;

- «отдыхающие» вирусы (основное время проводят в латентном состоянии и активизируются только при определённых условиях, например, вирус «Чернобыль» в сети Интернет функционирует только в день годовщины чернобыльской трагедии).

Способы защиты от вирусов. Для обнаружения и удаления компьютерных вирусов разработано много различных программ. Эти антивирусные программы можно разделить на:

- программы-детекторы;
- программы-ревизоры;
- программы-фильтры или сторожа;
- программы-доктора или дезинфекторы, фаги;
- программы-вакцины или иммунизаторы.

Программы-детекторы осуществляют поиск компьютерных вирусов в памяти машины и при обнаружении искомого сообщают об этом. Детекторы могут искать как уже известные вирусы (ищут характерную для конкретного, уже известного вируса последовательность байтов – сигнатуру вируса), так и произвольные вирусы (путём подсчёта контрольных сумм для массива файла).

Программы-ревизоры являются развитием детекторов, но выполняющие значительно более сложную и эффективную работу. Они запоминают исходное состояние программ, каталогов, системных областей и периодически или по указанию пользователя сравнивают его с текущим. При сравнении проверяется длина файлов, дата их создания и модификации, контрольные суммы и байты циклического контроля и другие параметры.

Программы-фильтры выполняют наблюдение и выявление подозрительных, характерных для вирусов процедур в работе компьютера (коррекция исполняемых .exe и .com файлов, запись в загрузочные секторы дисков, изменение атрибутов файлов, прямая запись на диск по прямому адресу и т.д.). При обнаружении таких действий фильтры посылают пользователю запрос о подтверждении правомерности таких процедур.

Программы-доктора – самые распространённые и популярные программы. Эти программы не только обнаруживают, но и лечат заражённые вирусами файлы и загрузочные секторы дисков. Они сначала ищут вирусы в оперативной памяти и уничтожают их там (удаляют тело резидентного файла), а затем лечат файлы и диски. Многие программы-доктора находят и удаляют большое число (десятки тысяч) вирусов и являются полифагами.

Программы-вакцины применяются для предотвращения заражения файлов и дисков известными вирусами. Вакцины модифицируют файл или диск таким образом, что он воспринимается программой-вирусом уже заражённым, и поэтому вирус не внедряется.

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

Возможности компьютера как технической основы системы обработки данных определяются возможностями используемого программного обеспечения (программ).

Программное обеспечение (software) – совокупность программ обработки данных и необходимых для их эксплуатации документов.

Основными характеристиками программ являются:

- алгоритмическая сложность (логика алгоритмов обработки информации);
- состав и глубина проработки реализованных функций обработки;
- полнота и системность функций обработки;
- объём файлов программ;
- требования к операционной системе и техническим средствам обработки со стороны программного средства;
- объём дисковой памяти;
- размер оперативной памяти для запуска программ;
- тип процессора;
- версия операционной системы;
- наличие вычислительной сети и др.

Программные продукты имеют многообразие *показателей качества*:

1. *Мобильность* программных продуктов означает их независимость от технического комплекса системы обработки данных, операционной среды, сетевой технологии обработки данных, специфики предметной области и т.п. Мобильный (многоплатформенный) программный продукт может быть установлен на различных моделях компьютеров и операционных систем, без ограничений на его эксплуатацию в условиях вычислительной сети. Функции обработки такого программного продукта пригодны для массового использования без каких-либо изменений.

2. *Надёжность* работы программного продукта определяется безсбойностью и устойчивостью в работе программ, точностью выполнения предписанных функций обработки, возможностью диагностики возникающих в процессе работы программ ошибок.

3. *Эффективность* программного продукта оценивается как с позиций прямого его назначения – требований пользователя, так и с точки зрения расхода вычислительных ресурсов, необходимых для его эксплуатации. Расход вычислительных ресурсов оценивается через объём внешней памяти для размещения программ и объём оперативной памяти для запуска программ.

4. *Учёт человеческого фактора* означает обеспечение дружественного интерфейса для работы конечного пользователя, наличие контекстно-

зависимой подсказки или обучающей системы в составе программного средства, хорошей документации для освоения и использования заложенных в программном средстве функциональных возможностей, анализ и диагностику возникших ошибок и др.

5. *Модифицируемость* программных продуктов означает способность к внесению изменений, например расширение функций обработки, переход на другую техническую базу обработки и т.п.

6. *Коммуникативность* программных продуктов основана на максимально возможной их интеграции с другими программами, обеспечении обмена данными в общих форматах представления (экспорт/импорт баз данных, внедрение или связывание объектов обработки и др.).

Надёжность, эффективность и учёт человеческого фактора определяют исходную полезность программного продукта, а модифицируемость и коммуникативность – удобство эксплуатации.

Спецификой программных продуктов (в отличие от большинства промышленных изделий) является также и то, что их эксплуатация должна выполняться на правовой основе – лицензионные соглашения между разработчиком и пользователями с соблюдением авторских прав разработчиков программных продуктов.

2.1. ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проектирование алгоритмов и программ – наиболее ответственный этап жизненного цикла программных продуктов, определяющий, насколько создаваемая программа соответствует спецификациям и требованиям со стороны конечных пользователей. Методы проектирования алгоритмов и программ очень разнообразны, их можно классифицировать по различным признакам, важнейшими из которых являются:

- степень автоматизации проектных работ;
- принятая методология процесса разработки.

По *степени автоматизации* проектирования алгоритмов и программ можно выделить:

- методы традиционного (неавтоматизированного) проектирования;
- методы автоматизированного проектирования (CASE-технология и её элементы).

Неавтоматизированное проектирование алгоритмов и программ преимущественно используется при разработке небольших по трудоёмкости и структурной сложности программных продуктов, не требующих участия большого числа разработчиков. Трудоёмкость разрабатываемых программных продуктов, как правило, небольшая, а сами программные продукты имеют преимущественно прикладной характер.

Автоматизированное проектирование алгоритмов и программ возникло с необходимостью уменьшить затраты на проектные работы, сокра-

тить сроки их выполнения, создать типовые «заготовки» алгоритмов и программ, многократно тиражируемых для различных разработок, координации работ большого коллектива разработчиков, стандартизации алгоритмов и программ.

Автоматизированное проектирование алгоритмов и программ может основываться на различных подходах, среди которых наиболее распространены:

- структурное проектирование программных продуктов;
- информационное моделирование предметной области и связанных с ней приложений;
- объектно-ориентированное проектирование программных продуктов.

В основе *структурного проектирования* лежит последовательная декомпозиция, целенаправленное структурирование на отдельные составляющие. Методы структурного проектирования представляют собой комплекс технических и организационных принципов *системного проектирования*.

Типичными методами структурного проектирования являются: нисходящее проектирование, кодирование и тестирование программ; модульное программирование; структурное проектирование (программирование) и др.

В зависимости от объекта структурирования различают:

- функционально-ориентированные методы – последовательное разложение задачи или целостной проблемы на отдельные, достаточно простые составляющие, обладающие функциональной определённой;
- методы структурирования данных.

Для функционально-ориентированных методов в первую очередь учитываются заданные функции обработки данных, в соответствии с которыми определяется состав и логика работы (алгоритмы) отдельных компонентов программного продукта. С изменением содержания функций обработки, их состава, соответствующего им информационного входа и выхода требуется перепроектирование программного продукта. Основной упор в структурном подходе делается на моделирование процессов обработки данных.

Для методов структурирования данных осуществляется анализ, структурирование и создание моделей данных, применительно к которым устанавливается необходимый состав функций и процедур обработки. Программные продукты тесно связаны со структурой обрабатываемых данных, изменение которой отражается на логике обработки (алгоритмах) и обязательно требует перепроектирования программного продукта.

В основе *информационного моделирования предметной области* лежит положение об определяющей роли данных при проектировании алгоритмов и программ. Подход появился в условиях развития программных средств организации хранения и обработки данных – СУБД.

Первоначально строятся информационные модели различных уровней представления:

- информационно-логическая модель, не зависящая от средств программной реализации хранения и обработки данных, отражающая интегрированные структуры данных предметной области;
- даталогические модели, ориентированные на среду хранения и обработки данных.

Даталогические модели имеют логический и физический уровни представления. *Физический уровень* соответствует организации хранения данных в памяти компьютера. *Логический уровень* данных применительно к СУБД реализован в виде:

- концептуальной модели базы данных – интегрированные структуры данных под управлением СУБД;
- внешних моделей данных – подмножество структур данных для реализации приложений.

Средствами структур данных моделируются функции предметной области, прослеживается взаимосвязь функций обработки, уточняется состав входной и выходной информации, логика преобразования входных структур данных в выходные. Алгоритм обработки данных можно представить как совокупность процедур преобразований структур данных в соответствии с внешними моделями данных.

Выбор средств реализации базы данных определяет вид даталогических моделей и, следовательно, алгоритмы преобразования данных. В большинстве случаев используется реляционное представление данных базы данных и соответствующие реляционные языки для программирования (манипулирования) обработки данных СУБД и реализации алгоритмов обработки. Данный подход использован во многих CASE-технологиях.

Объектно-ориентированный подход к проектированию программных продуктов основан на:

- 1) выделении классов объектов;
- 2) установлении характерных *свойств* объектов и *методов* их обработки;
- 3) создании иерархии *классов*, наследовании свойств объектов и методов их обработки.

Каждый объект объединяет как данные, так и программу обработки этих данных и относится к определённому классу. С помощью класса один и тот же программный код можно использовать для относящихся к нему различных объектов.

Объектный подход при разработке алгоритмов и программ предполагает:

- объектно-ориентированный анализ предметной области, т.е. анализ предметной области и выделение объектов, определение свойств и методов обработки объектов, установление их взаимосвязей;
- объектно-ориентированное проектирование, т.е. объединение процесса объектной декомпозиции и представления с использованием моде-

лей данных проектируемой системы на логическом и физическом уровнях, в статике и динамике.

Структурное проектирование и программирование

Метод *нисходящего проектирования* предполагает последовательное разложение общей функции обработки данных на простые функциональные элементы «сверху–вниз».

В результате строится иерархическая схема, отражающая состав и взаимоподчинённость отдельных функций, которая носит название *функциональная структура алгоритма (ФСА)* приложения.

Последовательность действий по разработке функциональной структуры алгоритма приложения:

- определяются цели автоматизации предметной области и их иерархия (цель-подцель);
- устанавливается состав приложений (задач обработки), обеспечивающих реализацию поставленных целей;
- уточняется характер взаимосвязи приложений и их основные характеристики (информация для решения задач, время и периодичность решения, условия выполнения и др.);
- определяются необходимые для решения задач функции обработки данных;
- выполняется декомпозиция функций обработки до необходимой структурной сложности, реализуемой предполагаемым инструментарием.

Подобная структура приложения отражает наиболее важное – состав и взаимосвязь функций обработки информации для реализации приложений, хотя и не раскрывает логику выполнения каждой отдельной функции, условия или периодичность их вызовов.

Модульное программирование основано на понятии *модуля* – логически взаимосвязанной совокупности функциональных элементов, оформленных в виде отдельных программных модулей.

Модуль характеризуют:

- один вход и один выход – на входе программный модуль получает определённый набор исходных данных, выполняет содержательную обработку и возвращает один набор результатных данных, т.е. реализуется стандартный принцип IPO (Input-Process-Output) – вход-процесс-выход;
- функциональная завершённость – модуль выполняет перечень регламентированных операций для реализации каждой отдельной функции в полном составе, достаточных для завершения начатой обработки;
- логическая независимость – результат работы программного модуля зависит только от исходных данных, но не зависит от работы других модулей;
- слабые информационные связи с другими программными модулями – обмен информацией между модулями должен быть по возможности минимизирован;
- обозримый по размеру и сложности программный элемент.

Таким образом, модули содержат определение доступных для обработки данных, операции обработки данных, схемы взаимосвязи с другими модулями.

Принципы модульного программирования программных продуктов во многом сходны с принципами нисходящего проектирования. Сначала определяются состав и подчинённость функций, а затем – набор программных модулей, реализующих эти функции.

Однотипные функции реализуются одними и теми же модулями. Функция верхнего уровня обеспечивается *главным* модулем; он управляет выполнением нижестоящих функций, которым соответствуют *подчинённые* модули.

В результате детализации алгоритма создаётся *функционально-модульная* схема (ФМС) алгоритма приложения, которая является основой для программирования.

Структурное программирование основано на модульной структуре программного продукта и типовых *управляющих структурах* алгоритмов обработки данных различных программных модулей.

В любой типовой структуре блок, кроме условного, имеет только один вход и выход, безусловный переход на блок с нарушением иерархии запрещён (оператор типа *GoTo* в структурном программировании не используется). Виды основных управляющих структур алгоритма: линейная или последовательность, разветвляющая или альтернатива, цикл.

Объектно-ориентированное проектирование. Объектно-ориентированный подход использует следующие базовые понятия: объект; свойство объекта; метод обработки; событие; класс объектов.

Объект – совокупность свойств (параметров) определённых сущностей и методов их обработки (программных средств). Объект содержит *инструкции* (программный код), определяющие действия, которые может выполнять объект, и обрабатываемые *данные*.

Свойство – характеристика объекта, его параметр. Все объекты наделяются определёнными свойствами, которые в совокупности выделяют объект из множества других объектов. Одним из свойств объекта является *метод его обработки*.

Метод – программа действий над объектом или его свойствами.

Метод рассматривается как программный код, связанный с определённым объектом; осуществляет преобразование свойств, изменяет поведение объекта.

Событие – изменение состояния объекта.

Внешние события генерируются пользователем (например, клавиатурный ввод или нажатие кнопки мыши, выбор пункта меню, запуск макроса); *внутренние события* генерируются системой.

Объекты могут объединяться в *классы* (группы или наборы – в различных программных системах возможна другая терминология).

Класс – совокупность объектов, характеризующихся общностью применяемых методов обработки или свойств.

Один объект может выступать объединением вложенных в него по иерархии других объектов.

Схематично связь основных понятий объектно-ориентированного программирования представлена на рис. 3.

Существуют различные объектно-ориентированные технологии и методики проектирования программных продуктов, которые должны обеспечить выполнение важнейших принципов объектного подхода:

- инкапсуляция (замыкание) свойств данных и программ в объекте;
- наследование;
- полиморфизм.

Инкапсуляция означает сочетание структур данных с методами их обработки в абстрактных типах данных – *классах* объектов.

Класс может иметь образованные от него *подклассы*. При построении подклассов осуществляется *наследование* данных и методов обработки объектов исходного класса. Механизм наследования позволяет переопределить или добавить новые данные и методы их обработки, создать иерархию классов.

Полиморфизм – способность объекта реагировать на запрос (вызов метода) сообразно своему типу, при этом одно и то же имя метода может использоваться для различных классов объектов.

Для различных методик объектно-ориентированного проектирования характерны следующие черты:

- объект описывается как модель некоторой сущности реального мира;
- объекты, для которых определены места хранения, рассматриваются во взаимосвязи, и применительно к ним создаются программные модули системы.

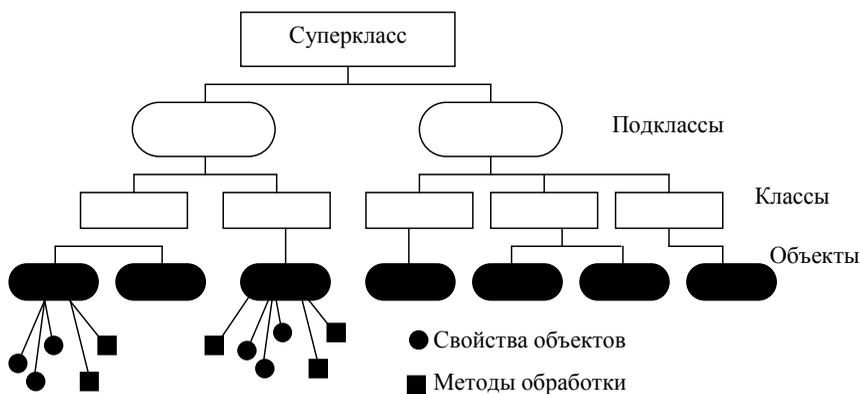


Рис. 3. Соотношение основных понятий объектно-ориентированного подхода

В процессе объектно-ориентированного анализа:

- осуществляется идентификация объектов и их свойств;
- устанавливается перечень операций (методов обработки), выполняемых над каждым объектом, в зависимости от его состояния (событий);
- определяются связи между объектами для образования классов;
- устанавливаются требования к интерфейсу с объектами.

Выделено четыре этапа объектно-ориентированного проектирования:

- 1) разработка диаграммы аппаратных средств системы обработки данных, показывающей процессоры, внешние устройства, вычислительные сети и их соединения;
- 2) разработка структуры классов, описывающей связь между классами и объектами;
- 3) разработка диаграмм объектов, показывающих взаимосвязи с другими объектами;
- 4) разработка внутренней структуры программного продукта.

2.2. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

При традиционной неавтоматизированной разработке программ независимо от принятого метода проектирования и используемого инструментария выполняют следующие работы:

1. Составление технического задания на программирование.

При составлении технического задания требуется определить платформу разрабатываемой программы; оценить необходимость сетевого варианта работы программы; определить необходимость разработки программы, которую можно переносить на различные платформы; обосновать целесообразность работы с базами данных под управлением СУБД. На этом же этапе выбирают методы решения задачи; разрабатывают обобщённый алгоритм решения комплекса задач, функциональную структуру алгоритма или состав объектов, определяют требования к комплексу технических средств системы обработки информации, интерфейсу конечного пользователя.

2. Технический проект.

На данном этапе выполняется комплекс наиболее важных работ, а именно:

- с учётом принятого подхода к проектированию программного продукта разрабатывается детальный алгоритм обработки данных или уточняется состав объектов и их свойств, методов обработки, событий, запускающих методы обработки;
- определяется состав общесистемного программного обеспечения, включающий базовые средства (операционную систему, модель СУБД, электронные таблицы, методо-ориентированные и функциональные ППП промышленного назначения и т.п.);

- разрабатывается внутренняя структура программного продукта, образованная отдельными программными модулями;
- осуществляется выбор инструментальных средств разработки программных модулей.

Работы данного этапа в существенной степени зависят от принятых решений по технической части системы обработки данных и операционной среде, от выбранных инструментальных средств проектирования алгоритмов и программ, технологии работ.

3. *Рабочая документация (рабочий проект).*

На данном этапе осуществляется *адаптация базовых средств* программного обеспечения (операционной системы, СУБД, методо-ориентированных ППП, инструментальных сред конечного пользователя – текстовых редакторов, электронных таблиц и т.п.). Выполняется разработка программных модулей или методов обработки объектов – собственно *программирование* или создание программного кода. Проводятся автономная и комплексная *отладка* программного продукта, *испытание* работоспособности программных модулей и базовых программных средств. Для комплексной отладки готовится *контрольный пример*, который позволяет проверить соответствие возможностей программного продукта заданным спецификациям.

Основной результат работ этого этапа – создание эксплуатационной *документации* на программный продукт.

В ряде случаев на данном этапе для программных продуктов массового применения создаются *обучающие системы, демоверсии, гипертекстовые системы помощи*.

4. *Ввод в действие.*

Готовый программный продукт сначала проходит *опытную эксплуатацию* (пробный рынок продаж), а затем сдаётся в *промышленную эксплуатацию* (тиражирование и распространение программного продукта).

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

3.1. АВТОРСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Гипертекст. В 1945 г. Ваневар Буш, научный советник президента Трумена, проанализировав способы представления информации в виде отчётов, докладов, проектов, графиков, планов и поняв неэффективность такого представления, предложил способ размещения информации по принципу ассоциативного мышления. На базе этого принципа была разработана модель гипотетической машины МЕМЕКС. Через 20 лет Теодор Нельсон реализовал этот принцип на ЭВМ и назвал его гипертекстом.

Гипертекстовая технология заключается в том, что текст представляется как многомерный, т.е. с иерархической структурой типа сети. Материал текста делится на фрагменты. Каждый видимый на экране ЭВМ фрагмент, дополненный многочисленными связями с другими фрагментами, позволяет уточнить информацию об изучаемом объекте и двигаться в одном или нескольких направлениях по выбранной связи.

Гипертекст обладает нелинейной сетевой формой организации материала, разделённого на фрагменты, для каждого из которых указан переход к другим фрагментам по определённым типам связей. При установлении связей можно опираться на разные основания (ключи), но в любом случае речь идёт о смысловой, семантической близости связываемых фрагментов. Следуя указанным связям, можно читать или осваивать материал в любом порядке. Текст теряет свою замкнутость, становится принципиально открытым, в него можно вставлять новые фрагменты, указывая для них связи с имеющимися фрагментами. Структура текста не разрушается, и вообще у гипертекста нет априорно заданной структуры. Таким образом, *гипертекст – это новая технология представления неструктурированного свободно наращиваемого знания.* Этим он отличается от других моделей представления информации.

Под *гипертекстом* понимают систему информационных объектов (статей), объединённых между собой направленными семантическими связями, образующими сеть. Каждый объект связывается с информационной панелью экрана, на которой пользователь может ассоциативно выбирать одну из связей. Объекты не обязательно должны быть текстовыми, они могут быть графическими, музыкальными, с использованием средств мультимедиа, аудио- и видеотехники. Обработка гипертекста открыла новые возможности освоения информации, качественно отличающиеся от традиционных. Вместо поиска информации по соответствующему поисковому ключу гипертекстовая технология предполагает перемещение от одних объектов информации к другим с учётом их смысловой, семантической связанности. Обработке информации по правилам формального вы-

вода в гипертекстовой технологии соответствует запоминание пути перемещения по гипертекстовой сети.

Гипертекстовая технология ориентирована на обработку информации не вместо человека, а вместе с человеком, т.е. *становится авторской*. Удобство её использования состоит в том, что пользователь сам определяет подход к изучению или созданию материала с учётом своих индивидуальных способностей, знаний, уровня квалификации и подготовки. Гипертекст содержит не только информацию, но и аппарат её эффективного поиска. По глубине формализации информации гипертекстовая технология занимает промежуточное положение между документальными и фактографическими информационными системами.

Структурно гипертекст состоит из информационного материала, тезауруса гипертекста, списка главных тем и алфавитного словаря.

Информационный материал подразделяется на информационные статьи, состоящие из заголовка статьи и текста. Заголовок содержит тему или наименование описываемого объекта. Информационная статья содержит традиционные определения и понятия, должна занимать одну панель и быть легко обозримой, чтобы пользователь мог понять, стоит ли её внимательно читать или перейти к другим, близким по смыслу статьям. Текст, включаемый в информационную статью, может сопровождаться пояснениями, примерами, документами, объектами реального мира. Ключевые слова для связи с другими информационными статьями должны визуально отличаться (подсветка, выделение, другой шрифт и т.д.).

Тезаурус гипертекста – это автоматизированный словарь, отображающий семантические отношения между лексическими единицами дескрипторного информационно-поискового языка и предназначенный для поиска слов по их смысловому содержанию. Тезаурус гипертекста состоит из тезаурусных статей. Тезаурусная статья имеет заголовок и список заголовков родственных тезаурусных статей, где указаны тип родства и заголовки тезаурусных статей. Заголовок тезаурусной статьи совпадает с заголовком информационной статьи и является наименованием объекта, описание которого содержится в информационной статье. В отличие от традиционных тезаурусов-дескрипторов тезаурус гипертекста содержит не только простые, но и составные наименования объектов. Полнота связей, отражаемых в тезаурусной статье, и точность установления этих связей определяют полноту и точность поиска при обращении к данной статье гипертекста. Существуют следующие типы родства, или отношений: вид-род, род-вид, предмет-процесс, процесс-предмет, целое-часть, часть-целое, причина-следствие, следствие-причина и т.д. Пользователь получает более общую информацию по родовому типу связи, а по видовому – специфическую информацию без повторения общих сведений из родовых тем. Тем самым глубина индексирования текста зависит от родовидовых отношений.

Список заголовков родственных тезаурусных статей представляет собой локальный справочный аппарат, в котором указываются ссылки только на ближайших родственников.

Тезаурус гипертекста можно представить в виде сети: в узлах находятся текстовые описания объекта (информационные статьи), рёбра сети указывают на существование связи между объектами (статьями) и на тип родства. В гипертексте поисковый аппарат не делится на тезаурус и массив поисковых образов-документов, как в обычных информационно-поисковых системах. В гипертексте весь поисковый аппарат реализуется как тезаурус гипертекста.

Список главных тем содержит заголовки всех справочных статей, для которых нет ссылок с отношениями род-вид, часть-целое. Желательно, чтобы список занимал не более одной панели экрана.

Алфавитный словарь содержит перечень наименований всех информационных статей в алфавитном порядке.

Гипертекст используется для предоставления какой-либо информации в виде ссылок на другие темы или документы.

Гипертексты, составленные вручную, используются давно, это справочники, энциклопедии, а также словари, снабжённые развитой системой ссылок. Область применения гипертекстовых технологий очень широка: это издательская деятельность, библиотечная работа, обучающие системы, разработка документации, законов, справочных руководств, баз данных, баз знаний и т.д.

Мультимедиа. *Мультимедиа – это интерактивная технология, обеспечивающая работу с неподвижными изображениями, видеоизображением, анимацией, текстом и звуковым рядом.* Одним из первых инструментальных средств создания технологии мультимедиа явилась гипертекстовая технология, которая обеспечивает работу с текстовой информацией, изображением, звуком, речью. В данном случае гипертекстовая технология выступала в качестве авторского программного инструмента.

Появлению систем мультимедиа способствовал технический прогресс: возросла оперативная и внешняя память ЭВМ, появились широкие графические возможности ЭВМ, увеличилось качество аудио- и видеотехники, появились лазерные компакт-диски и др.

Появление систем мультимедиа произвело революцию в таких областях, как образование, компьютерный тренинг, бизнес, и в других сферах профессиональной деятельности. Технология мультимедиа создала предпосылки для удовлетворения растущих потребностей общества.

Самое широкое применение технология мультимедиа получила в сфере образования. Созданы видеоэнциклопедии по многим школьным предметам, музеям, городам, маршрутам путешествий. Их число продолжает расти. Созданы игровые ситуационные тренажёры, что сокращает время обучения. Тем самым игровой процесс сливается с обучением, в результате мы имеем Театр обучения, а обучаемый реализует творческое

самовыражение. Идёт создание базы знаний, в которой сконструированы «живые» миры. Посредством сети ЭВМ эти базы доступны любому члену человеческого общества.

Термин «*виртуальная реальность*» был введён в 1989 г. Для обозначения искусственного трёхмерного мира – киберпространства, создаваемого мультимедийными технологиями и воспринимаемое человеком посредством специальных устройств: шлемов, очков, перчаток и т.д. Киберпространство отличается от обычных компьютерных анимаций более точным воспроизведением деталей и работает в режиме реального времени. Поэтому виртуальная реальность открывает небывалые перспективы в производстве, маркетинге, медицине, образовании, науке, искусстве и других сферах деятельности.

Новый класс интеллектуальных технологий. На базе мультимедиа и гипертекста растёт класс интеллектуальных технологий. К ним можно отнести информационное моделирование, которое позволяет моделировать эксперименты в тех условиях, которые невозможно воспроизвести в натуральном эксперименте из-за опасности, сложности оборудования, дороговизны. Информационное моделирование, основанное на базе технологий искусственного интеллекта, позволяет решать научные и управленческие задачи с неполной информацией, с нечёткими исходными данными. Для подсказки решений разрабатываются методы когнитивной графики, представляющие собой приёмы и методы образного представления условий решаемой задачи. Методы информационного моделирования глобальных процессов обеспечивают прогноз многих природных, экологических катастроф, техногенных аварий, нахождение решений в социальной и политической сферах с повышенной напряжённостью.

На базе новейших информационных технологий разработаны *структурные аналитические технологии* (САТ), ориентированные на углубленную обработку неструктурируемой информации. Они реализуют уникальную возможность человека интерпретировать содержание текстовой информации и устанавливать связи между фрагментами текста. САТ реализованы на базе гипертекстовой технологии, лингвистических процессоров и семантических сетей.

Лингвистический процессор – пакет прикладных программ, предназначенный для перевода текстов на естественном языке в машинное представление и обратно. *Семантические сети* дают способ представления знаний в виде помеченного ориентированного графа, в котором вершины соответствуют понятиям, объектам, действиям, ситуациям или сложным отношениям, а дуги – свойствам или элементарным отношениям.

Структурные аналитические технологии предназначены для использования в информационно-аналитических службах предприятий, отраслей, государственного управления, СМИ и так далее и предназначены для решения разнообразных задач аналитического характера на основе структуризации предварительно отобранной текстовой информации. САТ являются авторскими инструментами создания аналитических докладов, заметок и т.д.

3.2. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Информационные хранилища. Использование баз данных на предприятии не даёт желаемого результата от автоматизации деятельности предприятия. Причина проста: реализованные функции значительно отличаются от функций ведения бизнеса, так как данные, собранные в базах, не адекватны информации, которая нужна лицам, принимающим решения. Решением данной проблемы стала реализация технологии информационных хранилищ.

Информационное хранилище (data warehouse) – это автоматизированная система, которая собирает данные из существующих баз и внешних источников, формирует, хранит и эксплуатирует информацию как единую. Оно обеспечивает инструментарий для преобразования больших объёмов детализированных данных в форму, которая удобна для стратегического планирования и реорганизации бизнеса и необходима специалисту, ответственному за принятие решений. При этом происходит «слияние» из разных источников различных сведений в требуемую предметно-ориентированную форму с использованием различных методов анализа.

Особенность новой технологии в том, что она предлагает среду накопления данных, которая не только надёжна, но по сравнению с распределёнными СУБД оптимальна, с точки зрения доступа к данным и манипулирования ими.

Для данных информационного хранилища характерны:

- предметная ориентация; данные организованы в соответствии со способом их применения;
- интегрированность; данные согласуются с определённой системой наименований, хотя могут принадлежать различным источникам и их формы представления могут не совпадать;
- упорядоченность во времени; данные согласуются во времени для использования в сравнениях, трендах и прогнозах;
- неизменяемость и целостность; данные не обновляются и не изменяются, а только перезагружаются и считываются, поддерживая концепцию «одного правдивого источника».

Метабаза содержит метаданные, которые описывают, как устроены данные, частоту изменения, откуда приходят существенные части данных (разрешаются ссылки на распределённые базы данных на разных платформах), как они могут быть использованы, кто может пользоваться данными.

Управленческому персоналу метабаза предлагает предметно-ориентированный подход, показывая, какая информация имеется в наличии, как она получена, как может быть использована. Приложениям метабаза обеспечивает интеллектуальный выбор требуемой информации.

В информационных хранилищах используются статистические технологии, генерирующие «информацию об информации»; процедуры сум-

мирования; методы обработки электронных документов, аудио-, видеоинформации, графов и географических карт.

Для уменьшения размера информационного хранилища до минимума при сохранении максимального количества информации применяются эффективные методы сжатия данных.

Для хранения данных обычно используются выделенные серверы, или кластеры серверов (группа накопителей, видеоустройств с общим контроллером). Для доступа к серверам и их взаимосвязи требуются технологии, удовлетворяющие следующим условиям: малая задержка, высокая пропускная способность, надёжность, возможность работы на больших расстояниях. Всем этим требованиям удовлетворяет *АТМ-технология*.

Использование информационных хранилищ даёт существенный выигрыш по производительности в системах принятия решений, в системах обработки большого числа транзакций с большим объёмом обновления данных.

Системы электронного документооборота. Трудно представить область человеческой деятельности, которая не связана с созданием и обращением бумажных документов. Поиск нужного письма, копирование деловых документов, их сохранность, обеспечение коллективной работы с бумажными и электронными документами приводят часто к прямым финансовым потерям. Растёт поток бумажных документов, они порождают электронные документы (например, сканированные), что приводит к большим расходам, нередко к их потере. Так, по данным компании Delphi 15 % всех бумажных документов безвозвратно теряются, и рабочие группы тратят до 30 % своего времени в попытках найти их. Эти потери только в США близки к триллиону долларов в год.

По оценкам Norton Nolan Institute при использовании электронного документооборота рост производительности сотрудника увеличивается на 25 – 50 %, сокращается время обработки одного документа более чем на 75 % и уменьшаются расходы на оплату площади для хранения документов на 80 %. Внедрение системы электронного документооборота избавляет пользователя от переживаний, связанных с потерей документов, предохраняет от случайного стирания электронной копии, обеспечивает быстрый поиск требуемого документа, документирует процесс создания и редактирования документов, что позволяет обрабатывать их в гораздо больших количествах, принимать решения на основе более полной подборки материалов и в значительно меньшие сроки.

Переход к электронным документам радикально повышает производительность труда информационных работников. А использование их вкупе с сетевыми технологиями позволяет одновременно многим пользователям из рабочей группы применять эти документы, что при бумажной технологии проблематично и дорого (копирование, сохранение и т.п.). Это же позволяет сотрудникам, взаимодействующим внутри подразделений пред-

приятия, избежать дублирования функций и задач, что существенно снижает затраты. Сокращаются площади под архивы и затраты на их содержание, восстановление архива в случае его порчи.

Важным фактором внедрения электронного документооборота является сохранность конфиденциальности документов, доступ к которым конкурентов и других заинтересованных лиц может привести к более или менее крупным финансовым потерям, вплоть до полного банкротства. Сохранность хранимой на электронных носителях информации легче обеспечить вследствие малого физического объема и развитости систем защиты.

Полностью этот процесс не автоматизирован, так как для создания индустрии автоматизации делопроизводства необходимо:

- знать и уметь передавать другим методологию ведения делопроизводства;
- разработать комплексную технологию автоматизации делопроизводства, оформленную в виде законченных программных продуктов;
- выделить программные продукты и услуги, обеспечивающие домашних пользователей, малые офисы и корпоративных пользователей.

Рассмотрим некоторые аспекты создания системы электронного документооборота (СЭД). Любой электронный документ должен быть создан посредством или приложения (имеется в виду текстовый редактор, системы создания и редактирования электронных таблиц, чертежей, баз данных и т.п.), или специальным инструментом, входящим в СЭД, для приведения документа, находящегося в неприемлемом для системы виде, в стандартизированный вид. Отсюда вырисовываются две основные задачи при организации работы с документами:

- 1) обеспечение взаимодействия средств создания электронных документов и средств администрирования документов;
- 2) обеспечение перевода внешних документов в стандарт системы.

Первая задача означает, что какими бы приложениями ни создавался документ, в СЭД должны быть средства вовлечения его в электронный документооборот. Тем самым должна быть исключена возможность как создания и хранения документов в обход системы, так и доступа к нему иными средствами, кроме тех, которые предоставляются и контролируются СЭД.

Под понятием внешних документов подразумеваются бумажные и электронные документы, созданные вне рамок СЭД. В случае бумажных документов, а также фото-, звуковых и прочих «аналоговых» документов необходима их оцифровка, т.е. перевод в адекватную электронную форму. Для печатных документов это будет сканирование и распознавание текста, для чертежей – сканирование и трассировка, для аудио- видеоматериалов – перевод в один из компьютерных форматов. Следовательно, требуется широкий спектр перекодировщиков, способных распознать более или ме-

нее распространённый формат документа и осуществить его однозначный перенос в стандарт системы электронного документооборота.

На сегодняшний день получили широкое распространение системы компьютерного бухучёта, финансовой деятельности и др. Но подобного рода системы не обеспечивают доступа и возможности работы с прочими офисными документами. Разумеется, было бы нелепо создавать на предприятии две системы документооборота – одну для финансовых документов, другую для всех остальных. Поэтому система электронного документооборота должна поддерживать все типы документов, обращающихся на предприятии, при этом обеспечить безболезненный переход с имеющихся систем, решающих локальные задачи, на единую систему электронного документооборота предприятия.

При выборе системы нужно придерживаться принципа поддержки максимально возможного количества платформ (операционных систем). Выбираемая система должна быть открыта для эксплуатируемых и новых приложений. Для этого ей необходимо удовлетворять ряду стандартов.

Обычно внедрение новых систем выполняется поэтапно. Поэтому выбираемая система должна быть модульной. Каждый из модулей обеспечивает решение определённых задач. При этом не должно составлять труда их включение в работающую систему. Модули по возможности должны быть независимы друг от друга. Например, сначала внедряется система автоматизации исполнения приказов, а можно начать с электронного архива, но в результате должна быть получена полноценная система.

Система электронного документооборота, отвечающая перечисленным принципам, состоит из трёх частей: системы управления документами, системы массового ввода бумажных документов, системы автоматизации деловых процессов.

Система управления документами должна обеспечить интеграцию с приложениями. Если на предприятии применялись всемирно известные пакеты, то интеграция осуществляется на уровне операций с файлами, т.е. операции открытия, закрытия, создания, корректировки, сохранения замещаются соответствующими операциями системы управления документами. Если приложение не предусматривает сохранения данных в файле, то приходится перехватывать операции вывода данных на печать для перевода в стандарт системы. Это сложная работа, но её достоинство в том, что сохраняются принятые на предприятии виды документов.

Следующей задачей является обеспечение хранения документов на разных носителях. К тому же надо обеспечить быстрый поиск и доступ к различным устройствам хранения информации, чтобы факторы доступности и стоимости хранения всегда были в оптимальном соотношении в зависимости от важности и актуальности информации. Для этого надо предусмотреть поддержку миграции документов между устройствами хранения, т.е. данные с дисков в зависимости оттого, как часто к ним обращают-

ся, должны перекочёвывать на более дешёвые и менее быстрые хранители информации.

Достаточно сложной проблемой является организация быстрого поиска документов. Для организации поиска используется индексация документов. Система индексации может быть атрибутивной или полнотекстовой.

В случае **атрибутивной индексации** документу присваивается некий набор атрибутов, представленных текстовыми, числовыми или иными полями, по которым выполняются поиск и доступ к искомому документу. Обычно это выглядит как каталожная карточка, где сохраняются имя автора, дата, тип документа, несколько ключевых слов, комментарии. Поиск ведётся по одному или нескольким полям либо по всей совокупности. При **полнотекстовом индексировании** все слова, из которых состоит документ, за исключением предлогов и незначительных для поиска слов, заносятся в индекс. Тогда поиск возможен по любому входящему слову или их комбинации. Возможна комбинация методов, что усложняет систему, но упрощает пользователю работу с ней.

Ряд проблем возникает при коллективной работе с документами. В первую очередь необходимо предотвратить одновременное редактирование документа двумя или более пользователями. Обычно приоритет отдаётся пользователю, первому открывшему документ, и запрет всем остальным на пользование документом, исключая режим «только для чтения».

Другой важной задачей является обеспечение работы с актуализированным документом. Многие пользователи могут редактировать и вносить изменения. В этом случае сотрудникам выдаются полномочия на редактирование документа, все изменения протоколируются, чтобы дать возможность отследить этапы прохождения документа через инстанции и его эволюцию. Можно запретить вносить изменения в документ, передавать на редактирование его копии. Версии документов также протоколируются.

Если приходится иметь дело с документом не в текстовом формате, а в виде факсимильного изображения, то его редактирование невозможно, перевод в текстовый формат не рационален. Тогда как бы накладывается второй, «прозрачный», слой с комментариями и изменениями. При этом комментарии поддаются редактированию обычным образом.

При коллективной работе с документами каждому сотруднику назначается пароль и право доступа, чтобы документ оставался недоступным любопытным. Права доступа также разделяются. Одни могут выполнять полное редактирование и уничтожение документа, другие – только просматривать. Может быть разрешён доступ к отдельным полям документа. При этом все действия пользователей заносятся в протокол, чтобы администратор системы мог проанализировать ситуацию и принять соответствующие меры.

Вторую часть электронного документооборота составляет *система массового ввода* бумажных документов. Эта система предназначена для массового ввода документов архива и перевода их в электронный вид.

В контексте обработки документы делятся на две группы – просто документы и формы. Формы, в отличие от просто документов, содержат массу избыточной, с точки зрения электронной обработки, информации: линии, пиктограммы, графление и т.д.

Для обеспечения перечисленных операций выделяют сервер приложений, сервер сканирования и предварительной обработки изображений, и сервер обработки изображения и распознавания. Число серверов может быть различным, но необходимо предусмотреть их координацию.

При использовании серверов баз данных для каждого документа, прошедшего систему массового ввода, создается *задание*. Переход к следующей операции означает изменение статуса задания, и каждая обработка документа является выделенной транзакцией на сервере баз данных. Если обработка не выполняется по каким-либо причинам, транзакция возвращается в базу и задание остаётся невыполненным, поступает снова на обработку. Тем самым гарантируются целостность и надёжность хранения и обработки документов.

Часть операций массового ввода реализуется программно, другая – аппаратно. Более надёжной и перспективной является аппаратная реализация посредством плат обработки изображений.

Третья часть электронного документооборота – *система автоматизации деловых процессов (АДП)*. Она предназначена для моделирования деятельности каждого сотрудника, работающего с электронным документооборотом.

Для проектирования сложных деловых процессов используются методы моделирования, способные учесть большинство ситуаций, которые могут возникнуть в реальной жизни. Деловые процессы не имеют жёсткой структуры и меняются по самым разным причинам – внешним и внутренним. Внутренние причины обусловлены желанием оптимизировать внутренние деловые процессы с целью высвобождения ресурсов и экономии средств.

В настоящее время существуют определённые проблемы с методологией описания деловых процессов. Самой распространённой в настоящее время является методология направленного графа. Разработаны графические редакторы, позволяющие в удобной форме проектировать и редактировать карты деловых процессов. Карты деловых процессов формируются на основании заданий, их статуса, параметров, определяющих роль персон, которым они предназначены. Параметры задают роль сотрудника, его полномочия и права, время исполнения задания и т.д. Графический редактор, обрабатывающий задания, размещает карты деловых процессов в специальных базах данных.

После формирования базы карт деловых процессов работает модуль преобразования карт деловых процессов в конкретное АДП-приложение, моделирующее деятельность одного сотрудника. АДП-приложение поступает на выполнение. Оно создаёт рабочее пространство пользователя и его интерфейс: окно входящих заданий пользователю и окно исходящих заданий. Для каждого задания показываются его характеристики и состояние.

Заметим, что АДП-приложения ориентированы не на конкретных сотрудников, а на роли, которые они исполняют. Это даёт возможность динамически переназначать сотрудников на роли, что позволяет гибко реагировать на изменения, происходящие на предприятии, гибко управлять заданиями, направляя их определённой ролевой категории сотрудников.

Существуют две архитектуры АДП-систем. Первая ориентирована на документ и процесс его движения между сотрудниками. Эта система похожа на электронную почту. Достоинство – использование технологии «клиент-сервер». Недостатки – сложность управления правилами деловых процессов, затруднено протоколирование процесса движения документа, и во многих случаях документ доступен только получателю.

Вторая архитектура АДП-систем ориентирована на задание как составную часть делового процесса. Логика построения таких систем выглядит как «деловой процесс – задание – документ». Поэтому документ может быть прикреплен к заданию, но может и отсутствовать. Информация о задании и его обслуживании хранится в базе данных. В этом случае легко протоколируются все движения задания. Трудности возникают при организации распределённой обработки заданий.

Поэтому при выборе АДП-систем следует учитывать стиль работы предприятия, решаемые задачи.

Геоинформационные системы. Сетевые и авторские технологии позволяют создавать геоинформационные системы (ГИС) для доступа к мировым хранилищам информации любых типов. Для работы ГИС требуются мощные аппаратные средства: запоминающие устройства большой ёмкости, подсистемы отображения, оборудование высокоскоростных сетей.

В основе любой ГИС лежит информация о каком-либо участке земной поверхности: стране, континенте или городе. База данных организуется в виде набора слоёв информации. Основной слой содержит географически привязанную карту местности (топооснова). На него накладываются другие слои, несущие информацию об объектах, находящихся на данной территории: коммуникации, промышленные объекты, земельные участки, почвы, коммунальное хозяйство, землепользование и др. В процессе создания и наложения слоёв друг на друга между ними устанавливаются необходимые связи, что позволяет выполнять пространственные операции с объектами посредством моделирования и интеллектуальной обработки данных. Как правило, информация представляется графически в векторном виде, что позволяет уменьшить объём хранимой информации и упростить

операции по визуализации. С графической информацией связана текстовая, табличная, расчётная информация, координационная привязка к карте местности, видеоизображения, аудиокomentarии, база данных с описанием объектов и их характеристик. ГИС позволяет извлечь любые типы данных, визуализировать их. Многие ГИС включают аналитические функции, которые позволяют моделировать процессы, основываясь на картографической информации.

Программное ядро ГИС можно разделить на части: инструментальные геоинформационные системы, вьюеры, векторизаторы, средства пространственного моделирования, средства дистанционного зондирования.

Инструментальные геоинформационные системы обеспечивают ввод пространственных данных, хранение в структурированных базах данных, реализацию сложных запросов, пространственный анализ, вывод твёрдых копий.

Вьюеры предназначены для просмотра введённой ранее и структурированной по правам доступа информации, позволяя при этом выполнять информационные запросы из сформированных с помощью инструментальных ГИС баз данных, в том числе выводить картографические данные на твёрдый носитель.

Векторизаторы растровых картографических изображений предназначены для ввода пространственной информации со сканера, включая полуавтоматические средства преобразования растровых изображений в векторную форму.

Средства пространственного моделирования оперируют с пространственной информацией, ориентированной на частные задачи типа моделирования процесса распространения загрязнений, моделирования геологических явлений, анализа рельефа местности.

Средства дистанционного зондирования предназначены для обработки и дешифрования цифровых изображений земной поверхности, полученных с борта самолета и искусственных спутников.

Основные сферы применения ГИС:

- геодезические, астрономо-геодезические и гравиметрические работы;
- топологические работы;
- картографические и картоиздательские работы;
- аэросъёмочные работы;
- формирование и ведение банков данных перечисленных выше работ для всех уровней управления Российской Федерации, для отображения политического устройства мира, атласа автомобильных и железных дорог, границ РФ и зарубежных стран, экономических зон и т.д.

Видеоконференция. К истокам видеоконференции можно отнести появление первого видеотелефона, созданного НИИ телевидения СССР в 1947 г. Однако разочаровавшийся было шум вокруг видеотелефона, сменился глубоким разочарованием, так как никто не захотел показывать своё лицо во время телефонного разговора.

Появление Интернет-технологии оживило потребность в таких средствах. Оказалось, что трём собеседникам уже трудно говорить одновременно, не видя друг друга. В сентябре 1995 г. американские астронавты на космическом «челноке» Endeavour впервые провели из космоса видеоконференцию в реальном времени. Использовалась ИТ ProShare, разработанная корпорацией Intel.

Видеоконференция – это способность двух или более людей общаться между собой и совместно работать посредством компьютеров, удалённых друг от друга большими расстояниями. Видеоконференция предоставляет больше функций, чем видеотелефон, она позволяет видеть и слышать других участников «встречи», работать вместе с ними так, как если бы все сидели за одним экраном компьютера. Видеоконференция ускоряет деловой процесс в бизнесе, повышает эффективность использования времени и ресурсов, расширяет и повышает качество обслуживания участников, так как разрозненные данные, хранимые в локальных базах, могут обрабатываться совместно участниками конференции.

Для проведения видеоконференции необходимо укомплектовать компьютер миниатюрной видеокамерой, аудио-видеоплатами, пакетом программ для проведения видеоконференций, современным оборудованием цифровых телекоммуникационных сетей.

Технология организации и проведения видеоконференций содержит следующие этапы. Абонент дозванивается к провайдеру многоточечного обслуживания (оператору телекоммуникационных сетей) и определяет дату, время, продолжительность сеанса и список участников. Каждому участнику выдаётся код пользователя и пароль. В назначенное время участники встречи звонят провайдеру. Их проверяют на право участия в конференции и подсоединяют к сети участников, после чего они слышат всех, видят и коллективно пользуются данными.

Происходит сеанс связи. Участникам предоставлены средства совместной работы с документами посредством текстовых и графических редакторов.

При коммутируемом вызове с голосовым управлением абонент видит себя в «локальном» окне, а в «удалённом» – говорящего. Как только последний перестаёт говорить, «удалённое» окно переключается на нового оратора. Если одновременно начинают говорить несколько человек, «удалённое» окно переключается на того, кто говорит громче.

В режиме постоянного присутствия на экране видны несколько последних ораторов. Для этого «удалённое» окно делится на несколько окон.

По окончании сеанса связь рвётся, освобождаются ресурсы. Число участников конференции зависит от провайдера услуг и модуля MCU. Традиционно в конференции может принять участие до 24 абонентов.

Примеры использования телеконференций:

- установление тесных отношений разработчиков различных систем;
- сотрудничество с поставщиками;
- организация финансовых услуг посредством создания киосков, оборудованных средством поддержки телеконференций;
- проведение масштабных компьютерных проектов;
- дистанционное обучение;
- во всех сферах деятельности, где требуется «удалённое» общение.

Сфера применения технологий видеоконференций постепенно расширяется. Если раньше главными пользователями были юридические фирмы, предприятия здравоохранения, издательской деятельности, дизайна, то сегодня трудно назвать отрасль, где бы не применялась видеоконференц-связь. Американские исследования показали, что при телефоном разговоре в среднем можно передать 11 % необходимого объёма информации. При использовании телефонной связи в совокупности с факсимильной – до 24 %, посредством видеоконференций – до 60 %.

Недостатками систем видеоконференций является невозможность передачи технической документации, снимков, видеороликов, а также отсутствие необходимой сетевой индустрии.

На рынке видеоконференций существует три сектора. Первый – настольные видеоконференции. Они ориентированы на бизнес-применение, совместную работу с документами с поддержкой звука и видео. Второй сектор – групповые видеоконференции, ориентированные, в основном, на звук и видео. Обычно они устанавливаются в специально оборудованных комнатах – конференц-залах. Они дороже. Третий – студийные видеоконференции. Там цены ещё выше, качество лучше, документы совместно не обрабатываются.

Технология видеоконференций породила новый вид передачи информации – *видеопочту*. Этот вид связи является расширением электронной почты (текстовой) и напоминает работу автоответчика. Человека, делающего вызов по видеоконференции, «приветствует» изображение вызываемого, после чего он просит оставить текст или голосовое письмо.

Получает распространение технология записи процесса видеоконференции, чтобы пользователи могли повторно просматривать отдельные её куски.

3.3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Учебный процесс, осуществляемый на основе технологий дистанционного обучения, включает в себя как обязательные аудиторные занятия, так и самостоятельную работу студентов.

Применяемые при дистанционном обучении информационные технологии можно разделить на три группы:

- 1) технологии представления образовательной информации;
- 2) технологии передачи образовательной информации;
- 3) технологии хранения и обработки образовательной информации.

В совокупности они и образуют технологии дистанционного обучения. При этом при реализации образовательных программ особое значение приобретают технологии передачи образовательной информации, которые, по существу, и обеспечивают процесс обучения и его поддержку.

В основе процесса обучения всегда лежит передача информации от преподавателя к студенту. В этом смысле любую технологию, применяемую в образовании, можно называть информационной. С другой стороны, нередко термин «информационные технологии» применяют по отношению ко всем технологиям, основанным на использовании компьютерной техники и средств телекоммуникации. Во избежание неправильной интерпретации, определим три понятия, имеющие первостепенное значение для дистанционного образования. Это:

- 1) образовательная информация;
- 2) образовательные технологии;
- 3) информационные технологии.

Рассмотрим каждое из этих понятий.

Образовательная информация – это знания, которые необходимо передать обучаемому для того, чтобы он мог квалифицированно выполнять ту или иную деятельность.

В дисциплинарной модели обучения, присущей очной системе образования, интерпретатором знаний выступает преподаватель. При дистанционном обучении интерпретатором в большей мере является сам студент и поэтому к качеству образовательной информации и способам её представления должны предъявляться повышенные требования.

Прежде всего, это относится к вновь создаваемым электронным учебникам, а также к информационным базам и банкам знаний, справочным и экспертным системам, используемым для целей образования. Представляемая в них информация, в отличие от полиграфической, должна иметь совершенно иную организацию и структуру. Это обусловлено как психологическими особенностями восприятия информации на экране компьютера, так и технологией доступа к ней.

Образовательная информация не должна накапливаться только в одном или немногих местах. Её распределение должно иметь островной характер, так, чтобы обеспечить максимально возможный доступ студентов к ней из любых удалённых мест, без существенного увеличения загрузки телекоммуникационных каналов. Такого рода островами (центрами) информации могут стать крупные библиотеки и научно-образовательные центры, созданные на базе ведущих вузов.

Образовательные технологии – это комплекс дидактических методов и приёмов, используемых для передачи образовательной информации от её источника к потребителю и зависящих от формы её представления.

Особенностью образовательных технологий является опережающий характер их развития по отношению к техническим средствам. Дело в том, что внедрение компьютера в образование приводит к пересмотру всех компонент процесса обучения. В интерактивной среде «ученик–компьютер–преподаватель» большое внимание должно уделяться активизации образного мышления за счёт использования технологий, активизирующих правополушарное, синтетическое мышление. А это значит, что представление учебного материала должно воспроизводить мысль преподавателя в виде образов. Иначе говоря, главным моментом в образовательных технологиях дистанционного обучения становится визуализация мысли, информации, знаний.

К образовательным технологиям, наиболее приспособленным для использования в дистанционном обучении, относятся:

- видео-лекции;
- мультимедиа-лекции и лабораторные практикумы;
- электронные мультимедийные учебники;
- компьютерные обучающие и тестирующие системы;
- имитационные модели и компьютерные тренажёры;
- консультации и тесты с использованием телекоммуникационных средств;
- видеоконференции.

Информационные технологии – это аппаратно-программные средства, базирующиеся на использовании вычислительной техники, которые обеспечивают хранение и обработку образовательной информации, доставку её учащемуся, интерактивное взаимодействие студента с преподавателем или педагогическим программным средством, а также тестирование знаний студента.

В учебном процессе важна не информационная технология сама по себе, а то, насколько её использование служит достижению собственно образовательных целей. Выбор средств коммуникации должен определяться содержанием, а не технологией. Это означает, что в основе выбора технологий должно лежать исследование содержания учебных курсов, степени необходимой активности обучаемых, их вовлечённости в учебный процесс, конкретных целей и ожидаемых результатов обучения и т.п. Результат обучения зависит не от типа коммуникационных и информационных технологий, а от качества разработки и предоставления курсов.

При выборе технологий необходимо учитывать наибольшее соответствие некоторых технологий характерным чертам обучаемых, специфическим особенностям конкретных предметных областей, преобладающим типам учебных заданий и упражнений.

Основная роль, выполняемая телекоммуникационными технологиями в дистанционном обучении – обеспечение учебного диалога. Обучение без обратной связи, без постоянного диалога между преподавателем и обучаемым невозможно. Обучение (в отличие от самообразования) является диалогическим процессом по определению. В очном обучении возможность диалога определяется самой формой организации учебного процесса, присутствием преподавателя и обучаемого в одном месте в одно время. В дистанционном обучении учебный диалог необходимо организовать с помощью телекоммуникационных технологий в on-line или off-line режимах.

Основное преимущество off-line технологий состоит в том, что они менее требовательны к ресурсам компьютера и пропускной способности линий связи. Они могут использоваться даже при подключении к Internet по коммутируемым линиям (при отсутствии постоянного подключения к Internet).

К технологиям этого рода относятся электронная почта, списки рассылки и телеконференция. Через сервер может быть организована рассылка учебной информации, с помощью электронной почты устанавливается личное общение между преподавателем и студентом, а телеконференция позволяет организовать коллективное обсуждение наиболее сложных или вызвавших затруднения вопросов курса. Все эти технологии позволяют обмениваться сообщениями между различными компьютерами, подключенными к Internet.

Важным преимуществом off-line технологий является большой выбор программного обеспечения для работы с электронной почтой и телеконференциями. Эффективность технологий off-line проявляется при организации текущих консультаций, текущего контроля на основе контрольных и самостоятельных работ, проверяемых «вручную» преподавателем.

Из on-line технологий прежде всего нужно отметить chat, позволяющий осуществлять обмен текстовыми сообщениями через Internet в реальном времени. В простейшем случае «разговор» происходит между двумя пользователями. Для работы с chat существует большое количество программ. Эффективность технологий on-line особенно высока при организации сетевых семинарских занятий и групповых консультаций.

При организации совместных образовательных программ особое значение приобретают сетевые технологии дистанционного обучения, поскольку именно они позволяют наиболее полно реализовать принцип распределённости образовательных ресурсов и кадрового потенциала.

3.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В настоящее время ведущие проектные и научно-исследовательские институты, инжиниринговые фирмы и производственные предприятия в своей практике всё шире применяют компьютерные системы технологиче-

ского моделирования, которые в последние годы пришли на смену весьма тяжеловесным программам расчёта отдельных технологических процессов. Эти системы представляют собой «электронные конструкторы», которые позволяют достаточно быстро «собирать» практически любые технологические схемы, выполнять многовариантные расчёты режимов, балансов и основных показателей качества сырья и продукции. Лучшие системы технологического моделирования позволяют также создавать контуры автоматического регулирования технологических параметров, выполнять серии аналитических расчётов для изучения влияния технологических параметров на выбранные показатели процесса и даже решать задачи оптимизации. Кроме этого, некоторые системы позволяют собирать схемы не только установок, но и цехов, заводов и даже комплексов предприятий (хотя и с некоторым ущербом для детализации расчётов и усложнением их выполнения). Область применения систем технологического моделирования – детальный анализ состояния технологии и определение недостающей информации для действующих производств, разработка технических решений по проектированию новых и модернизации действующих производств, обоснование текущих и перспективных планов переработки сырья и т.п. Таким образом, для инженерной и исследовательской работы на современном уровне системы технологического моделирования необходимы как в проектных и научно-исследовательских институтах, так и на предприятиях.

Также применение технологического моделирования весьма эффективно при разработке решений по реконструкции и модернизации технологии. Как правило, в процессе эксплуатации предприятий периодически возникает необходимость реконструкции отдельных установок, технологической обвязки и тому подобное с предварительной проработкой вариантов технических решений. С помощью технологических моделей действующих объектов предприятия такая задача может быть решена достаточно квалифицированно и с минимальными ошибками, поскольку расчётный анализ моделей позволяет отбросить заведомо нерациональные варианты, уточнить идеи реконструкции, определить наиболее приемлемые решения с минимальными затратами времени и сил. Наконец, весьма полезны технологические модели при анализе состояния технологии и обосновании текущих и перспективных планов. В настоящее время балансы производства обычно рассчитываются по среднестатистическим выходам товарной продукции. Такой подход терпим при текущем планировании и стабильности поставок сырья. Однако планирование на относительно длительную перспективу и в условиях изменения поставок сырья по количеству и составу при таком примитивном подходе нередко приводит к существенным ошибкам.

Для квалифицированного использования моделирования необходимо создание технологических моделей, адекватных реально действующим

объектам. Для этого необходимо предварительно настроить модели по результатам исследований потоков и фактическим данным моделируемого объекта таким образом, чтобы при расчётах воспроизвести с достаточной точностью фактические составы и показатели качества продукции, а также фактические режимные параметры – давления, температуры и расходы потоков. В качестве основных параметров для настройки моделей следует выбирать составы потоков, поскольку они наиболее чувствительны при отклонениях моделей от практики. Для качественного проектирования новых технологических объектов необходимо получить состав сырья с максимально возможной точностью, а модели разрабатываемого объекта следует настраивать по данным эксплуатации аналогичным действующих объектов.

В настоящее время лидирующие позиции на рынке моделирующих систем занимают продукты трёх компаний – Simulation Sciences (SimSci), Aspen Technologies и Hysprotech.

Hysys и Hysim. Продукты канадской компании Hysprotech Ltd. Hysim позволяют выполнять статическое моделирование практически всех основных процессов газопереработки, нефтепереработки и нефтехимии. Особый акцент сделан на работу с уравнением состояния Пенга-Робинсона. Программа имеет расширенный набор модификаций уравнения состояния Пенга-Робинсона, включающих работу с несимметричными коэффициентами бинарного взаимодействия и различными правилами смещения, модификации для работы с водой, гликолями и аминами. Пакет имеет оригинальный, весьма совершенный алгоритм расчёта ректификационных колонн, практически не имеет ограничений в отношении набора задаваемых спецификаций и сложности колонны. Программа имеет табличный ввод данных, по которому затем строится изображение схемы в формате AUTOCAD. Дополнительный пакет Нургор позволяет эффективно обрабатывать экспериментальные данные по свойствам чистых компонентов и затем использовать полученные корреляции в расчётах. Программа, наряду с возможностью статического моделирования технологических схем, позволяет в той же среде производить динамическое моделирование отдельных процессов и всей технологической цепочки, а также разрабатывать и отлаживать схемы регулирования процессов. Имеется возможность выполнять расчёты основных конструктивных характеристик сепарационного оборудования, ёмкостей, теплообменной аппаратуры, тарельчатых и насадочных ректификационных колонн и оценку стоимости оборудования. Программа имеет развитый графический интерфейс, поддерживает технологию OLE-2 и хорошо интегрирована с офисными приложениями Microsoft.

Aspen Plus и Speed UP. Продукты американской компании Aspen Technologies Inc. Эти системы широко известны во всём мире, в том числе

среди студентов химико-технологических специальностей. Aspen Plus – система для статического моделирования процессов, основанных на химическом и фазовом превращении. Имеет широкий набор алгоритмов, который постоянно расширяется, благодаря тому, что Aspen Plus является системой с открытыми стандартами. Система имеет развитый графический интерфейс. Имеется возможность выполнять расчёты основных конструктивных характеристик и оценку стоимости оборудования. Speed UP-система динамического моделирования технологических процессов совместима на уровне данных с платформой Aspen Plus. Обе программы пакета сейчас объединены в новейшем интегрированном пакете Dyna Plus.

Pro II и ProVision. Эти широко известные программные продукты разработаны американской фирмой Simulation Sciences, Inc. Система Pro II была первоначально перенесена на платформу DOS/PC с мэйнфреймов. В этой реализации она не имела удобного пользовательского интерфейса. В 1995 г. фирма анонсировала новый графический интерфейс для 32-разрядных платформ PC/Windows с поддержкой OLE-2 и выпустила пакет ProVision. Одновременно разрабатывалась реализация и для Unix-платформ (AIX и Solaris). Практически, в Pro II/ProVision заложены возможности моделирования почти всех химических и нефтехимических производств. Также имеются широкие возможности для работы с растворами электролитов. Имеется возможность проведения гидравлических расчётов сепарационного оборудования, реакторов, насадочных и тарельчатых ректификационных колонн. Фирма имеет в своём арсенале также пакет динамического моделирования – Protiss, который сейчас также доступен через интерфейс ProVision. В кооперации с Shell Development Co. разработан онлайн-симулятор Romeo.

Кроме продуктов «первого эшелона», на рынке программных средств для инженерного моделирования присутствуют продукты, предоставляющие пользователю значительно меньше возможностей, но достаточно, чтобы решать основной круг задач инженера – технолога.

CHEMCAD. Программный пакет CHEMCAD разработан фирмой ChemStations, Inc. Пакет включает средства статического моделирования основных процессов, основанных на фазовых и химических превращениях, а также средства для расчёта геометрических размеров и конструктивных характеристик основных аппаратов, и оценки стоимости оборудования.

PROSIM. Продукт компании Bryan Research & Engineering, Inc. Пакет включает средства статического моделирования основных процессов газопереработки (включая гликолевую осушку, аминную очистку, фракционирование), нефтепереработки (атмосферно-вакуумная перегонка). Имеются средства для расчёта геометрических размеров и конструктивных характеристик аппаратов.

Среди Российских программ следует отметить две разработки: КОМФОРТ и GIBBS.

КОМФОРТ. Эта система моделирования представляет собой инструментальное средство для выполнения поверочных и проектных расчётов материально-тепловых балансов различных химических производств. КОМФОРТ состоит из управляющей программы и модулей расчёта аппаратов. Управляющая программа с конкретным набором технологических модулей образует предметно-ориентированную моделирующую программу, позволяющую выполнять расчёты для конкретного класса химико-технологических схем (ХТС). Программа имеет средства для расчёта всех основных процессов фракционирования для газопереработки.

GIBBS. Этот моделирующий пакет разработан фирмой «Топэнергобизнес» в 1992 г. Пакет включает средства для моделирования процессов промышленной подготовки природных газов, включая обычные установки низкотемпературной сепарации и низкотемпературные детандерные заводы с частичным или полным фракционированием жидких углеводородов, процессы обработки газа с впрыском, сбором и регенерацией ингибиторов гидратообразования, промышленной и заводской подготовки и переработки газоконденсата и нефти, включая дезтанизацию, стабилизацию и фракционирование по топливному варианту, газофракционирование. Программа имеет средства для синтеза нефтяной смеси по данным лабораторных анализов, расчёта товарных свойств фракций моторных топлив, условий образования и ингибирования газовых гидратов, расчёта дифференциальной конденсации пластовых смесей, расчёта условий образования твёрдой фазы CO_2 и другие утилиты инженерного применения.

Обычно стадия проектирования выполняется с помощью специализированного программного обеспечения (CAD/CAM-приложений). Однако стадии проектирования предшествует исследование проекта, на котором выполняются отдельные общие стадии проектирования (планирование размещения объекта, снабжение энергией, теплом, водой и т.п.), оценка стоимости отдельных стадий и проекта в целом и составление сметы проекта, разработка сетевого графика выполнения проекта, анализ финансовой эффективности проекта. Хотя исследование проекта не относится к задачам моделирования химико-технологических процессов, существует специальное программное обеспечение, позволяющее выполнять такие исследования и использующее в качестве исходных данные, полученные с помощью перечисленных выше программных продуктов. К таким программам относится ICARUS PROCESS EVALUATOR (IPE), использующий в качестве исходных данные, полученные с помощью HYSYM, Aspen Plus, ProVision и CHEMCAD. Программа позволяет выбрать наиболее прибыльный проект из различных вариантов, чтобы обеспечить на-

дёжный возврат инвестиций после осуществления проекта. Для этого выполняется полный анализ стоимости проекта на основе данных о стоимости оборудования, труда, транспортировки, различных типов установок, зданий, сооружений и т.д. При этом может быть выполнен подробный расчёт размеров оборудования. На основе общих характеристик проекта и сметных расчётов может быть разработан сетевой график производства работ, и далее – выполнен подробный финансовый анализ.

Современные средства моделирования, которые могут быть использованы для разработки, анализа и проектирования новых производств, и для анализа работы существующих, весьма многообразны. Они позволяют автоматизировать практически все стадии инженерного труда и свести к минимуму затраты рабочего времени, трудовых ресурсов и денежных средств. При этом поставленная задача решается оптимально, с учётом накопленного опыта и данных. Совершенно очевидно, что конкурентное развитие техники и технологии невозможно без широкомасштабного использования таких средств моделирования как в проектных и исследовательских организациях, так и на производстве.

4. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Интеллектуальные системы и технологии применяются для тиражирования профессионального опыта и решения сложных научных, производственных и экономических задач. Для обработки и моделирования знаний применяются специальные модели и создаются так называемые базы знаний.

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.

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.

4.1. 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, развивается по следующим направлениям:

1. *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.

2. *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.

3. *Разработка естественных языковых интерфейсов и машинный перевод.* В 1950-х гг. одной из популярных тем исследований искусственного интеллекта являлась область машинного перевода. Первая программа в этой области – переводчик с английского языка на русский.

4. *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.

5. *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.

6. *Интеллектуальные роботы.*

7. *Специальное программное обеспечение.* В рамках этого направления разрабатываются специальные языки для решения задач невычислительного плана. Помимо этого создаются пакеты прикладных программ, ориентированные на промышленную разработку интеллектуальных систем, или программные инструментарии искусственного интеллекта.

8. *Обучение и самообучение.* Активно развивающаяся область искусственного интеллекта. Включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление знаний на основе анализа и обобщения данных.

4.2. ДАННЫЕ И ЗНАНИЯ

При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос – что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, обрабатываемых ЭВМ.

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

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 получают эмпирическим путём. Таким образом, знания – это выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области.

Часто используются такие определения знаний: знания – это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Для хранения знаний используются базы знаний (небольшого объёма, 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, «растворённые» в алгоритмах. Они управляли данными. Для их изменения требовалось изменять программы. Однако с развитием искусственного интеллекта приоритет данных постепенно изменялся, и всё 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.

4.3. МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

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 её подтверждения – к данным). Данные – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода – программа, перебирающая правила из базы.

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, лёгкостью 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.

Семантическая сеть – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними. Термин *семантическая* означает смысловая, а сама семантика – это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они обозначают, т.е. наука, определяющая смысл знаков. *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 трёх типов отношений:

- 1) класс – элемент класса;
- 2) свойство – значение;
- 3) 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.

Основное преимущество этой модели – соответствие современным представлениям 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 (англ. *frame* – каркас или рамка) предложены М. Минским в 1970-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 (например, убрав окна, мы получим уже чулан, а не комнату), но в нём 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 – тип 1-го слота – значение 1-го слота – присоединённая процедура 1),

(имя 2-го слота – тип 2-го слота – значение 2-го слота – присоединённая процедура 2),

(имя N-го слота – тип N-го слота – значение N-го слота – присоединённая процедура N).

Здесь 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 всё многообразие знаний о мире через:

- *фреймы-структуры*, для обозначения объектов и понятий (заём, 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.

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

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

Формальные логические модели являются традиционным способом представления знаний и основаны на классическом исчислении предикатов I порядка, когда предметная область или задача описывается в виде набора аксиом. Однако исчисление предикатов I порядка в промышленных экспертных системах практически не используется. Поэтому эта логическая модель применима в основном в исследовательских «игрушечных» системах, так как предъявляет очень высокие требования и ограничения к предметной области.

4.4. СТРАТЕГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

Существует несколько стратегий получения знаний. Наиболее распространённые:

- приобретение;
- извлечение;
- формирование.

Под *приобретением знаний* понимается способ автоматизированного построения базы знаний посредством диалога эксперта и специальной программы (при этом структура знаний заранее закладывается в программу). Эта стратегия требует существенной предварительной проработки предметной области. Системы приобретения знаний действительно приобретают готовые фрагменты знаний в соответствии со структурами, заложенными разработчиками систем. Большинство этих инструментальных средств специально ориентировано на конкретные экспертные системы с жёстко обозначенной предметной областью и моделью представления знаний, т.е. не являются универсальными.

Термин *извлечение знаний* касается непосредственного живого контакта инженера по знаниям и источника знаний. Извлечение знаний – это процедура взаимодействия эксперта с источником знаний, в результате которой становятся явными процесс рассуждений специалистов при принятии решения и структура их представлений о предметной области.

Термин *формирование знаний* традиционно закрепился за чрезвычайно перспективной и активно развивающейся областью инженерии знаний, которая занимается разработкой моделей, методов и алгоритмов анализа данных для получения знаний и обучения. Эта область включает индуктивные модели формирования гипотез на основе обучающих выборок, обучение по аналогии и другие методы.

4.5. ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ: СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ

Современные экспертные системы широко используются для тиражирования опыта и знаний ведущих специалистов практически во всех сферах народного хозяйства. 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. 4, *а*).

Если в предметной области большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня (экспертов), если эти знания по каким-либо причинам слабо структурированы, то для такой предметной области разработка экспертной системы целесообразна (рис. 4, *б*).

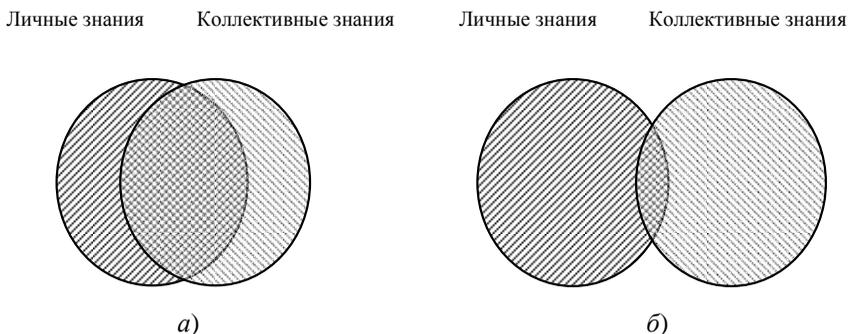


Рис. 4. К вопросу о необходимости создания экспертной системы:
а – предметная область, не пригодная для создания экспертной системы;
б – предметная область, пригодная для создания экспертной системы

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

Обобщённая структура экспертной системы представлена на рис. 5.

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, приближённом 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*.

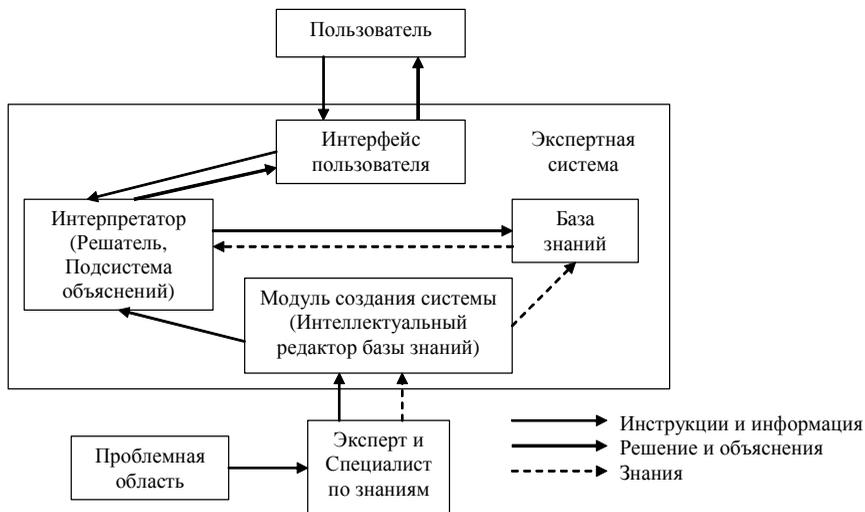


Рис. 5. Структура экспертной системы

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» сегодня объединяет несколько тысяч различных программных комплексов, которые можно классифицировать по различным критериям.

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 (обнаружение и идентификация различных типов океанских судов – SIAP; определение основных свойств личности по результатам психодиагностического тестирования в системах АВТАНТЕСТ и МИКРОЛЮШЕР и др.).

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 (диагностика и терапия сужения коронарных сосудов – ANGY; диагностика ошибок в аппаратуре и математическом обеспечении ЭВМ – система CRIB и др.).

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 инверсная задача «ложного» срабатывания. Сложность этих проблем в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимость учёта временного контекста (контроль за работой электростанций СПРИНТ, помощь диспетчерам атомного реактора – REACTOR; контроль аварийных датчиков на химическом заводе – FALCON и др.).

Проектирование. Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определёнными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов – чертёж, пояснительная записка и т.д. Основные проблемы здесь – получение чёткого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и, в ещё 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* (проектирование конфигураций ЭВМ VAX 11/780 в системе XCON (или R1), проектирование БИС CADHELP; синтез электрических цепей – SYN и др.).

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 ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками (предсказание погоды – система WILLARD; оценки будущего урожая – PLANT; прогнозы в экономике – ECON и др.).

Планирование. Под планированием понимается 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 (планирование поведения робота – STRIPS; планирование промышленных заказов – ISIS; планирование эксперимента – MOLGEN и др.).

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 слабости 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 (обучение языку программирования Лисп в системе «Учитель Лиспа»; система PROUST – обучение языку Паскаль и др.).

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 подпроблем. Задача анализа – это интерпретация данных, диагностика; к задачам синтеза относятся проектирование, планирование. Комбинированные задачи: обучение, мониторинг, прогнозирование.

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 (диагностика неисправностей в автомобиле).

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 поступаемых данных.

Классификация по степени интеграции с другими программами.

Автономные ЭС работают непосредственно в режиме консультаций с пользователем для специфически «экспертных» задач, для решения которых не требуется привлекать традиционные методы обработки данных (расчёты, 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 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.

Инструментальные средства построения экспертных систем

Традиционные языки программирования. В эту группу инструментальных средств входят традиционные языки программирования (С, С++, Basic, Pascal, Fortran и т.д.), ориентированные в основном на численные алгоритмы и слабо подходящие для работы с символьными 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 (Pascal, 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 распространённые языки, предназначенные для решения задач искусственного интеллекта. Универсальность этих языков меньшая, нежели традиционных языков, но её потерю языки искусственного интеллекта компенсируют богатыми возможностями по работе с символьными 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 инструментариумы 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 другие, 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 специалисты 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 не просто.

4.6. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Процесс разработки промышленной экспертной системы, опираясь на традиционные технологии, можно разделить на шесть более или менее независимых этапов, практически не зависящих от предметной области.

ЭТАП 1: *Выбор подходящей проблемы*

Этот этап включает деятельность, предшествующую решению начать разрабатывать конкретную ЭС. 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.

ЭТАП 2: *Разработка прототипной системы*

Прототипная система является усечённой версией экспертной системы, спроектированной для проверки правильности кодирования фактов, связей и стратегий рассуждения эксперта. Она также даёт 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 объёме.

Объём прототипа – несколько десятков правил, фреймов или примеров. Выделяют шесть стадий разработки прототипа. Приведём краткую характеристику каждой из стадий, хотя эта схема представляет грубое приближение к сложному итеративному процессу.

1. *Идентификация проблемы* – знакомство и обучение коллектива разработчиков, а также создание неформальной формулировки проблемы, при этом уточняется задача, планируется ход разработки прототипа экспертной системы, определяются:

- необходимые ресурсы (время, люди, ЭВМ и т.д.);
- источники знаний (книги, дополнительные эксперты, методики);
- имеющиеся аналогичные экспертные системы;
- цели (распространение опыта, автоматизация рутинных действий и др.);
- классы решаемых задач и т.д.

2. *Извлечение знаний* – получение инженером по знаниям наиболее полного представления о предметной области и способах принятия решения в ней. При этом происходит перенос компетентности экспертов на инженеров по знаниям с использованием различных методов.

3. *Структурирование или концептуализация знаний* – разработка неформального описания знаний о предметной области в виде графа, таб-

лицы, диаграммы или текста, которое отражает основные концепции и взаимосвязи между понятиями предметной области (такое описание называется *полем знаний*). Выявляется структура полученных знаний о предметной области, т.е. определяются:

- терминология;
- список основных понятий и их атрибутов;
- отношения между понятиями;
- структура входной и выходной информации;
- стратегия принятия решений;
- ограничения стратегий и т.д.

Множество отношений представляет собой связи между объектами. При помощи этих отношений инженер по знаниям фиксирует концептуальное устройство предметной области, иерархию понятий, свойства и структуру объектов. Разработка концептуальной структуры имеет самостоятельное значение, не зависимое от конечной цели – разработки экспертных систем. Эта структура может служить для целей обучения, повышения квалификации, для прогнозирования, объяснения, реструктурирования и т.п.

Функциональная структура отражает модель рассуждений и принятия решений, которой пользуется эксперт при решении задачи. Обычно функциональная структура представляется в виде *каузальных отношений* (*cause*) и может быть позднее формализована в виде коротких правил «если – то», или в виде семантических сетей.

Сформировав поле знаний в виде концептуальной и функциональной структур, инженер по знаниям вместе с программистом подыскивают подходящий язык представления знаний, который, с одной стороны, позволит выразить все особенности знаний предметной области без искажения структуры поля знаний, а с другой, – будет иметь эффективную программную реализацию в виде транслятора или «оболочки».

4. *Формализация знаний* – разработка базы знаний на языке, который, с одной стороны, соответствует структуре поля знаний, а с другой – позволяет реализовать прототип системы на следующей стадии программной реализации. Строится формализованное представление концепций предметной области на основе выбранного языка представления знаний (ЯПЗ).

5. *Реализация* – разработка программного комплекса, демонстрирующего жизнеспособность подхода в целом. Чаще всего первый прототип отбрасывается на этапе реализации действующей ЭС. Создается прототип экспертной системы, включающий базу знаний и остальные блоки.

6. *Тестирование* – выявление ошибок в подходе и реализации прототипа и выработка рекомендаций по доводке системы до промышленного варианта. Оценивается и проверяется работа программ прототипа с целью

приведения в соответствие с реальными запросами пользователей. Прототип проверяется на:

- удобство и адекватность интерфейсов ввода-вывода (характер вопросов в диалоге, связность выводимого текста результата и др.);
- эффективность стратегии управления (порядок перебора, использование нечёткого вывода и др.);
- качество проверочных примеров;
- корректность базы знаний (полнота и непротиворечивость правил).

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 (табл. 1).

1. Переход от прототипа к промышленной экспертной системе

Демонстрационный прототип ЭС	Система решает часть задач, демонстрируя жизнеспособность подхода (несколько десятков правил или понятий)
Исследовательский прототип ЭС	Система решает большинство задач, но не устойчива в работе и не полностью проверена (несколько сотен правил или понятий)
Действующий прототип ЭС	Система надёжно решает все задачи на реальных примерах, но для сложной задачи требует много времени и памяти
Промышленная система	Система обеспечивает высокое качество решений при минимизации требуемого времени и памяти; переписывается с использованием более эффективных средств представления знаний
Коммерческая система	Промышленная система, пригодная к продаже, т.е. хорошо документирована и снабжена сервисом

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 лёгким 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 передаёт 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 её тестирование в отношении критериев эффективности. К тестированию широко привлекаются другие эксперты с целью апробирования работоспособности системы на различных примерах. Экспертные системы оцениваются главным образом для того, чтобы проверить точность работы программы и её полезность. Оценка можно проводить, исходя из различных критериев, которые сгруппируем следующим образом:

- критерии пользователей (понятность и «прозрачность» работы системы, удобство интерфейсов и др.);
- критерии приглашённых экспертов (оценка советов-решений, предлагаемых системой, сравнение её с собственными решениями, оценка подсистемы объяснений и др.);
- критерии коллектива разработчиков (эффективность реализации, производительность, время отклика, дизайн, широта охвата предметной области, непротиворечивость БЗ, количество тупиковых ситуаций, когда система не может принять решение, анализ чувствительности программы к незначительным изменениям в представлении знаний, весовых коэффициентах, применяемых в механизмах логического вывода, данных и т.п.).

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. Иногда это означает внесение существенных изменений. Такое изменение требует непременно вмешательства инженера по знаниям или какого-либо другого специалиста, который сможет модифицировать систему. Под стыковкой подразумевается также разработка связей между экспертной системой и средой, в которой она действует.

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

Для подтверждения полезности системы важно предоставить каждому из пользователей возможность поставить перед ЭС реальные задачи, а затем проследить, как она выполняет эти задачи. Чтобы система была одобрена, необходимо представить её как помощника, освобождающего пользователей от обременительных задач, а не как средство их замещения.

Стыковка включает обеспечение связи ЭС с существующими базами данных и другими системами на предприятии, а также улучшение системных факторов, зависящих от времени, чтобы можно было обеспечить её более эффективную работу и улучшить характеристики её технических средств, если система работает в необычной среде (например, связь с измерительными устройствами).

ЭТАП 6: *Поддержка системы*

При перекодировании системы на язык, подобный Си, повышается её 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.

5. СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основное назначение информационно-вычислительных сетей (ИВС) – обеспечение эффективного предоставления различных информационно-вычислительных услуг пользователям сети путём организации удобного и надёжного доступа к ресурсам, распределённым в этой сети.

Основные показатели качества ИВС:

1. *Полнота выполняемых функций.*
2. *Производительность* – среднее количество запросов пользовательской сети, исполняемых за единицу времени.
3. *Пропускная способность* определяется количеством данных, передаваемых через сеть (или её звено – сегмент) за единицу времени.
4. *Надёжность сети* – характеризуется средним временем наработку на отказ.
5. *Достоверность* её резульатной информации.
6. *Безопасность сети* – это способность сети обеспечить защиту информации от не санкционированного доступа.
7. *Прозрачность* сети – означает невидимость особенностей внутренней архитектуры сети для пользователя.
8. *Масштабируемость* – возможность расширения сети без заметного снижения её производительности.
9. *Универсальность* сети – возможность подключения к сети различного технического оборудования и программного обеспечения от разных производителей.

5.1. ВИДЫ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Информационно-вычислительные сети (ИВС), в зависимости от территории, ими охватываемой, подразделяются на:

- локальные (ЛВС или LAN – Local Area Network);
- региональные (РВС или MAN – Metropolitan Area Network);
- глобальные (ГВС или WAN – Wide Area Network).

ЛВС объединяет абонентов, расположенных в пределах небольшой территории (до 10 – 15 км). К классу ЛВС относятся сети отдельных предприятий, фирм, банков, офисов, корпораций и т.д. Если такие ЛВС имеют абонентов, расположенных в разных помещениях, то они (сети) часто используют инфраструктуру глобальной сети Интернет и их принято называть *корпоративными сетями* или сетями *интранет* (intranet).

Региональные сети связывают абонентов города, района, области или даже небольшой страны. Обычно расстояния между абонентами региональной ИВС составляют десятки – сотни километров.

Глобальные сети объединяют абонентов, удалённых друг от друга на значительное расстояние, часто расположенных в различных странах или на разных континентах. Взаимодействие между абонентами такой сети может осуществляться на базе телефонных линий связи, систем радиосвязи и даже спутниковой связи.

Объединение глобальных, региональных и локальных вычислительных сетей позволяет создавать многосетевые иерархии.

По принципу организации передачи данных сети можно разделить на две группы:

- последовательные;
- широковещательные.

В *последовательных сетях* передача данных выполняется последовательно от одного узла к другому и каждый узел ретранслирует принятые данные дальше. Практически все глобальные, региональные и многие локальные сети относятся к этому типу. В *широковещательных сетях* в каждый момент времени передачу может вести только один узел, остальные узлы могут только принимать информацию. К такому типу сетей относится значительная часть ЛВС, использующая один общий канал связи (моноканал) или одно общее пассивное коммутирующее устройство.

По геометрии построения (топологии) ИВС могут быть:

- шинные (линейные, bus);
- кольцевые (петлевые, ring);
- радиальные (звездообразные, star);
- распределённые радиальные (сотовые, cellular);
- иерархические (древовидные, hierarchy);
- полносвязные (сетка, mesh);
- смешанные (гибридные).

Сети с шинной топологией (рис. 6) используют линейный моноканал передачи данных, к которому все узлы подсоединены через интерфейсные платы посредством относительно коротких соединительных линий. Данные от передающего узла сети распространяются по шине в обе стороны. Промежуточные узлы не ретранслируют поступающих сообщений. Информация поступает на все узлы, но принимает сообщение только тот, которому оно адресовано. Такую сеть легко наращивать и конфигурировать, она устойчива к возможным неисправностям отдельных узлов.

В сети с кольцевой топологией (рис. 7) все узлы соединены в единую замкнутую петлю (кольцо) каналами связи. Информация по кольцу передаётся от узла к узлу, и каждый узел ретранслирует посланное сообщение. Передача данных по кольцу с целью упрощения приёмо-передающей аппаратуры выполняется только в одном направлении. Принимающий узел распознает и получает только адресованные ему сообщения.

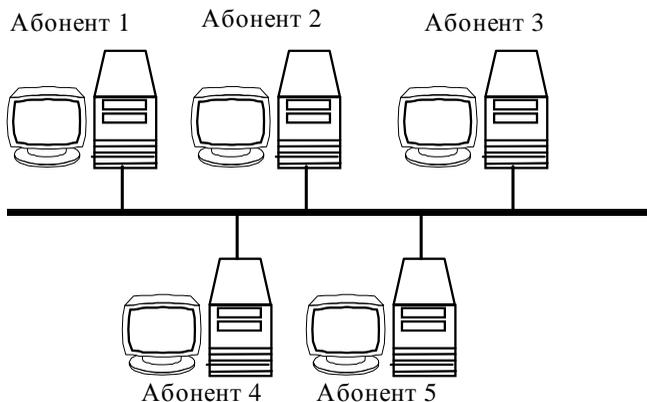


Рис. 6. Сеть с шинной топологией

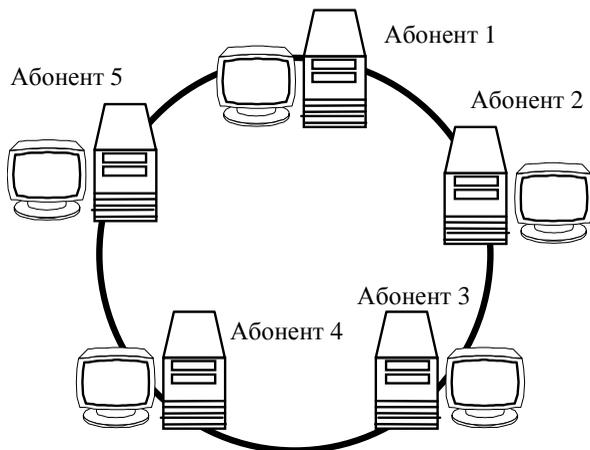


Рис. 7. Сеть с кольцевой топологией

Основу последовательной сети с радиальной топологией (рис. 8) составляет специальный компьютер-сервер, к которому подсоединяются рабочие станции, каждая по своей линии связи. Вся информация передаётся через центральный узел, который ретранслирует, переключает и маршрутизирует информационные потоки в сети. Находят применение и широковещательные *радиальные сети с пассивным центром* – вместо центрального сервера в таких сетях устанавливается коммутирующее устройство, обычно концентратор, обеспечивающий подключение одного передающего канала сразу ко всем остальным.

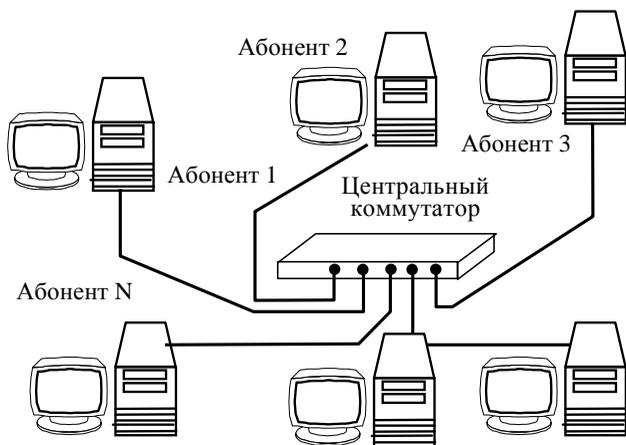


Рис. 8. Сеть с радиальной топологией

В зависимости от используемой коммуникационной среды сети делятся на сети с моноканалом; иерархические, полносвязные сети и сети со смешанной топологией.

В *сетях с моноканалом* данные могут следовать только по одному и тому же пути; в них доступ абонентов к информации осуществляется на основе селекции (выбора) передаваемых кадров или пакетов данных по адресной части последних. Все пакеты доступны всем пользователям сети, но «вскрыть» пакет может только тот абонент, чей адрес в пакете указан. Такие сети иногда называют *сетями с селекцией информации*.

Иерархические, полносвязные и сети со смешанной топологией в процессе передачи данных требуют маршрутизации последней, т.е. выбора в каждом узле пути дальнейшего движения информации. Правда, альтернативная неоднозначная маршрутизация выполняется только в сетях, имеющих замкнутые контуры каналов связи (ячеистую структуру). Такие сети называются *сетями с маршрутизацией информации*.

5.2. МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Управление процессом передачи и обработки данных в разветвлённой сети, требует формализации и стандартизации процедур:

- выделения и освобождения ресурсов компьютеров и системы телекоммуникации;
- установления и разъединения соединений;
- маршрутизации, согласования, преобразования и передачи данных;
- контроля правильности передачи;
- исправления ошибок и т.д.

Необходимость стандартизации протоколов важна и для понимания сетями друг друга при их взаимодействии.

Указанные задачи решаются с помощью системы протоколов и стандартов, регламентирующих нормализованные процедуры взаимодействия элементов сети при установлении связи и передаче данных.

Протокол – это набор правил и методов взаимодействия объектов вычислительной сети, охватывающий основные процедуры, алгоритмы и форматы взаимодействия, обеспечивающие корректность согласования, преобразования и передачи данных в сети. Реализацией протокольных процедур обычно управляют специальные программы, реже аппаратные средства.

Международной организацией по стандартизации (ISO – International Organization for Standardization) разработана система стандартных протоколов, получившая название модели взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection – OSI), часто называемая также *эталонной семиуровневой логической моделью открытых систем*.

Открытая система – система, доступная для взаимодействия с другими системами в соответствии с принятыми стандартами.

Модель OSI представляет собой самые общие рекомендации для построения стандартов совместимых сетевых программных продуктов, она же служит базой для производителей при разработке совместимого сетевого оборудования, т.е. эти рекомендации должны быть реализованы как в аппаратуре, так и в программных средствах вычислительных сетей.

В настоящее время модель взаимодействия открытых систем является наиболее популярной сетевой архитектурной моделью. Модель регламентирует общие функции, а не специальные решения, поэтому реальные сети имеют достаточно пространства для маневра. Для упорядочения функций управления и протоколов вычислительной сети вводятся функциональные уровни. В общем случае сеть должна иметь семь функциональных уровней (табл. 2).

Блоки информации, передаваемые между уровнями, имеют стандартную форму: заголовок (header); служебную информацию; данные; концевик. Каждый уровень при передаче блока информации нижестоящему уровню снабжает его своим заголовком. Заголовок вышестоящего уровня воспринимается нижестоящим как передаваемые данные. Средства каждого уровня обрабатывают протокол своего уровня и интерфейсы с соседними уровнями.

Набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия в сети, называется *стеком коммуникационных протоколов*.

2. Уровни управления модели OSI

Уровень OSI	Назначение	Примеры протоколов
7. Прикладной	Обеспечивает прикладным процессам пользователя средства доступа к сетевым ресурсам; является интерфейсом между программами пользователя и сетью. Имеет интерфейс с пользователем	X.400, NCR, HTTP, SMTP, FTP, FTAM, SAP, DNS, Telnet и т.д.
6. Представления	Устанавливает стандартные способы представления данных, которые удобны для всех взаимодействующих объектов прикладного уровня. Имеет интерфейс с прикладными программами	X.226
5. Сеансовый	Обеспечивает средства, необходимые сетевым объектам для организации, синхронизации и административного управления обменом данными между ними	X.225, RPC, NetBEUI и т.д.
4. Транспортный	Обеспечивает надёжную, экономичную и «прозрачную» передачу данных между взаимодействующими объектами сеансового уровня	X.224, TCP, UDP, NSP, SPX, SPP, RH и т.д.
3. Сетевой	Обеспечивает маршрутизацию передачи данных в сети, устанавливает логический канал между объектами для реализации протоколов транспортного уровня	X.25, X.75, IP, IPX, IDP, TH, DNA-4 и т.д.
2. Канальный	Обеспечивает непосредственную связь объектов сетевого уровня, функциональные и процедурные средства её поддержки для эффективной реализации протоколов сетевого уровня	LAP-B, HDLC, SNAP, SDLC, IEEE 802.2 и т.д.
1. Физический	Формирует физическую среду передачи данных, устанавливает соединения объектов сети с этой средой	Ethernet, Arcnet, Token Ring, IEEE 802.3, 5

Указанные уровни управления можно по разным признакам объединять в группы:

- уровни 1, 2 и частично 3 реализуются в большей части за счёт аппаратных средств; верхние уровни с 4 по 7 и частично 3 обеспечиваются программными средствами;

- уровни 1 и 2 обслуживают абонентскую подсеть, уровни 3 и 4 – коммуникационную подсеть, уровни 5 – 7 обслуживают прикладные процессы, выполняемые в сети;

- уровни 1 и 2 ответственны за физические соединения; уровни 3 – 6 заняты организацией передачи, передачей и преобразованием информации в понятную для абонентской аппаратуры форму; уровень 7 обеспечивает выполнение прикладных программ пользователя.

5.3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Структурно ИВС содержит:

- компьютеры (хост-компьютеры, сетевые компьютеры, рабочие станции, серверы), размещённые в узлах сети;

- аппаратуру и каналы передачи данных, с сопутствующими им периферийными устройствами;

- интерфейсные платы и устройства (сетевые платы, модемы);

- маршрутизаторы и коммутационные устройства.

Серверы и рабочие станции. Рабочая станция (*work station*) – подключенный к сети компьютер, через который пользователь получает доступ к её ресурсам. Часто рабочую станцию (равно как и пользователя сети, и даже прикладную задачу, выполняемую в сети) называют клиентом сети. В качестве рабочих станций могут использоваться как обычные и мощные компьютеры, так и специализированные, так называемые «сетевые компьютеры» (NET PC – Network Computer).

Сервер (server) – это выделенный для обработки запросов от всех рабочих станций сети многопользовательский компьютер, предоставляющий этим станциям доступ к общим системным ресурсам (вычислительным мощностям, базам данных, библиотекам программ, принтерам, факсам и т.д.) и распределяющий эти ресурсы. Сервер имеет свою сетевую операционную систему, под управлением которой и происходит совместная работа всех звеньев сети. Из наиболее важных требований, предъявляемых к серверу, следует выделить высокую производительность и надёжность работы.

Сервер, кроме предоставления сетевых ресурсов рабочим станциям, может и сам выполнять содержательную обработку информации по запросам клиентов – такой сервер часто называют *сервером приложений*.

Серверы в сети часто специализируются. *Специализированные серверы* используются для устранения наиболее «узких» мест в работе сети: создание и управление базами данных и архивами данных, поддержка многоадресной факсимильной связи и электронной почты, управление многопользовательскими терминалами (принтеры, плоттеры) и т.д. Примеры специализированных серверов: *файл-сервер* (File Server); *архивационный сервер* (сервер резервного копирования, Storage Express System); *факс-сервер* (Net SatisFaxion); *почтовый сервер* (Mail Server); *сервер печати* (Print Server); *серверы-шлюзы* и др.

Компьютеры, имеющие непосредственный доступ в глобальную сеть, часто называют хост-компьютерами.

Маршрутизаторы и коммутирующие устройства. Основным назначением узлов коммутации является приём, анализ, а в сетях с маршрутизацией ещё и выбор маршрута, и отправление данных по выбранному направлению. В общем случае узлы коммутации включают в себя и устройства межсетевоего интерфейса.

Узлы коммутации вычислительных сетей содержат устройства коммутации (*коммутаторы*). Если они выполняют коммутацию на основе иерархических сетевых адресов, их называют *маршрутизаторами*. Узлы коммутации осуществляют один из трёх возможных видов коммутации при передаче данных:

- 1) коммутацию каналов;
- 2) коммутацию сообщений;
- 3) коммутацию пакетов.

Коммутация каналов. Между пунктами отправления и назначения устанавливается непосредственное физическое соединение путём формирования составного канала из последовательно соединённых отдельных участков каналов связи. Такой сквозной физической составной канал организуется в начале сеанса связи, поддерживается в течение всего сеанса и разрывается после окончания передачи. Формирование сквозного канала обеспечивается путём последовательного включения ряда коммутационных устройств в нужное положение постоянно на всё время сеанса связи. Недостаток метода: низкая общая пропускная способность сети передачи данных. Основные достоинства метода: возможность работы и в диалоговом режиме, и в реальном масштабе времени; обеспечение полной прозрачности канала.

Коммутация сообщений. Данные передаются в виде дискретных порций разной длины (сообщений), причём между источником и адресатом сквозной физической канал не устанавливается и ресурсы коммуникационной системы предварительно не распределяются. Отправитель лишь указывает адрес получателя. Узлы коммутации анализируют адрес и текущую занятость каналов и передают сообщение по свободному в данный момент каналу на ближайший узел сети в сторону получателя. Недостаток

метода: затруднена работа в диалоговом режиме и в режиме реального времени. Достоинства: высокая скорость передачи и возможности выполнять приоритетное обслуживание заявок.

Коммутация пакетов. В современных системах для повышения оперативности, надёжности передачи и уменьшения ёмкости запоминающих устройств узлов коммутации длинные сообщения разделяются на несколько более коротких стандартной длины, называемых *пакетами* (иногда очень короткие сообщения, наоборот, объединяются вместе в пакет). Стандартность размера пакетов обуславливает соответствующую стандартную разрядность оборудования узлов связи и максимальную эффективность его использования. Пакеты могут следовать к получателю даже разными путями и непосредственно перед выдачей абоненту объединяются (разделяются) для формирования законченных сообщений. Этот вид коммутации обеспечивает наибольшую пропускную способность сети и наименьшую задержку при передаче данных. Недостатком коммутации пакетов является трудность, а иногда и невозможность его использования для систем, работающих в интерактивном режиме и в реальном масштабе времени. Хотя в последние годы в этом направлении достигнут заметный прогресс – активно развиваются технологии Интернет-телефонии. Одно из направлений этой технологии – создание *виртуального канала* для передачи пакетов путём мультиплексирования во времени использования каждого узла коммутации. Временной ресурс порта узла разделяется между несколькими пользователями так, что каждому пользователю отводится постоянно множество минимальных отрезков времени, и создаётся впечатление непрерывного доступа.

Маршрутизация в сетях. Существует два основных способа маршрутизации: с предварительным установлением соединения, при котором перед началом обмена данными между узлами сети должна быть установлена связь с определёнными параметрами; и динамический, использующий протоколы дейтаграммного типа, по которым сообщение передаётся в сеть без предварительного установления соединения. Маршрутизация заключается в правильном выборе выходного канала в узле коммутации на основании адреса, содержащегося в заголовке пакета (сообщения).

Варианты адресации компьютеров в сети. Наибольшее распространение получили три варианта адресации.

1. Аппаратные адреса предназначены для сетей небольшого размера, поэтому они имеют простую неиерархическую структуру. Адреса могут быть закодированы в двоичной или шестнадцатеричной системах счисления. Разрядность адреса может быть любой – это внутреннее дело конкретной сети или подсети. Присвоение аппаратных адресов происходит автоматически, либо встраивается в аппаратуру (модемы, адаптеры и т.д.), либо генерируется при каждом новом запуске оборудования.

2. Символьные адреса или имена предназначены для пользователей и поэтому должны нести смысловую нагрузку. В больших сетях такие адреса имеют иерархическую систему и состоят из отдельных доменов, идентифицируемых буквенными сокращёнными наименованиями объектов, часто понятных пользователю (подобие доменных адресов в сети Интернет). Они могут иметь очень большую длину.

3. Числовые составные адреса фиксированного компактного формата. В качестве примера можно сослаться на IP-адреса в Интернете.

В современных сетях для адресации часто одновременно используются все три варианта адресов.

Маршрутизация может быть централизованной и децентрализованной. Централизованная маршрутизация возможна только в сетях с централизованным управлением: выбор маршрута осуществляется в центре управления сетью, и коммутаторы в узлах лишь реализуют поступившее решение. При децентрализованной маршрутизации функции управления распределены между узлами коммутации, в которых, как правило, имеется связной процессор.

Методы маршрутизации:

1. *Простая маршрутизация* при выборе дальнейшего пути для сообщения (пакета) учитывает лишь статическое априорное состояние сети, её текущее состояние – загрузка и изменение топологии из-за отказов – не учитывается. Одно из направлений простой маршрутизации – лавинное отправление сообщения сразу по всем свободным каналам. О достоинствах такой маршрутизации говорить не приходится.

2. *Фиксированная маршрутизация* учитывает только изменение топологии сети. Для каждого узла назначения канал передачи выбирается по электронной *таблице маршрутов* (route table), определяющей кратчайшие пути и время доставки информации до пункта назначения. Эта маршрутизация используется в сетях с установившейся топологией.

3. *Адаптивная маршрутизация* учитывает и изменение загрузки, и изменение топологии сети. При выборе маршрута информация из таблицы маршрутов дополняется данными о работоспособности и занятости каналов связи, оперативной информацией о существующей очереди пакетов на каждом канале.

Концентраторы также используются для коммутации каналов в компьютерных сетях. В сетях основные функции концентратора заключаются в повторении сигналов (повторитель) и концентрировании в себе (концентратор), как в центральном устройстве, функций объединения компьютеров в единую сеть. Их часто называют хабами или многопортовыми повторителями. Концентраторы-хабы могут быть трёх типов:

1) пассивными, просто соединяющими сегменты сети одного типа, ничего нового не добавляя;

2) активными, которые кроме соединения сегментов выполняют и усиление (регенерирование) сигналов (они, как и повторители, позволяют увеличить расстояние между соединяемыми устройствами);

3) интеллектуальными, дополнительно к функциям активных хабов выполняющие маршрутизацию сигналов по сегментам (посылают данные только в те сегменты, для которых они предназначены) и обеспечивающие некоторые сервисные технологии, например защиту информации от несанкционированного доступа, самодиагностику и автоматическое отключение плохо работающих портов и т.д.

5.4. ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

По организации управления ЛВС делятся на:

- ЛВС с централизованным управлением;
- ЛВС с децентрализованным управлением.

Одноранговые локальные сети. В сетях без централизованного управления (часто их называют одноранговыми сетями – peer-to-peer) нет единого центра управления взаимодействием рабочих станций и нет единого устройства для хранения данных. Функции управления сетью передаются от одной станции к другой. Сетевая операционная система распределена по всем рабочим станциям (на каждом компьютере должны быть программные средства администрирования сетью). Каждая станция сети может выполнять функции как клиента, так и сервера.

Достоинства одноранговых сетей:

- низкая стоимость;
- высокая надёжность.

Недостатки одноранговых сетей:

- возможность подключения небольшого числа рабочих станций (не более 10);
- сложность управления сетью;
- трудности обновления и изменения программного обеспечения станций;
- сложность обеспечения защиты информации.

Серверные локальные сети. В сетях с централизованным управлением (часто их называют двухранговыми или *серверными сетями*) один из компьютеров (сервер) реализует процедуры, предназначенные для использования всеми рабочими станциями, управляет взаимодействием рабочих станций и выполняет целый ряд сервисных функций. Системы, в которых сервер выполняет только процедуры организации, хранения и выдачи клиентам нужной информации, называются системами «файл-сервер» или сетями с выделенным сервером; те же системы, в которых на сервере наряду с хранением выполняется и содержательная обработка информации, принято называть системами «клиент-сервер».

В системе «клиент-сервер» сервер играет активную роль: он не просто выдаёт на запрос весь файл, а может предварительно обработать информацию и выдать клиенту результаты решения задачи. Такая технология, кроме всего прочего, способствует и меньшей загрузке каналов связи сети.

Клиент-серверные системы иногда подразделяют также на две группы:

1) системы, в которых клиент, решая свои задачи на сервере, использует своё прикладное программное обеспечение (такие системы часто называют системами с толстым клиентом);

2) системы, в которых клиент, решая свои задачи на сервере, использует прикладное программное обеспечение, размещённое на сервере (такие системы часто называют системами с тонким клиентом).

Сервер, работающий по технологии «файл-сервер», сам называется файл-сервером; работающий по технологии «клиент-сервер» – сервером приложений.

Достоинства серверных локальных вычислительных сетей:

- отсутствие ограничений на число рабочих станций;
- простота управления по сравнению с одноранговыми сетями;
- высокое быстродействие;
- надёжная система защиты информации.

Недостатки серверных локальных вычислительных сетей:

- высокая стоимость из-за выделения одного или нескольких компьютеров под сервер;
- зависимость быстродействия и надёжности сети от сервера;
- меньшая гибкость по сравнению с одноранговой сетью.

Устройства межсетевого интерфейса. В качестве межсетевого интерфейса для соединения сетей между собой используются: повторители; мосты; маршрутизаторы; шлюзы.

Повторители (repeater) – устройства, усиливающие электрические сигналы и обеспечивающие сохранение формы и амплитуды сигнала при передаче его на большие расстояния. Повторители описываются протоколами канального уровня модели взаимодействия открытых систем, могут объединять сети, отличающиеся протоколами лишь на физическом уровне OSI. Использование усилителей позволяет расширить и протяжённость одной сети, объединяя несколько сегментов сети в единое целое.

Мосты (bridge) – описываются протоколами сетевого уровня OSI, регулируют трафик (передачу данных) между сетями, использующими одинаковые протоколы передачи данных на сетевом и выше уровнях, выполняя фильтрацию информационных пакетов в соответствии с адресами получателей. Мост может соединять сети разных топологий, но работающие под управлением однотипных сетевых операционных систем. Мосты могут быть локальными и удалёнными. Локальные мосты соединяют сети,

расположенные на ограниченной территории в пределах уже существующей системы. Удалённые мосты соединяют разнесённые территориально сети с использованием внешних каналов связи и модемов.

Маршрутизаторы (router) – описываются и выполняют свои функции на транспортном уровне протоколов OSI и обеспечивают соединение логически не связанных сетей (имеющих одинаковые протоколы на сеансовом и выше уровнях OSI); они анализируют сообщение, определяют его дальнейший наилучший путь, выполняют его некоторое протокольное преобразование для согласования и передачи в другую сеть, создают нужный логический канал и передают сообщение по назначению.

Шлюзы (gateway) – устройства, позволяющие объединить вычислительные сети, использующие различные протоколы OSI на всех её уровнях; они выполняют протокольное преобразование для всех семи уровней управления модели OSI. Кроме функций маршрутизаторов они выполняют ещё и преобразование формата информационных пакетов и их перекодирование, что особенно важно при объединении неоднородных сетей.

Мосты, маршрутизаторы и шлюзы в локальной вычислительной сети – это, как правило, выделенные компьютеры со специальным программным обеспечением и дополнительной связной аппаратурой.

5.5. ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ ИНТЕРНЕТ

Направление развития Интернета определяет «Общество Интернет» (ISOC – Internet Society). ISOC – это организация, действующая на общественных началах, целью которой является содействие глобальному информационному обмену через Интернет. Она назначает совет старейшин, который отвечает за техническое руководство и ориентацию Интернета.

Совет старейшин (IAB – Internet Architecture Board, или «Совет по архитектуре Интернета») представляет собой группу приглашённых лиц, которые добровольно изъявили желание принять участие в его работе. Совет регулярно собирается, чтобы утверждать стандарты и распределять ресурсы (например, адреса – точнее, сам IAB присвоением адресов не занимается, он устанавливает правила присвоения адресов). Инженерная комиссия Интернет (IETF – Internet Engineering Task Force) – ещё один общественный орган; он собирается регулярно для обсуждения текущих технических и организационных проблем Интернета. Если возникает достаточно важная проблема, IETF формирует рабочую группу для дальнейшего её изучения.

Протоколы общения компьютеров в сети. Основу сети Интернет составляют два главных протокола:

1) *Internet Protocol (IP)* – межсетевой протокол, выполняет функции сетевого уровня модели OSI;

2) *Transmission Control Protocol (TCP)* – протокол управления передачей, выполняет функции транспортного уровня модели OSI.

На основе этих протоколов разработаны многие сетевые прикладные сервисные протоколы, среди которых следует отметить:

- *File Transfer Protocol (FTP)* – протокол передачи файлов;
- *Telnet* – протокол удаленного доступа, т.е. дистанционного исполнения команд на удалённом компьютере;
- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* – простой протокол пересылки электронной почты;
- *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)* – протокол передачи гипертекста (используется при передаче сообщений в World Wide Web);
- *Network News Transfer Protocol (NNTP)* – протокол передачи новостей (телеконференций).

Эти протоколы формируют в сети соответствующие им прикладные процессы, а задача протокола TCP – обеспечить передачу данных между этими процессами. Одновременно в сети может выполняться несколько процессов, и, чтобы протокол TCP мог их опознать, они идентифицируются номерами, носящими название *номеров порта*. За некоторыми процессами номера порта жёстко закреплены.

Система адресации в Интернет. К адресам хост-компьютеров в сети предъявляются специальные требования. Адрес должен иметь формат, с одной стороны, позволяющий просто выполнять его синтаксическую автоматическую обработку, с другой стороны, он должен иметь семантическую окраску, т.е. нести некоторую информацию об адресуемом объекте.

Поэтому адреса хост-компьютеров в сети Интернет могут иметь двойную кодировку:

- обязательную кодировку, удобную для работы системы телекоммуникации в сети: дружественный компьютеру цифровой *IP-адрес* (IP-Internet Protocol);
- необязательную кодировку, удобную для абонента сети: дружественный пользователю доменный *DNS-адрес* (DNS – Domain Name System).

Цифровой IP-адрес версии V.4 представляет собой 32-разрядное двоичное число. Для удобства он разделяется на четыре блока по 8 бит, которые можно записать в десятичном виде. Адрес содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера.

Возможный вариант: два старших блока определяют адрес сети, а два других – адреса подсети и хост-компьютера внутри этой подсети.

Ввиду огромного количества подключенных к сети компьютеров и различных организаций ощущается ограниченность 32-разрядных IP-адресов, поэтому ведётся разработка модернизированного протокола IP-адресации. Основой этого протокола являются 128-битные адреса, обеспечивающие более 1000 адресов на каждого жителя земли. Внедрение этой адресации (IP-адресация V.6) снимет проблему дефицита цифровых адресов.

Доменный адрес состоит из нескольких, отделяемых друг от друга точкой *буквенно-цифровых доменов* (domain – область). Этот адрес построен на основе иерархической классификации: каждый домен, кроме крайнего левого, определяет целую группу компьютеров, выделенных по какому-либо признаку, при этом домен группы, находящейся слева, является подгруппой правого домена.

Например, географические двухбуквенные домены некоторых стран: Австрия – at; Болгария – bg; Канада – ca; Россия – ru; США – us; Франция – fr.

Существуют и домены, выделенные по тематическим признакам. Такие домены имеют трёхбуквенное сокращённое название: правительственные учреждения – gov; коммерческие организации – com; учебные заведения – edu; военные учреждения – mil; сетевые организации – net; прочие организации – org.

Доменный адрес может иметь произвольную длину. В отличие от цифрового адреса он читается в обратном порядке. Вначале указывается домен нижнего уровня – имя хост-компьютера, затем домены – имена подсетей и сетей, в которых он находится, и, наконец, домен верхнего уровня – чаще всего идентификатор географического региона (страны).

Преобразование доменного адреса в соответствующий цифровой IP-адрес выполняют специальные серверы DNS (Domain Name Server) – серверы имён.

Базовые пользовательские технологии работы в Интернет.
Передача файлов с помощью протокола FTP. Протокол передачи файлов File Transfer Protocol (FTP) позволяет пересылать файлы с одного компьютера на другой. С помощью этого протокола можно осуществлять процесс обмена массивами данных: текстовыми и программными файлами.

FTP-сервер – компьютер, на котором содержатся файлы, предназначенные для открытого доступа. FTP-серверы предлагают доступ либо анонимным пользователям – всем, кто обращается в Интернет (анонимные FTP), либо только пользователям, имеющим полномочия доступа.

Telnet – программа работы с удалённым компьютером. Программа Telnet, работающая под управлением UNIX, позволяет установить связь с удалённым компьютером и использовать его в интерактивном режиме. Если доступ к этому компьютеру вам разрешён, то вы можете работать с ним, как если бы находились непосредственно перед этим компьютером.

Электронные доски объявлений. Электронные доски объявлений (Bulletin Board System – BBS) часто существуют и независимо от Интернета – это компьютеры, к которым можно подсоединиться с помощью модемов через телефонную сеть. С помощью BBS можно опубликовывать объявления для общего ознакомления, отправлять сообщения отдельным лицам или оставлять на «доске» информацию, которую адресат может забрать в любое удобное для него время.

Телеконференции Usenet. Дальнейшим развитием электронной почты является «электронная газета», подписчики которой одновременно могут являться и её корреспондентами. Такая газета получила широкое распространение в Интернете под названием системы телеконференций.

В системе телеконференций, в отличие от электронной почты, основным режимом является посылка сообщения не конкретному абоненту, а целой группе лиц (всем желающим).

Информация телеконференции формируется из новостей, сообщений-статей, посылаемых абонентами сети. Первоначально система Usenet была автономной системой, разработанной для перемещения новостей между компьютерами по всему миру. В дальнейшем она полностью интегрировалась в сеть Интернет, и теперь Интернет обеспечивает распространение всех её сообщений.

Службы прямого общения пользователей.

Служба Web Chat (web-чат, чат) обеспечивает прямое общение пользователей в режиме реального времени в специальных чатах Интернета.

Служба IRC (Internet Relay Chat) предназначена также для прямого общения пользователей в режиме реального времени. Эту службу часто называют чат-конференциями, или просто чатом. В отличие от телеконференций, общение в которых открыто всему миру, в чате общение происходит между пользователями в пределах одного канала.

Служба ICQ предназначена для поиска IP-адреса пользователя, подключенного в данный момент к сети.

Электронная почта. Электронная почта (e-mail) обеспечивает оперативную передачу сообщений из одного пункта сети в другой. Электронное письмо приходит сразу же после его отправления и хранится в почтовом ящике до получения адресатом. Кроме текста оно может содержать графические, звуковые и видеофайлы, а также двоичные файлы – программы. Электронные письма могут отправляться сразу по нескольким адресам. Формат адреса электронной почты должен иметь вид:

Имя_пользователя@адрес_хост-компьютера

5.6. КОРПОРАТИВНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Локальные вычислительные сети подразделяются на сети рабочих групп, отделов, кампусов и корпоративные сети. Корпоративные сети относят к особой разновидности локальных сетей, имеющей значительную территорию охвата. Сейчас корпоративные сети весьма активно развиваются и их часто называют сетями интранет (интрасеть).

Интранет (интрасеть) – это частная внутренняя компьютерная сеть организации, обладающая расширенными возможностями благодаря использованию в ней технологий Интернета, имеющая доступ в сеть Интер-

нет, но защищённая от доступа к своим ресурсам со стороны внешних пользователей. Её можно определить и как систему хранения, передачи, обработки и доступа к межфирменной и внутрифирменной информации с использованием средств локальных сетей и сети Интернет.

Корпоративные информационные системы. Корпоративные сети являются неотъемлемой частью корпоративных информационных систем (КИС). Корпоративные информационные системы – это интегрированные системы управления территориально распределённой корпорацией, основанные на углубленном анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронных документо-обороте и делопроизводстве. КИС призваны объединять стратегию управления (бизнес-стратегию) предприятием и передовые информационные технологии.

Основные характеристики КИС:

- обеспечение полного цикла управления в масштабах корпорации: нормирование, планирование, учёт, анализ, регулирование с поддержкой обратной связи в условиях информационной и функциональной интеграции;
- территориальная распределённость и значительные масштабы системы и объекта управления;
- неоднородность составляющих технического и программного обеспечения структурных компонентов системы управления;
- единое информационное пространство для выработки управленческих решений, объединяющее управление финансами, персоналом, снабжением/сбытом и процесс управления производством;
- функционирование в неоднородной операционной среде на нескольких вычислительных платформах;
- реализация управления в реальном масштабе времени;
- высокая надёжность, безопасность, открытость и масштабируемость информационных компонентов.

Особенности архитектуры корпоративных компьютерных сетей. Архитектуру корпоративных информационных систем можно рассматривать с разных позиций.

Функциональная архитектура КИС определяет состав функциональных подсистем и комплексов задач, обеспечивающих реализацию бизнес-процессов.

Информационно-технологическая архитектура включает в себя аппаратно-программную платформу реализации КИС, организационную форму базы данных, архитектуру и топологию компьютерной сети, средства телекоммуникации, комплекс технических средств обработки данных.

На сегодняшний день сложились типовые информационно-технологические структуры КИС и соответствующие структуры корпоративных компьютерных сетей (ККС).

Централизованная обработка данных, когда на одном компьютере установлены и функционируют средства: пользовательского интерфейса, обеспечивающие интерактивный режим работы пользователя (в том числе и «средства презентации данных»); содержательной обработки – программы приложений; организации и использования баз данных.

Файл-серверная распределённая обработка данных: на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений, на сервере хранятся файлы базы данных.

Клиент-серверная двухуровневая распределённая обработка данных: на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений (рабочие станции относятся к категории «толстых клиентов»), на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных. Рабочие станции (клиенты) посылают серверу запросы на интересующие их данные, сервер выполняет извлечение и предварительную обработку данных. По сравнению с предыдущим вариантом существенно уменьшается трафик сети и обеспечивается прозрачность доступа всех приложений к файлам базы данных.

Клиент-серверная многоуровневая распределённая обработка данных: на рабочей станции находятся только средства пользовательского интерфейса, на сервере приложений – программы приложений, а на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных. Серверы выполняют всю содержательную обработку данных, рабочие станции являются «тонкими клиентами», и на их месте могут использоваться NET PC – «сетевые компьютеры». Если серверов приложений и серверов баз данных в сети несколько, то сеть становится клиент-серверной многоуровневой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Любая отрасль в своём развитии проходит длительный путь от кустарного производства до промышленного. Информационные технологии стали важной сферой производственной деятельности, характеризующейся нарастающей динамикой роста и оказывающей непосредственное влияние на развитие всей экономики. За последнее время в области информационных технологий произошли кардинальные изменения. Уникальность информационного производства заключается в оптимальном сочетании инженерно-технологической и интеллектуально-творческой деятельности. Это означает, что переход к высоким информационным технологиям является исключительно сложной задачей.

В настоящее время можно говорить о становлении информационной индустрии и её проникновении во все сферы производства. Необходимым элементом любого предприятия, банка, компании, учреждения становятся информационные технологии, охватывающие все уровни профессиональной деятельности. Информация становится международным товаром, её производство подвержено тенденциям глобализации. Дальнейшее развитие информационной индустрии определяется множеством факторов, среди которых наиболее важное место занимают:

1. Опережающее развитие интеллектуальных технологий, основанных на извлечении знаний и управлении ими.
2. Актуализация и интеллектуализация исходной информации, используемой в процессе принятия решений в различных предметных областях. Дальнейший переход к автоматизации процесса принятия решений.
3. Разработка корректных математических моделей и методов моделирования информационных систем, позволяющих решать задачи оптимизации.
4. Обеспечение требуемого уровня защиты информации. Информационное общество характеризуется высокой степенью доступа к информационным ресурсам, однако поступательное развитие общества требует гарантированного обеспечения защиты интересов всех групп пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Информатика : учебник / под ред. Н.В.Макаровой. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 768 с.
2. Информатика : практикум по технологии работы на компьютере / под ред. Н.В. Макаровой. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 384 с.
3. Каймин, В.А. Информатика / В.А. Каймин. – М. : Высшее образование, 1998. – 336 с.
4. Информационные технологии в испытаниях сложных систем: методы и средства / В.И. Скурихин и др. – Киев : Наукова Думка, 1990. – 320 с.
5. Автоматизированные информационные технологии в экономике : учебник для вузов / под ред. Г.А. Титоренко. – М. : «Компьютер», 1999. – 400 с.
6. Автоматизированные информационные технологии в экономике : учебник для вузов / М.И. Семёнов, И.Т. Трубилин, В.И. Лойко и др. ; под общ. ред. И.Т. Трубилина. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 416 с.
7. Информационные технологии (для экономиста) : учебное пособие / под общ. ред. А.К. Волкова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 310 с.
8. Информационные технологии в маркетинге : учебник для вузов / Г.А. Титоренко, Г.Л. Макарова, Д.М. Дайитбегов и др. ; под ред. Г.А. Титоренко. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
9. Майстренко, А.В. Информатика : учебное пособие / А.В. Майстренко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – Ч. 1. – 96 с.
10. Майстренко, А.В. Информатика : учебное пособие / А.В. Майстренко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – Ч. 2. – 80 с.
11. Советов, Б.Я. Информационные технологии : учебник для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – 3-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2006. – 263 с.
12. Попов, В.Б. Основы информационных и телекоммуникационных технологий. Сетевые информационные технологии : учебное пособие / В.Б. Попов. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 224 с.

Дополнительная литература

1. Фигурнов, В.Э. IBM PC для пользователя / В.Э. Фигурнов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 1997. – 640 с.
2. Платонов, Ю.М. Диагностика и ремонт персональных компьютеров / Ю.М. Платонов, Ю.Г. Уткин. – М. : Радио и связь, 1996. – 208 с.

3. Олифер, В.Г. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2001. – 672 с.
4. Дейт, К. Введение в системы баз данных / К. Дейт. – СПб.–К : ИД «Вильямс», 2000. – 848 с.
5. Кагаловский, М.Р. Технология баз данных на персональных ЭВМ / М.Р. Кагаловский. – М. : Финансы и статистика, 1992.
6. Базы данных : В 2 т. / С. Каратыгин и др. – М. : АБФ, 1995.
7. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – М. : Высшая школа, 2002.
8. Майстренко, Н.В. Мультимедийные технологии : учебное пособие / Н.В. Майстренко, А.В. Майстренко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – Ч. 1. – 80 с.
9. Майстренко, Н.В. Мультимедийные технологии : учебное пособие / Н.В. Майстренко, А.В. Майстренко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – Ч. 2. – 80 с.

Периодическая литература (журналы)

1. Информационные технологии.
2. САПР и графика.
3. Computer Bild.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Информационные системы и информационные технологии	4
1.1. Информатизация общества	4
1.2. Информационные системы, структура и классификация информационных систем	5
1.3. Информационные технологии, структура и классификация информационных технологий	12
1.4. Безопасность информационных систем и технологий	19
2. Программное обеспечение информационных систем и технологий	27
2.1. Технологии разработки программного обеспечения	28
2.2. Этапы создания программных продуктов	34
3. Информационные технологии в науке и образовании	36
3.1. Авторские информационные технологии	36
3.2. Интегрированные информационные технологии	40
3.3. Информационные технологии дистанционного обучения	49
3.4. Информационные технологии в моделировании и проектировании технических объектов	52
4. Технологии искусственного интеллекта	58
4.1. Направления развития искусственного интеллекта	58
4.2. Данные и знания	59
4.3. Модели представления знаний	60
4.4. Стратегии получения знаний	63
4.5. Экспертные системы: структура и классификация	64
4.6. Технология разработки экспертных систем	70
5. Сетевые информационные технологии	75
5.1. Виды информационно-вычислительных сетей	75
5.2. Модель взаимодействия открытых систем	78
5.3. Техническое обеспечение информационно-вычислительных сетей ...	81
5.4. Локальные вычислительные сети	85
5.5. Глобальная информационная сеть Интернет	87
5.6. Корпоративные компьютерные сети	90
Заключение	93
Список литературы	94

Учебное издание

МАЙСТРЕНКО Александр Владимирович,
МАЙСТРЕНКО Наталья Владимировна

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

Учебное пособие

2-е издание, стереотипное

Редактор Л.В. Комбарова

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 17.01.2012.

Формат 60 × 84 / 16. 5,58 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 15

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14