

Б.Я. Советов
В.В. Цехановский

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Б.Я. Советов
В.В. Цехановский

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Издание третье, стереотипное

Допущено
Министерством образования
Российской Федерации
в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям
подготовки дипломированных специалистов
«Информатика и вычислительная техника»
и «Информационные системы»



Москва
«Высшая школа»
2006

Рецензент:

лауреат Государственной премии, заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. В.С. Шибанов (ГУП НИИ «Рубин»)

Советов, Б.Я.

С 56 Информационные технологии: Учеб. для вузов/Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. — 3-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2006. — 263 с.: ил.

ISBN 5-06-004275-8

В учебнике изложены фундаментальные основы информатики в области информационных технологий как составляющих формирования информационного общества. Рассмотрены базовые информационные процессы и их модели. Раскрыты содержание, возможности и области применения базовых и прикладных информационных технологий. Предложена информационная технология разработки систем. Приведена инструментальная база с раскрытием программных, технических и методических средств информационных технологий.

Для студентов вузов, обучающихся по направлениям 654600 «Информатика и вычислительная техника» и 654700 «Информационные системы». Учебник может быть полезен специалистам в области проектирования и использования информационных технологий.

УДК 007
ББК 32.81

ISBN 5-06-004275-8

© ФГУП «Издательство «Высшая школа», 2006

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа», и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

Предисловие

Информационные технологии являются составной частью научного направления «Информатика» и базируются на ее достижениях. Информатизация как процесс перехода к информационному обществу сопровождается возникновением новых и интенсивным развитием существующих информационных технологий. Информация превращается в коммерческий ресурс, способствуя получению прибыли при внедрении информационных технологий во многие сферы человеческой деятельности. Возникают информационная экономика, новая информационная инфраструктура промышленности и социальной сферы, формируется информационная культура. Достижения информатики могут позитивно воздействовать на развитие общества при приоритетном развитии образования. Существует мнение, что преодоление современного кризиса мировой образовательной системы возможно на основе информатизации.

Зарубежный и российский опыт внедрения информационных технологий подтверждает их высокую экономическую эффективность для многих сфер применения. Ярким примером может служить организация дистанционного обучения на базе современных телекоммуникационных и информационных технологий. В настоящее время высшее образование США называют 100-миллиардным бизнесом, составляющим 2,7% валового национального продукта. Являясь одним из крупнейших экспортеров образовательных технологий, американцы ежегодно получают в казну 7 млрд дол. В 2000 г. в США обучались 454 тыс. иностранных студентов, из которых 57% представляли Азию и лишь 15% — Европу. Эти результаты достигнуты в основном за счет широкого применения информационных технологий. Перспективными направлениями внедрения информационных технологий в образование можно считать: построение систем дистанционного обучения; разработку сетевых учебных курсов для всех форм обучения; развитие автоматизированных лабораторий удаленного доступа, основанных на использовании реального оборудования; создание виртуальных лабораторий, использующих различные методы моделирования и численного эксперимента; разработку доступных педагогу инструментальных средств.

Для России также характерен более высокий уровень внедрения информационных технологий в социальную сферу и, в том числе, в образование, что объясняется как управляемой информатизацией сверху (со стороны Министерства образования РФ), так и неуправляемой — снизу, инициатива реализации которой принадлежит педагогическим коллективам системы образования. На сегодня формирование кадров с высшим образованием в России регламентируется Перечнем направлений подготовки дипломированных специалистов и специальностей высшего профессионального образования, включающим 95 направлений подготовки бакалавров (магистров), 10 групп специальностей, 87 направлений подготовки дипломированных специалистов. При этом из общего числа специальностей высшего профессионального образования 480 сформировано в области техники и технологии: 81 направление с 289 специальностями. Причем им соответствует 41 направление бакалавриата (магистратуры).

Обучение кадров в области современных информационных технологий осуществляется по 4 направлениям подготовки бакалавров (магистров), 8 направлениям подготовки дипломированных специалистов (1 направление в области лингвистики и информатиологии с 1 специальностью и 7 направлений в области техники и технологии с 15 специальностями), по группе специальностей 070000 в области информационной безопасности (4 из 6 специальностей) и по 5 отдельным специальностям, отнесенным к различным группам (в том числе и междисциплинарной). Следует отметить недостаточное число специальностей, по которым осуществляется подготовка разработчиков информационных технологий по сравнению со специальностями по подготовке пользователей. Системными, с этой точки зрения, можно считать направления подготовки дипломированных специалистов 654600 «Информатика и вычислительная техника» и 654700 «Информационные системы».

Базовой дисциплиной общепрофессиональной подготовки для этих направлений является дисциплина «Информационные технологии», учебник по которой авторы и предлагают вниманию читателей. С целью более глубокого изучения моделей, методов и средств информационных технологий читатель может обратиться к списку литературы, приведенному в книге.

Авторы благодарны заслуженному деятелю науки РФ, д-ру техн. наук, проф. В.С. Шибанову, взявшему на себя труд по рецензированию учебника и сделавшему ценные замечания, способствовавшие улучшению его содержания.

Замечания и пожелания по содержанию книги направлять по адресу: 127994, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14, издательство «Высшая школа».

ВВЕДЕНИЕ

Информатика, как научное направление, приобретает в подготовке специалистов разных уровней фундаментальный характер, являясь основой изучения ряда общепрофессиональных и специальных дисциплин. Наступивший век, предсказанный Р. Винером как век информатики, будет завершающим при переходе человечества к информационному обществу. Сфера информатики становится доминирующей в деятельности человека, потребляя уже в настоящее время большую долю трудовых ресурсов, чем материальная. Информационный ресурс приобретает коммерческий характер. Получает развитие новый вид услуг — информационный. Однако для большинства стран, в том числе и для России, пока характерно преобладание числа телекоммуникационных услуг над информационными. В 2000 г. число пользователей Интернета в мире составило, по некоторым оценкам, 250 млн, число персональных компьютеров — 560 млн, число разработанных учебных курсов — 80000, а число web-страниц в 2001 г. превысило численность населения Земли и составило более 6 млрд. Развивается рынок телекоммуникационных услуг и в России: если в 2000 г. число пользователей Интернета составляло 2,5 млн человек, то в 2010 г. оно возрастет до 26,1 млн. Таким образом видно, что телекоммуникационные услуги уже органично вписались в жизнь современного человека. Более сложные проблемы возникают с применением информационных услуг, которые еще не являются востребованными обществом в полном объеме, хотя их количество и качество непрерывно возрастают за счет интенсивного создания новых и развития существующих информационных технологий. Внедрение информационных технологий требует подготовки как пользователей, так и разработчиков, но для всех обучаемых необходимо:

- знать базовые информационные процессы, структуру, модели, методы и средства базовых и прикладных информационных технологий, методику создания, проектирования и сопровождения систем на базе информационной технологии;
- уметь применять информационные технологии при решении функциональных задач в различных предметных областях, а также при разработке и проектировании информационных систем;

- иметь представление об областях применения информационных технологий и их перспективах в условиях перехода к информационному обществу.

Следует отметить, что образование в области информационных технологий необходимо также и для специалистов других направлений подготовки для формирования новой информационной культуры человека будущего общества. Такое образование возможно лишь при наличии специалистов-профессионалов в области информатики, на подготовку которых в основном и рассчитан предлагаемый учебник. Эти специалисты являются востребованными в России и за рубежом. Например, в Германии доля профессионалов, не имеющих квалификации в области информатики, снизилась с 95% в 1970 г. до 36% в 2000 г. Профессионалы в сфере информационных технологий (специалисты-компьютерщики) в 1970 г. составляли всего 0,5% населения, занятого профессиональным трудом, а в 2000 г. их доля — 4%. Профессионалы, компетентные в применении средств информатики в эти годы, составляли соответственно 3 и 40%.

В Российской высшей школе подготовка дипломированных специалистов-профессионалов в области информационных технологий осуществляется по ряду направлений, из которых наиболее глубоко реализуется по направлениям 654600 «Информатика и вычислительная техника» и 654700 «Информационные системы». Студентам, обучающимся по специальностям этих направлений, в основном и предназначен данный учебник. Учебник соответствует программе дисциплины «Информационные технологии» и состоит из восьми глав. В первой главе последовательно раскрыты причины возникновения и этапы становления информационных технологий, даны фундаментальные определения информации, ее количественные и качественные оценки, поставлена проблема превращения информации в ресурс. Вторая глава посвящена стратегии перехода в информационное общество. Авторы проводят мысль о необходимости применения информационных технологий на всех этапах эволюции общества, что подтверждается современным состоянием и прогнозом перехода к информационному обществу. Сформулированы этапы перехода и дана их характеристика. Третья глава вводит студента в научное направление—информатику, составной частью которой являются информационные технологии, рассматриваемые авторами как система. Определены основные понятия и задачи информационной технологии, приведены этапы эволюции. В четвертой главе раскрыты базовые информационные процессы, входящие в состав информационных технологий. Для

каждого из рассматриваемых процессов, таких как извлечение информации, ее транспортирование, обработка, хранение, представление и использование, дана подробная характеристика с описанием их моделей и современного состояния. Непосредственно содержанию информационных технологий посвящены пятая и шестая главы книги. В пятой главе детально раскрываются базовые информационные технологии, к которым отнесены: мультимедиа, технологии, геоинформационные, технологии защиты информации, CASE-технологии, телекоммуникационные, технологии искусственного интеллекта. В шестой главе авторами осуществлен анализ прикладных информационных технологий, в состав которых включены: информационные технологии организационного управления автоматизированного проектирования, информационные технологии в промышленности и экономике, в образовании. Наряду с содержанием каждой технологии рассмотрены модели, методы и средства. Особое внимание уделено современным и перспективным типовым стандартным технологическим и инструментальным средствам, которые полезно применять в различных сферах деятельности. Седьмая глава посвящена информационной технологии построения систем, что особо актуально для обучения профессионалов-разработчиков. Приведены основы системного подхода, адаптированные к задачам построения информационных систем. Раскрыты стадии их разработки. Особое внимание уделено наиболее трудно формализуемому этапу—формированию модели предметной области. Приведена методика построения информационных систем с оценкой их качества. Непрерывное совершенствование существующих и возникновение новых информационных технологий невозможно без развития их инструментальной базы, чему и посвящена восьмая глава. В учебнике дан анализ и приведены рекомендации по использованию программных, технических и методических средств информационных технологий. Это позволит читателю сориентироваться на сложившемся рынке вычислительной и сетевой продукции с учетом изложенных в книге мировых стандартов, а также самостоятельно выявить тенденции развития и перспективы информационных технологий и информатики в целом. Методически учебник включает контрольные вопросы по каждой главе, что даст возможность студенту проверить качество усвоения материала. Информационные технологии изложены в учебнике таким образом, что они могут быть реализованы читателем как перспективное средство поддержки конкретного вида деятельности, как объект разработки и как технологии разработки информационных систем. Это позволяет использовать предлагаемый

учебник при подготовке дипломированных специалистов разных квалификаций в высших учебных заведениях различных профилей.

Освоение информационных технологий обществом должно способствовать улучшению качества жизни каждого человека. Информационное общество — очередная ступень развития человечества, на которой возникает новая среда обитания человека, опирающаяся на информационные технологии. Авторы надеются, что данный учебник будет не только способствовать повышению качества подготовки специалистов, но будет также полезен всем читателям, интересующимся современным состоянием информационного общества и перспективами перехода к нему.

Глава 1

Возникновение и этапы становления информационных технологий

В процессе своего развития человечество в любой сфере деятельности последовательно проходило стадии от ручного кустарного труда до высокотехнологичного промышленного производства. В первую очередь усилия были направлены на облегчение физического труда, а информационная сфера долгие годы была уделом умственного труда человека и с каждым годом требовала большего количества трудовых ресурсов. Появление ЭВМ и сетей передачи данных способствовало революционным процессам в области информатизации и позволило перейти на промышленный уровень технологий и инструментальных средств.

На основе информационных технологий решается задача автоматизации информационных процессов. Информация, как продукт информационных технологий, в значительной степени структурируется и формируется в виде знаний. В любой предметной области, а также в обществе в целом, выделяется как самостоятельный компонент, информационный ресурс, приобретающий материальный характер.

1.1. ОБЩЕСТВО И ИНФОРМАЦИЯ

Отличительной чертой человеческого общества является то, что в течение длительного времени основным предметом труда оставались материальные объекты. Воздействуя на них, человек добывал себе средства к существованию, и на протяжении многих веков решалась задача усиления мускульных возможностей человека с помощью различных инструментов, агрегатов и машин. На это была направлена механизация производства, которую стали интенсивно внедрять в начале XX в. Развитие человеческого общества практически на всех этапах проходило на основе технического прогресса. Это—и овладение огнем, и использование паровых машин, и проникновение в тайны атомной энергии, и т.п. Повышению производительности труда способствовала автоматизация. В процессе фор-

мирования трудовых коллективов возникла необходимость обмена знаниями. Первоначально знания передавали устно из поколения в поколение; появление письменности позволило по-новому показать накопленные знания—представить их в виде информации. Предполагают, что между первыми инструментами обработки материальных объектов и средствами отображения информационных образов существовал временной интервал около миллиона лет. Таким образом, появление информации является естественным следствием развития человеческого общества.

В настоящее время информация—один из самых дорогих видов ресурсов. Это проявляется в тенденции стремительного перекачивания трудовых ресурсов из сферы материального производства в информационную. Например, в США в конце XIX в. свыше 95% трудоспособного населения было занято физическим трудом и только менее 5% — работой по обработке информации. Сегодня мы наблюдаем картину соотношения трудовых ресурсов с точностью до наоборот. В 40-х годах XX в. экстенсивный фактор как средство преодоления разрыва между потребностями и возможностями обработки информации себя исчерпал. Это явилось толчком к созданию новых средств обработки информации—ЭВМ и переходу к интенсивному развитию информационной индустрии.

Создание информационного общества—политическая, экономическая и культурная цель большинства субъектов экономики. Движение к этой цели стимулируется национальными стратегическими программами, программами развития и большим числом других инициатив. Ведутся тысячи международных, национальных, региональных и местных проектов. Формирование информационного общества является наиболее привлекательным и многообещающим направлением деятельности в сегодняшние бурные времена.

Концепция информационного общества довольно абстрактна. Она упоминается уже более 20 лет в национальных программах, таких как «инфодеревни» в Японии, и telematics во Франции. Различные субъекты мировой экономики уже находятся на третьей стадии развития информационного общества. Первые концепции были по своей сути футуристическими и ориентированными на технологии доставки информации. Затем быстрое развитие информационных и коммуникационных технологий коренным образом изменило различные виды бизнеса и услуг — появилось «общество информационных технологий». Темы современных дискуссий сосредоточены вокруг информационного содержания, сердца информационного общества. Теперь это не только техническая или эко-

номическая проблема, но также культурный и социальный вопрос, часть повседневной жизни.

В процессе движения мирового сообщества к экономике, основанной на информации, телекоммуникации и информационные технологии быстро изменяются. В развитии телекоммуникаций все более полагаются на участие частных лиц и конкуренцию. Обработка информации играет все большую роль во всех секторах экономики как развитых, так и развивающихся стран. Разработаны новые средства сжатия данных. Технологии оптоволоконной и беспроводной связи постоянно совершенствуются. Стоимость услуг связи падает так быстро, что в пределах последующих 20 лет обмен информацией, возможно, станет практически бесплатной услугой. Переход к технологиям цифровой связи приводит к сближению служб передачи, распространения информации и других информационных служб и открывает перспективы глобальных сетей, доступных благодаря одному движению пальца. Для появляющихся экономических систем эти изменения открывают волнующие возможности. Новые технологии позволяют странам преодолевать различные препятствия на пути к развитию. Например, система дистанционного образования может стать жизнеспособным дополнением к его традиционным методам. Современная информационная инфраструктура может привести к «концу географии» и позволить изолированным государствам, которые зачастую являются беднейшими, принимать участие в экономических процессах. Финансирование и право собственности в информационной структуре становятся привлекательными для частного сектора, снижая таким образом бремя ее финансирования для общественного сектора.

1.2. ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ, ЕЕ ВИДЫ

В настоящее время при обсуждении проблем информации существуют три точки зрения. Первая отождествляет понятие «информация» со знанием. Хотя данный подход широко критикуется в отечественной литературе, во многих научных трудах он имеет место. Вторая точка зрения ограничивает предметную область понятия «информация» социальными и биологическими процессами, отвергая существование информационных процессов в неорганической природе. Третья точка зрения, широко используемая в настоящее время, связана с атрибутивным понятием информации. Впервые атрибутивное понятие информации было сформулирова-

но Н. Винером, полагавшим, что все явления в природе охватываются тремя основными понятиями: вещество, энергия, информация. В отличие от Н. Винера, не рассматривавшего взаимосвязь этих компонентов, многие современные авторы тесно увязывают их и рассматривают как единую систему.

Термин «информация» происходит от латинского слова «informatio» — разъяснение, изложение, осведомленность. Понятие информации должно быть связано с определенным объектом, свойства которого она отражает. Кроме того, наблюдается относительная независимость информации от носителя, поскольку возможны ее преобразование и передача по различным физическим средам с помощью разнообразных физических сигналов независимо от ее содержания, т.е. семантики, что и явилось центральным вопросом многих исследований, в том числе и в области философии. Информация о любом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурного либо вычислительного эксперимента, а также на основе логического вывода. Поэтому говорят о доопытной, или априорной информации и послеопытной, т.е. апостериорной, полученной в итоге эксперимента.

При обмене информацией имеют место источник в виде объекта материального мира и приемник — человек либо какой-то материальный объект. Информация возникает за счет отражения, которое является свойством всей материи, любой материальной системы. Свойство отражения совершенствуется по мере развития материи от элементарного отражения до высшей его формы — сознания. Процесс отражения означает взаимодействие объектов материального мира.

Информация — результат отражения. Информация отображает некоторый образ реального мира, который в дальнейшем может существовать независимо от материального объекта. Действительно, для описания естественных либо искусственно созданных объектов используют информационные модели, которые далее могут быть исходным материалом для разработки систем. Очень важно, чтобы эти модели были адекватны реальным объектам. Любое исследование сопровождается большим объемом информации, которая требует обработки, представления и использования зачастую в реальном масштабе времени. Таким образом, понятие информации предполагает наличие двух объектов — источника информации и потребителя. Важно, чтобы информация для потребителя имела смысл. Потребитель информации может ее оценивать в зависимости от того, где и для какой конкретной задачи информация ис-

пользуется. Поэтому выделяют такие аспекты информации, как прагматический, семантический и синтаксический.

Прагматический аспект связан с возможностью достижения поставленной цели с использованием получаемой информации. Этот аспект информации влияет на поведение потребителя. Если информация была эффективной, то поведение потребителя меняется в желаемом направлении, т.е. информация имеет прагматическое содержание. Таким образом, этот аспект характеризует поведенческую сторону проблемы.

Семантический аспект позволяет оценить смысл передаваемой информации и определяется семантическими связями между словами или другими смысловыми элементами языка.

Синтаксический аспект информации связан со способом ее представления. В зависимости от реального процесса, в котором участвует информация (осуществляется ее сбор, передача, преобразование, отражение, представление, ввод или вывод), она представляется в виде специальных знаков, символов.

Виды информации. Все виды деятельности человека по преобразованию природы и общества сопровождалось получением новой информации. Логическая информация, адекватно отображающая объективные закономерности природы, общества и мышления, получила название *научной* информации. Ее делят по областям получения или использования на следующие виды: политическая, техническая, биологическая, химическая, физическая и т.д.; по назначению—на массовую и специальную. Часть информации, которая занесена на бумажный носитель, получила название *документальной* информации. Любое производство при функционировании требует перемещения документов, т. е. возникает документооборот. Наряду с научной информацией в сфере техники при решении производственных задач используется *техническая* информация. Она сопровождает разработку новых изделий, материалов, конструкций, агрегатов, технологических процессов. Научную и техническую информацию объединяют термином *научно-техническая* информация.

Верхним уровнем информации как результата отражения окружающей действительности (результата мышления) являются знания. Знания возникают как итог теоретической и практической деятельности. Информация в виде знаний отличается высокой структуризацией. Это позволяет выделить полезную информацию при анализе окружающих нас физических, химических и прочих процессов и явлений. На основе структурирования информации формируется информационная модель объекта. По мере развития

общества информация как совокупность научно-технических данных и знаний превращается в базу системы информационного обслуживания научно-технической деятельности общества.

С развитием общества возникает необходимость целесообразной организации информационного ресурса, т.е. концентрации имеющихся фактов, данных и знаний по направлениям науки и техники. Признание информации как ресурса и появление понятия информационный ресурс дало толчок развитию нового научного направления—информатики. Информатика как область науки и техники связана со сбором и переработкой больших объемов информации на основе современных программно-аппаратных средств вычислительной техники и техники связи.

Важным аспектом информации является ее главенствующая роль в процессе управления.

Круг объектов управления чрезвычайно широк и разнообразен: экономика, территория, социальная сфера, производство, научный эксперимент, образование и др.

При анализе процесса управления ввиду сложности объекта осуществляют его расчленение на части по различным признакам. Одним из главных признаков является вид иерархии. Характерны следующие виды иерархии: временная, пространственная, функциональная, ситуационная и информационная. Следует отметить, что деление какой-либо системы на части не может быть однозначным, так как выделение границ между частями является всегда в какой-либо мере субъективным. Выбор того или иного принципа выделения составных частей должен удовлетворять следующим основным условиям: обеспечивать их максимальную автономность; учитывать необходимость координации их действий для достижения общей цели функционирования, а также совместимость отдельных частей.

Временная иерархия. Признаком деления здесь является интервал времени от момента поступления информации о состоянии объекта управления до момента выдачи управляющего воздействия. Чем больше интервал, тем выше уровень (ранг) элемента. Управление может осуществляться в реальном времени с интервалом, равным суткам, декаде, месяцу, кварталу и т.д. Причем управляющий интервал выбирается не произвольно, а исходя из критериев, определяющих устойчивость и эффективность функционирования всей системы.

Пространственная иерархия. Признаком деления здесь является площадь, занимаемая объектом управления. Чем больше площадь объекта, тем выше его ранг. Данный признак является субъектив-

ным, так как не всегда площадь, занимаемая объектом, соответствует ее значимости, и ее можно использовать в случае аналогичности параметров элементов одного уровня.

Функциональная иерархия. В ее основе лежит функциональная зависимость (подчиненность) элементов системы. Такое разделение также является субъективным, так как в этом случае трудно выделить границы между элементами системы.

Ситуационная иерархия. Деление на уровни в данном случае осуществляется в зависимости от эффекта, вызываемого той или иной ситуацией, например, от ущерба, возникающего в результате аварии или выхода из строя оборудования.

Информационная иерархия. В настоящее время этот вид иерархии является очень существенным в связи с возросшим значением информации для управления. В основе деления на уровни лежит оперативность и обновляемость информации. Именно через эти характеристики прослеживается иерархия информации по уровням управления предприятием.

На первом уровне хранится и обрабатывается повторяющаяся, часто обновляющаяся информация, необходимая для повседневной деятельности, т.е. для оперативного управления. Следующий уровень составляет информация более обобщенная, чем оперативная, и используемая не так часто. Информация группируется по функциональным областям и применяется для поддержки принятия решения по управлению производством. На верхнем уровне хранится и обрабатывается стратегическая информация для долгосрочного планирования. Для нее характерны высокая степень обобщенности, неповторяемость, непредсказуемость и редкое использование.

В общем виде функциональная модель процесса управления представлена на рис. 1.1. Учет информации об объекте управления состоит в регистрации, классификации и идентификации. На основе разнообразных математических моделей, описывающих реальное и требуемое состояние объекта, и критериев оптимальности анализируют информацию о состоянии объекта управления. Окончательная модель прогнозируемого состояния объекта управления формируется в виде плана. Возникающие за счет внешних воздей-



Рис. 1.1. Функциональная модель процесса управления

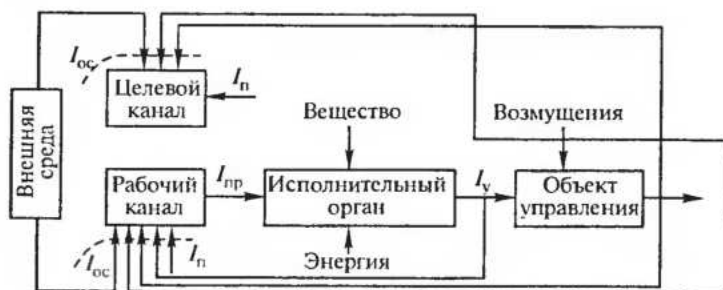
ствий отклонения от плана корректируют путем сравнения учетной и плановой информации, нового анализа и формирования управляющих воздействий (регулирования).

В большинстве случаев при информационном анализе процесса управления обычно рассматривают пассивную форму проявления информации, отражающую свойства внешней среды, объекта управления и самой управляющей системы. Однако не менее важное значение имеет и активная форма информации, являющаяся причиной изменения состояния управляемого объекта.

Принято выделять следующие качественно различимые формы проявления информации: осведомляющую $I_{ос}$, преобразующую $I_{п}$, принятия решения $I_{пр}$ и управляющую $I_{у}$.

К осведомляющей относят информацию о состоянии внешней среды, объекта управления и управляющей системы. Преобразующая включает информацию, содержащуюся в алгоритмах управления. Информация принятия решения является отражением образов и целей на конечное множество принимаемых решений. Управляющей является информация, вызывающая целенаправленное изменение состояния объекта управления.

В любой системе управления можно выделить два информационных канала: целевой и рабочий. В целевом канале на основе информационных процессов происходит выбор цели и принятие решения по выбору управляющего воздействия. В рабочем канале формируется информация, реализуемая исполнительным органом, осуществляющим целенаправленное изменение состояния объекта управления через вещественно-энергетические характеристики. Целевой канал может находиться как на одном уровне иерархии с рабочим, так и на более высоком. На рис. 1.2 представлена информационная структура системы управления, где выделены целевой и рабочий каналы, а также приведены основные формы проявления информации.



Р и с. 1.2. Информационная структура системы управления

1.3. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФОРМАЦИИ

В процессе отражения между состояниями взаимодействующих объектов возникает определенная связь. Информация как результат отражения одного объекта другим выявляет степень соответствия их состояний, а поэтому важными оказываются именно количественные характеристики информации. Некоторое количество информации можно рассматривать с трех основных точек зрения:

- с поведенческой точки зрения создание порции информации осуществляется по некоторой причине, а получение этой информации может привести к некоторому результату (наблюдаемому действию или мыслительной операции);
- с математико-лингвистической точки зрения порция информации может быть описана путем соотнесения ее с другой информацией, указания ее смысла и структуры;
- с физико-технической точки зрения рассматриваются физические аспекты проявления информации — ее материальный носитель, разрешающая способность и точность, с которыми она фиксируется, количество информации, которое производится, передается или принимается и т.д.

Возможен ряд подходов к оценке качества информации. Наиболее существенными из них являются статистический, семантический и прагматический. Наибольшее развитие получил первый подход.

Статистический подход представлен в обширном разделе кибернетики — теории информации, которая занимается математическим описанием и оценкой методов передачи, хранения, извлечения и классификации информации. Теория информации в математической основе использует методы теории вероятности, математической статистики, линейной алгебры и др. В статистической теории основное внимание обращается на распределение вероятности появления отдельных событий и построение на его основе обобщенных характеристик, позволяющих оценить количество информации в одном событии либо в их совокупности. Количественной мерой информации стала энтропия. Чтобы возник процесс передачи, должны иметь место источник информации и потребитель. Источник выдает сообщение, потребитель, принимая сообщение, принимает при этом информацию о состоянии источника. В статистической теории, как указывалось выше, не изучают содержание информации. Предполагается, что до получения информации имела место некоторая неопределенность. С получением информации

эта неопределенность снимается. Таким образом, статистическая количественная характеристика информации — это мера снимаемой в процессе получения информации неопределенности системы. Естественно, что количество информации зависит от закона распределения состояний системы.

Семантический подход базируется на смысловом содержании информации. Термин «семантика» исторически применялся в металогики и семиотике. В металогики под семантикой понимают изучение связей между знакосочетаниями, входящими в состав какого-либо формализованного языка, и их интерпретациями (истолкованиями) в терминах той системы понятий и представлений, формализацией которой служит данный язык. В более узком смысле под семантикой подразумевают совокупность правил соответствия между формальными выражениями и их интерпретацией. Под семиотикой понимают комплекс научных теорий, изучающих свойства знаковых систем, т.е. систем конкретных или абстрактных объектов, с каждым из которых сопоставлено некоторое значение. Примерами знаковых систем являются естественные языки, а также искусственные языки, такие как алгоритмические языки, языки программирования, информационные языки и др.

Прагматический подход к информации базируется на анализе ее ценности, с точки зрения потребителя. Например, информация, имеющая несомненную ценность для биолога, будет иметь ценность, близкую к нулевой, для программиста. Ценность информации связывают со временем, поскольку с течением времени она стареет и ценность ее, а, следовательно, и «количество» уменьшается. Таким образом, прагматический подход оценивает содержательный аспект информации. Он имеет особое значение при использовании информации для управления, поскольку ее количество тесно связано с эффективностью управления в системе.

Разные подходы к оценке количества информации заставляют, с одной стороны, использовать разнотипные единицы информации для характеристики различных информационных процессов, а с другой стороны — увязывать эти единицы между собой как на логическом, так и на физическом уровнях. Например, процесс передачи информации, измеряемой в одних единицах, сопрягается с процессом хранения, когда она измеряется в других единицах, и т.д., а поэтому выбор единицы информации является весьма актуальной задачей.

Рассмотрим статистическую меру количества информации, получившую наибольшее применение в процессе передачи сообщений.

Чтобы возник процесс передачи, должны существовать источник информации и потребитель. Источник выдает сообщение, потребитель, принимая сообщение, получает при этом информацию о состоянии источника. В статистической теории, как указывалось выше, не изучается содержание информации. Предполагается, что до получения информации имела место некоторая неопределенность. С получением информации эта неопределенность снимается. Таким образом, статистическая количественная характеристика информации — это мера, на основе которой в процессе получения информации снимается неопределенность системы. Естественно, что количество информации зависит от закона распределения состояний системы.

Введем количественную меру информации для простейшего варианта передачи равновероятных сообщений. Пусть источник формирует M сообщений, каждое из которых передается избыточным кодом длиной n . Определим число сведений f в некотором сообщении, полагая, что оно линейно зависит от длины кода, т.е. $f = kn$, где k — коэффициент пропорциональности. Будем считать что выполняются следующие условия: осуществляется передача дискретных сообщений; сообщения являются равновероятными и взаимонезависимыми; символы, выдаваемые источником, взаимонезависимы; система счисления (основание кода) K конечна. Тогда число передаваемых сообщений составляет $M = K^n$. Учитывая, что $f = kn$, получаем $df = kdn$, $dM = K^n \ln K dn$, $dn = dM / K^n \ln K$, $df = k dM / M \ln K$.

Отсюда

$$f = k \ln M / \ln K = k_1 \log_a M / \ln K = k_0 \log_a M,$$

где $k_0 = k_1 / \ln K$; $k_1 = k \ln a$.

За единицу количества информации примем число сведений, которые передаются двумя равновероятными сообщениями. Назовем эту единицу двоичной единицей информации. Тогда для $f = 1$, $M = 2$ получим $J = k_0 \log_a 2$. Отсюда $a = 2$, $k_0 = 1$ и, следовательно, количество информации в сообщении составит $I = \log_2 M$.

Эта формула получила название формулы Хартли. Из нее следует, что для равновероятных дискретных сообщений количество информации зависит лишь от числа передаваемых сообщений.

Если сообщения отображаются избыточным кодом, то, подставляя $M = K^n$, получим $I = n \log_2 K$.

Видно, что число двоичных единиц информации, содержащихся в одном сообщении, прямо пропорционально длине кода n и

возрастает с увеличением его основания. Если основание кода $K = 2$, то количество информации, содержащееся в любом сообщении, передаваемом избыточным кодом, составит $I = n$ двоичных единиц или бит. Отсюда видно, что если длина сообщения равна n , то сообщение содержит n бит информации, т.е. один элемент кода несет одну двоичную единицу информации. Информация, содержащаяся в сообщении, складывается из информации, которую несет каждый элемент кода, поэтому мера информации является аддитивной.

Аддитивность статистической меры информации позволяет определить ее количество и в более общем случае, когда передаваемые дискретные сообщения являются неравновероятными. Можно предположить, что количество информации, содержащейся в конкретном дискретном сообщении, функционально зависит от вероятности выбора этого сообщения. Тогда для сообщения x_{0j} возникающего с вероятностью $P(x_{0j})$, количество информации может быть описано в виде $I = \varphi [P(x_{0j})]$. Пусть вслед за сообщением x_{0j} из источника формируется сообщение x_{0k} . Вероятность последовательного возникновения этих сообщений обозначим $P(x_{0j}, x_{0k})$. Количество информации, которая будет содержаться в этих сообщениях, оценим как $I = \varphi [P(x_{0j}, x_{0k})]$. Учитывая аддитивный характер принятой выше статистической меры информации, будем считать, что количество информации, заключенное в последовательности сообщений x_{0j}, x_{0k} , равно сумме количеств информации, содержащихся в каждом из выбранных сообщений. Тогда

$$\varphi [P(x_{0j}, x_{0k})] = \varphi [P(x_{0j})] + \varphi [P(x_{0k}/x_{0j})],$$

где $P(x_{0k}/x_{0j})$ — вероятность возникновения сообщения x_{0k} при условии появления перед ним сообщения x_{0j} .

Соответственно вероятность возникновения последовательно сообщений x_{0j}, x_{0k} составит $P(x_{0j}, x_{0k}) = P(x_{0j}) [P(x_{0k}/x_{0j})]$. Отсюда

$$\varphi [P(x_{0j})] + \varphi [P(x_{0k}/x_{0j})] = \varphi [P(x_{0j})] + \varphi [P(x_{0k}/x_{0j})].$$

Дифференцируя по переменной $P(x_{0j})$, получим

$$P(x_{0k}/x_{0j}) \varphi' [P(x_{0j}) P(x_{0k}/x_{0j})] = \varphi' [P(x_{0j})].$$

Умножим левую и правую части уравнения на вероятность $P(x_{0j})$, тогда

$$P(x_{0j}) P(x_{0k}/x_{0j}) \varphi' [P(x_{0j}) P(x_{0k}/x_{0j})] = P(x_{0j}) \varphi' [P(x_{0j})].$$

Учитывая, что вероятность $P(x_{0j})$ находится в пределах от 0 до 1, видим, что части уравнения должны представлять собой постоянную величину, т.е. $P(x_{0j}) \varphi' [P(x_{0j})] = k$, где k — постоянная величина. Отсюда $\varphi' [P(x_{0j})] = k/P(x_{0j})$. Количество информации в j -м сообщении составит

$$\varphi[P(x_{0j})] = k \ln P(x_{0j}) + c,$$

где c — постоянная интегрирования. Для определения c рассмотрим частный случай, когда имеет место передача лишь одного j -го сообщения, т.е. $P(x_{0j}) = 1$. Подставляя $P(x_{0j}) = 1$ в приведенное уравнение, находим, что $c = 0$, а отсюда

$$\varphi[P(x_{0j})] = k \ln P(x_{0j}).$$

Для определения постоянной k выберем систему единиц. Естественным требованием является то, что количество информации должно быть положительной величиной, тогда, принимая $k = 1$, получаем

$$\varphi[P(x_{0j})] = -\ln P(x_{0j}).$$

Тогда в качестве единицы информации можно принять натуральную единицу. Количество информации в одну натуральную единицу (1 нат) равно информации, которая передается в одном сообщении с вероятностью появления $1/e$. Как указывалось выше, в статистической теории получила применение двоичная единица информации, что соответствует коэффициенту $k = -1/\ln 2$. Тогда количество информации для неравновероятных сообщений составит

$$I = \varphi[P(x_{0j})] = -\log_2.$$

При необходимости количество информации в случайно выбранном сообщении нетрудно связать с информативностью символов кода сообщения. Если процесс образования символов описывается цепью Маркова и символы могут принимать K значений, то найти вероятность возникновения сообщения $P(x_{0j})$ можно как произведение вероятностей возникновения символов его кода. Если они выбираются независимо и символ типа j встречается n_j раз, то вероятность возникновения сообщения x_{0j} составит

$$P(x_{0j}) = \prod_{j=1}^{i=K} [P(x_j)]^{n_j},$$

где $P(x_j)$ — вероятность возникновения символа типа j .

При большой длине кода n можно считать, что $n_j = nP(x_j)$, а так как выше установлено, что количество сообщения x_{0j} составляет $I = -\log_2 P(x_{0j})$, то, подставляя полученные выше значения вероятности $P(x_{0j})$, найдем количество информации I в виде

$$I = -n \sum_{j=1}^{l=k} P(x_j) \log_2 P(x_{0j}).$$

Видно, что количество информации прямо пропорционально длине кода n и информативности отдельно взятого символа. Отметим, что максимально возможное количество информации, т.е. максимум записанного выше выражения, получается, если символы равновероятны. Тогда для множества символов K оптимальное равномерное распределение соответствует $P(x_j) = 1/K$. В этом случае получим, что $I = n \log_2 K$. Для двоичного кода $K = 2$, $I = n$, что соответствует количеству информации для избыточного кода при равновероятных сообщениях. Введенная количественная статистическая мера информации широко используется в теории информации для оценки количества собственной, условной, взаимной и других видов информации. Рассмотрим это на примере собственной информации.

Под этим будем понимать информацию, которая содержится в данном конкретном сообщении. В соответствии с этим определением количество собственной информации в сообщении x_{0j} определяется как $I(x_{0j}) = -\log_2 P(x_{0j})$. Количество собственной информации измеряется числом бит информации, содержащихся в сообщении x_{0j} . Для нее могут быть сформулированы следующие свойства:

1. Собственная информация неотрицательна. Чем меньше вероятность возникновения сообщения, тем больше количество информации, содержащейся в нем. Если сообщение имеет вероятность возникновения, равную единице, то получаемая с ним информация равна нулю, так как заранее известно, что может прийти только это сообщение, и выявление данного сообщения не несет потребителю никакой информации.

2. Собственная информация обладает свойством аддитивности. Для доказательства этого рассмотрим ансамбль из множества сообщений $\{X, Y\}$. Найдем количество собственной информации для пары сообщений x_{0j}, y_{0i} :

$$I(x_{0j}, y_{0i}) = -\log_2 P(x_{0j}, y_{0i}).$$

Если сообщения x_{0j} , y_{0i} статистически независимы, то $P(x_{0j}, y_{0i}) = P(x_{0j}) P(y_{0i})$. Количество информации в двух сообщениях составит

$$I(x_{0j}, y_{0i}) = -\log_2 P(x_{0j}) - \log_2 P(y_{0i}) = I(x_{0j}) + I(y_{0i}).$$

Таким образом, количество собственной информации в двух независимых сообщениях равно сумме собственных сообщений. Отметим, что она характеризует сообщение, которое возникает случайным образом из источника, а поэтому является случайной величиной и зависит от номера выбранного сообщения.

Рассмотрим понятия и свойства энтропии дискретных систем. Математическое ожидание случайной величины собственной информации называется **энтропией**. Энтропия рассчитывается на множестве (ансамбле) сообщений X_0 либо на множестве символов X и физически определяет среднее количество собственной информации, которое содержится в элементах множества (либо сообщений, либо символов). Для источника сообщений случайная величина собственной информации принимает значения $I(x_{01})$, $I(x_{02})$, ..., $I(x_{0j})$, ..., $I(x_{0M})$ с вероятностями $P(x_{01})$, $P(x_{02})$, ..., $P(x_{0j})$, ..., $P(x_{0M})$ соответственно.

Среднее количество (математическое ожидание) собственной информации, содержащейся в ансамбле сообщений X_0 , т.е. энтропия этого ансамбля, составит

$$H(X_0) = \sum_{j=1}^{j=M} P(x_{0j}) I(x_{0j}) = - \sum_{j=1}^{j=M} P(x_{0j}) \log_2 P(x_{0j}),$$

где M — множество сообщений в ансамбле X_0 . Содержательно энтропия $H(X_0)$ показывает количество двоичных единиц информации, которая содержится в любом сообщении из множества X_0 .

Следует отметить, что понятие энтропии исторически использовалось для оценки меры неопределенности состояния любой системы. Чем больше энтропия системы, тем больше неопределенность ее состояния и тем большую информацию получаем, когда эта неопределенность снимается. Энтропия как количественная мера информации обладает следующими свойствами [48]:

1. Функция энтропии является непрерывной относительно вероятности возникновения событий и для дискретных событий имеет наибольшее значение при равной вероятности их появления. Если возможно появление лишь одного события, то априорной неопределенности нет, поэтому количество информации и энтропия равны нулю;

2. При равновероятных событиях функция энтропии возрастает с увеличением числа событий в ансамбле, а поэтому для повышения информативности символов необходимо увеличивать основание системы счисления используемого кода;

3. Функция энтропии не зависит от пути выбора событий. Это свойство вытекает из аддитивности статической меры информации и, как следствие, аддитивности функции энтропии;

Теперь перейдем к понятиям «энтропия источника» и «энтропия сообщения». При кодировании важно обеспечить выбор кода, который оптимально согласуется с источником. Это согласование возможно по критерию энтропии источника. Под энтропией источника обычно понимают количество информации, которая в среднем содержится в одном символе кода. Если код имеет основание системы счисления K , то энтропия источника, т.е. среднее количество информации, содержащейся в символе кода, составит

$$H(X) = - \sum_{j=1}^{J=M} P(x_j) \log_2 P(x_j).$$

Содержательно энтропия источника показывает, сколько двоичных единиц информации переносится в среднем в одном символе кода. Для повышения информативности источника необходимо стремиться к равновероятности символов. В этом случае для избыточного кода в одном символе передается двоичная единица информации. С введением избыточности информативность символа уменьшается, но появляются возможности, связанные с обнаружением и исправлением ошибок, что обеспечивает требуемую помехоустойчивость передачи сообщений. Среднее количество информации, содержащееся в сообщении, называется энтропией сообщения и определяется в виде

$$H(X_0) = - \sum_{j=1}^{J=M} P(x_{0j}) \log_2 P(x_{0j}).$$

Видно, что энтропия сообщения представляет собой математическое ожидание собственной информации, содержащейся в ансамбле сообщений X_0 . Таким образом, энтропия является универсальной статистической характеристикой, позволяющей оценить количество информации, которая содержится в любом ансамбле дискретных событий.

Понятие энтропии применимо и к непрерывным событиям. В системах обработки информации и управления значительная доля информации имеет непрерывный характер и выражается в виде не-

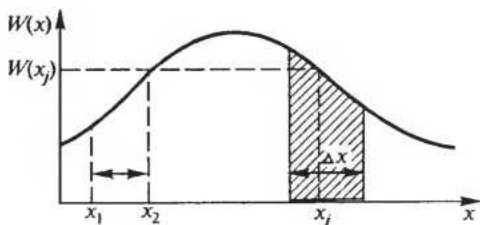
прерывной функции от времени. В этом случае возникает задача передачи непрерывной информации в виде непрерывных сообщений по каналам связи. Непосредственная передача непрерывных сообщений без преобразования возможна лишь на незначительные расстояния. С увеличением расстояний осуществляют операцию дискретизации информации. Для этого вводят квантование по времени и по уровню. Непрерывная функция передается в виде совокупности мгновенных либо квантовых отсчетов, выбранных с различными интервалами по времени. Оценим количество информации, которая содержится в одном отсчете непрерывной функции, и найдем общее выражение для энтропии непрерывных событий.

Пусть имеет место непрерывная информация, представленная в виде непрерывной функции $x(t)$ с известной плотностью распределения вероятностей амплитудных значений $W(x)$. Разобьем область значений функции на K уровней с интервалом квантования Δx , тогда получим уровни $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_K$. При достижении функцией $x(t)$ некоторого уровня x_j и передаче этого уровня по каналу связи количество передаваемой информации может быть определено с помощью функции энтропии $H(x_j)$, если известна вероятность возникновения отсчета $P(x_j)$. Для нахождения вероятности $P(x_j)$ построим плотность распределения $W(x)$ и отметим отсчеты функций

$x_1, x_2, \dots, x_j$, (рис. 1.3). Вероятность $P(x_j) = \int_{x_j - \Delta x/2}^{x_j + \Delta x/2} W(x) dx$ отображена

заштрихованной на рис. 1.3 площадью под кривой $W(x)$. Для упрощения расчетов заменим эту площадь другой площадью эквивалентного прямоугольника с основанием Δx и высотой $W(x_j)$, тогда вероятность $P(x_j) = W(x_j)\Delta x$. Отсюда количество собственной информации, содержащейся в отсчете x_j , составит

$$H(x_j) = -P(x_j) \log_2 P(x_j) = -W(x_j)\Delta x \log_2 [W(x_j)\Delta x].$$



Р и с. 1.3. Зависимость плотности распределения вероятностей $W(x)$ от уровня амплитуды x

Энтропия отсчета определяет количество информации, которая передается отсчетом функции x_j . С уменьшением шага дискретизации Δx , т.е. при $\Delta x \rightarrow 0$, можно найти $\lim H(x_j)$, т.е. предварительное значение

$$H(x_j) = - \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \{ W(x_j) \Delta x \log_2 [W(x_j) \Delta x] \}.$$

Учитывая, что исходная функция $x(t)$ непрерывна и может изменяться в неограниченных пределах, найдем энтропию непрерывного сообщения как сумму энтропий отсчетов в виде

$$\begin{aligned} H(x) &= \sum_{-\infty}^{\infty} H_i(x) = - \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{-\infty}^{\infty} \{ W(x_j) \Delta x \log_2 [W(x_j) \Delta x] \} = \\ &= - \int_{-\infty}^{\infty} W(x) \log_2 W(x) dx - \int_{-\infty}^{\infty} W(x) \log_2 \Delta x dx. \end{aligned}$$

Второе слагаемое содержит член $\log_2 \Delta x$, который не рассчитывается, так как с уменьшением Δx он может стать бесконечно большой величиной. Обычно определяют так называемую дифференциальную или приведенную энтропию в виде

$$H_u(x) = - \int_{-\infty}^{\infty} W(x) \log_2 W(x) dx.$$

Таким образом, понятие энтропии применимо и для оценки среднего количества информации, которая содержится в непрерывном сообщении. Однако пользоваться выражением энтропии для непрерывных сообщений следует крайне осторожно, учитывая неопределенность второго слагаемого выражения, особенно при малых значениях шага квантования Δx .

В целом в отношении энтропии непрерывного сообщения можно сделать следующие выводы:

1. Дифференциальная энтропия определяется статистикой отсчетов непрерывной функции. Можно показать, что при постоянной дисперсии отсчетов наибольшее количество информации соответствует непрерывным сообщениям, отсчеты которых распределяются по нормальному закону;

2. Энтропия зависит от амплитуды исходной непрерывной функции x и шага ее квантования Δx . На практике реализуют системы с равномерным и неравномерным шагом квантования, с передачей отклонения функции от математического ожидания и др.

Это позволяет в конкретных условиях повысить скорость передачи информации в непрерывном канале.

Таким образом, статистическая теория позволяет дать плодотворные оценки количества информации для такого важного этапа информационного процесса в системе, как передача. Заложенные еще К. Шенноном принципы количественной оценки на основе функции энтропии сохраняют свою значимость до настоящего времени и являются полезными при определении информативности символов и сообщений и при оценке оптимальности построения кода на основе критериев избыточности.

В современных системах обработки информации и управления существенное место занимает подготовка информации для принятия решения и сам процесс принятия решения в системе. Здесь существенную помощь может оказать семантическая теория, позволяющая понять смысл и содержание информации, выражаемой на естественном языке. С увеличением объема и сложности производства количество информации, необходимое для принятия безошибочного решения, непрерывно возрастает. В этих условиях необходимо осуществлять отбор информации по некоторым критериям, т.е. предоставлять руководителю либо лицу, принимающему решение, своевременную и полезную информацию. С учетом ошибок, которые могут возникать в информации в связи с действиями оператора, отказами технических средств в др., избыточность допускается лишь как средство борьбы с ошибками. В этом смысле можно считать, что избыточность способствует сохранению ценности информации, обеспечивая требуемую верность. В рамках семантического подхода ценность информации можно задать через функцию потерь. Если в процессе подготовки информации исходная величина x отображается через величину y , то минимум потерь можно установить как

$$I_{\min} = \min_y \sum_x I(x/y)P(x),$$

где $P(x)$ — распределение входной величины x ; $I(x/y)$ — потери при преобразовании входной величины x в величину y .

Отсюда ценность информации определяется как

$$C = \max_{P(x/y)} \{I_{\min} - M\{I(x/y)\}\},$$

где $M\{I(x/y)\}$ — математическое ожидание потерь при отклонении от входной величины x к величине y .

Следует отметить, что данная интерпретация ценности имеет сугубо технический характер. Конструктивным выходом из нее является такое разбиение входной величины x , при котором удается максимизировать ценность. В общем случае ценность информации, поступающей от материального объекта, является функцией времени. Анализ информации, используемой для принятия решения в реальных системах, позволил найти функции ценности. Эти функции задают предельные временные интервалы, в течение которых имеет смысл использовать данную информацию. При принятии решения обычно используется информация не только о материальном объекте, но и об условных распределениях критериальных оценок последствий различных альтернативных решений. В этом случае резко уменьшается число предпочтительных альтернатив и удается принять решение, базируясь на качественно неполной информации. В ряде практических случаев решение принимается с использованием субъективных критериев, при этом приходится применять большой объем информации, ужесточать требования к согласованности и непротиворечивости исходной информации. Принцип принятия решений по своей методологии требует сохранения содержания качественных понятий на всех этапах использования информации при общей оценке альтернативных решений. Кроме того, исключается сложная информация, при работе с которой лицо, принимающее решение, должно иметь дело с громоздкими задачами. Используют замкнутые процедуры выявления предпочтений, т.е. процедуры, в которых имеется возможность проверить предпочтение на непротиворечивость и транзитивность. Можно отметить, что семантическая теория требует дальнейшей серьезной проработки, однако уже сейчас при принятии решений существует ряд методов, позволяющих оценивать смысловое содержание информации.

1.4. ПРЕВРАЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В РЕСУРС

Обеспечение любого вида деятельности составляют финансы, материальные ресурсы, штаты и информационные ресурсы.

Если первые три вида ресурсов можно рассматривать обособленно, то информационные ресурсы тесно взаимосвязаны с каждым из них и по уровню иерархии стоят выше, так как используются при управлении остальными.

Информацию как вид ресурса можно создавать, передавать, искать, принимать, копировать (в той или иной форме), обрабатывать, разрушать. Информационные образы могут создаваться в самых разнообразных формах: в форме световых, звуковых или радиоволн, электрического тока или напряжения, магнитных полей, знаков на бумажных носителях. Важность информации как экономической категории составляет одну из главнейших характеристик постиндустриальной эпохи.

Информационный ресурс — концентрация имеющихся фактов, документов, данных и знаний, отражающих реальное изменяющееся во времени состояние общества, и используемых при подготовке кадров, в научных исследованиях и материальном производстве [14, 37].

Факты — результат наблюдения за состоянием предметной области.

Документы — часть информации, определенным образом структурированная и занесенная на бумажный носитель.

Данные — вид информации, отличающийся высокой степенью форматированности в отличие от более свободных структур, характерных для речевой, текстовой и визуальной информации.

Знания — итог теоретической и практической деятельности человека, отражающий накопление предыдущего опыта и отличающийся высокой степенью структурированности.

Можно выделить три основных вида знаний:

- декларативные (факторальные), представляющие общее описание объекта, что не позволяет использовать их без предварительной структуризации в конкретной предметной области;
- понятийные (системные), содержащие помимо первых, взаимосвязи между понятиями и свойства понятий;
- процедурные (алгоритмические), позволяющие получить алгоритм решения.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность создания информационного общества?
2. Какие существуют точки зрения на понятие информации?
3. В чем заключается понятие информации?
4. Какие существуют виды иерархии информации?
5. В чем суть информационного подхода к процессу управления?
6. Чем определяются количественные характеристики информации?
7. Какие критерии используются при статистическом подходе к оценке качества информации?
8. В чем суть семантического подхода к оценке качества информации?
9. В чем суть прагматического подхода к оценке качества информации?
10. Чем определяются информационный ресурс и его составляющие?

Глава 2

Понятие информатизации. Стратегия перехода к информационному обществу

Информатизация является решающим фактором развития современного общества, обеспечивающим соответствующий уровень жизни всех его членов на основе использования технологий высокого уровня. Развитие человечества привело к необходимости перехода от индустриального к информационному обществу, для которого характерно обеспечение требуемой степени информированности всех его членов и предоставление возрастающего объема информационных услуг высокого уровня. Степень перехода к информационному обществу предлагается оценивать по совокупности признаков, среди которых определяющими являются: уровень информационных потребностей населения, информационная культура, степень информатизации экономики, лидирующая роль образования, вхождение в мировое информационное пространство. Рассматриваются основные этапы перехода, соответствующие им стратегические цели информатизации, пути устранения возникающих противоречий.

2.1. ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ОБЩЕСТВА И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Завершается век энергетики и на его смену в соответствии с прогнозом Н. Винера приходит век информатики. Первый век текущего тысячелетия войдет в историю человечества как век завершения перехода из индустриального общества в общество информационное. Процесс перехода, получивший название информатизации, интенсивно реализуется во всех странах мирового сообщества. На этот путь достаточно давно вступила и Россия. Прогнозы ученых позволяют утверждать, что большинство западно-европейских стран и с некоторым отставанием и Россия не позднее середины будущего столетия перейдут в информационное общество. Исчерпывающей характеристики информационного общества пока не существует, но предполагают, что в таком обществе будут

полностью удовлетворены информационные потребности населения. В настоящее время эти потребности еще не осознаны и в значительной степени не сформированы. Будущий век будет отличаться глобальной технологизацией передовых стран, что определяется не только развитием материальной базы, но и уровнем интеллектуализации общества, его умением создавать, применять и сохранять новые знания. Изменится и структура знаний: доля традиционных знаний уменьшится с 70 до 40%, прагматических — с 15 до 10%, но возрастет доля новых знаний с 5 до 15% и знаний, направленных на развитие творческих способностей личности — с 3 до 25%. Современное образование является поддерживающим, перспективное образование должно стать в информационном обществе опережающим.

Наряду с существующими проблемами в XXI в. прогнозируется возникновение информационного неравенства, что можно преодолеть путем формирования новой информационной культуры общества, как совокупности правил поведения в информационном обществе, коммуникационной среде, человеко-машинных системах, вписывающихся в мировую гуманистическую культуру человечества. Массовое вхождение пользователей в Интернет уже выявило ряд негативных тенденций: подавление российской национальной культуры, снижение нравственности, наличие планомерного негативного идеологического воздействия. Информатизация общества базируется на достижениях информатики, в которой как в научном направлении можно выделить три уровня:

- физический — программно-аппаратные средства вычислительной техники и техники связи;
- логический — информационные технологии;
- прикладной — пользовательские информационные системы.

Достижения информатики на этих уровнях и определяют прогресс в продвижении к информационному обществу.

Экономической основой информационного общества являются отрасли информационной индустрии (телекоммуникационная, компьютерная, электронная, аудиовизуальная), которые переживают процесс технологической конвергенции и корпоративных слияний. Происходит интенсивный процесс формирования мировой «информационной экономики», заключающийся в глобализации информационных, информационно-технологических и телекоммуникационных рынков, возникновении мировых лидеров информационной индустрии, превращении «электронной торговли» по телекоммуникациям в средство ведения бизнеса.

Правовой основой информационного общества являются законы и нормативные акты, регламентирующие права человека на доступ к информационным ресурсам, технологиям, телекоммуникациям, защиту интеллектуальной собственности, неприкосновенность личной жизни, свободу слова, информационную безопасность. Информационная безопасность общества и личности приобретает новый статус, превращаясь из чисто технологической проблемы в социальную, от решения которой зависит устойчивое развитие человечества.

Технологической основой информационного общества являются телекоммуникационные и информационные технологии, которые стали лидерами технологического прогресса, неотъемлемым элементом любых современных технологий, порождают экономический рост, создают условия для свободного обращения в обществе больших массивов информации и знаний, приводят к существенным социально-экономическим преобразованиям и, в конечном счете, к становлению информационного общества.

Своеобразие новой стадии развития информационной среды проявляется в широком использовании понятия информационного пространства, но, как и в случае с понятием информации, не существует четкого его определения. Наиболее распространенным является понимание информационного пространства как обычного метрического (физического, географического и т.п.). Дальнейшая конкретизация данного понятия связана с более непосредственным учетом качественной стороны происходящих в нем и определяющих его процессов. Другой подход к конкретизации понятия информационного пространства связан с концепцией информационного поля, аналогичной концепции физического поля, например электромагнитного. Одним из традиционных является понимание информационного пространства, как совокупности информационных процессов, математической моделью которой является некоторое функциональное пространство, интерпретируемое, например, как система детерминант, обеспечивающих протекание определенных информационных процессов. Одной из самых распространенных является трактовка информационного пространства как информационно-поисковой системы, т.е. определенным образом упорядоченной совокупности информационных единиц (данных), для которых обеспечен их поиск и расшифровка. В качестве таковых могут рассматриваться каталоги и книжные фонды библиотек, файлы и базы данных и т.п.

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

По современным воззрениям, информационное общество — это такое общество, в котором производство и потребление информации является важнейшим видом деятельности, а информация признается наиболее значимым ресурсом, новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми технологиями и техникой, а информационная среда наряду с социальной и экологической — новой средой обитания человека.

Основными отличительными признаками информационного общества являются:

- информационная экономика;
- высокий уровень информационных потребностей всех членов общества и фактическое их удовлетворение для основной массы населения;
- высокая информационная культура;
- свободный доступ каждого члена общества к информации, ограниченный только информационной безопасностью личности, общественных групп и всего общества.

Информационному обществу присущи:

- единое информационное пространство;
- доминирование в экономике новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании сетевых информационных технологий, перспективных средств вычислительной техники и телекоммуникаций;
- ведущая роль информационных ресурсов в обеспечении устойчивого поступательного развития общества;
- возрастание роли инфраструктуры (телекоммуникационной, транспортной, организационной) в системе общественного производства и усиление тенденций к совместному функционированию в экономике информационных и денежных потоков;
- фактическое удовлетворение потребностей общества в информационных продуктах и услугах;
- высокий уровень образования, обусловленный расширением возможностей систем информационного обмена на международном, национальном и региональном уровнях и, соответственно, повышенная роль квалификации, профессионализма и способностей к творчеству как важнейших характеристик труда;
- высокая значимость проблем обеспечения информационной безопасности личности, общества и государства, наличие эффек-

тивной системы обеспечения прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации.

2.3. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ КАК ПРОЦЕСС ПЕРЕХОДА ОТ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА К ИНФОРМАЦИОННОМУ

Информатизация должна способствовать развитию города, региона, страны.

Обычно начальная фаза перехода к информационному обществу характеризуется массовым стихийным внедрением автономной вычислительной техники, несложного телекоммуникационного оборудования и автоматизацией простейших процессов.

Следующая фаза отличается созданием и использованием достаточно сложных общегородских, ведомственных и коммерческих информационных систем, баз данных, формированием единого информационного пространства с помощью телекоммуникационных сетей. Сложность работы и затраты на второй стадии информатизации значительно выше, чем на первой, и требуют соответствующего нормативно-правового и организационного обеспечения, многопрофильной кооперации и координации со стороны участников процесса.

К основным стратегическим целям информатизации любого региона можно отнести:

- обеспечение каждому жителю региона свободного доступа ко всей информации, необходимость в которой возникает в процессе его деятельности, отдыха и в быту;
- формирование информационных потребностей населения и обеспечение каждому жителю региона возможности фактического удовлетворения этих потребностей;
- формирование информационной культуры населения;
- превращение информационных ресурсов региона в стратегический ресурс устойчивого и поступательного развития, направленного на достижение главной цели развития региона — стабильного улучшения качества жизни всех слоев населения;
- обеспечение информационной безопасности региона и каждого его жителя.

К стратегическим направлениям перехода к информационному обществу относятся:

- формирование единого информационного пространства региона и интеграция его в информационное пространство России и единое мировое информационное пространство;

- подготовка населения региона к формированию информационного общества и к жизни в этом обществе;

- создание правовых основ перехода к информационному обществу и обеспечение условий их практического применения;

- создание информационной экономики региона;

- осуществление свободного доступа к информации каждому жителю региона при обеспечении информационной безопасности личности, общественных групп и всего населения региона в целом;

- научное сопровождение формирования информационного общества;

- участие в межрегиональном и международном сотрудничестве и разделении труда при формировании информационного общества города, регионов, стран и мира.

Для этого необходимо решить следующие стратегические задачи:

- создание и развитие информационной инфраструктуры региона и интеграция ее в национальную и мировую информационные инфраструктуры;

- перевод в цифровую форму и на машиночитаемые носители информационного фонда региона, формирование его информационных ресурсов;

- создание условий для роста информационной индустрии (промышленного производства информации и оказания информационных услуг);

- широкое применение современных информационных и телекоммуникационных технологий;

- ориентация воспитания и образования на формирование информационных культуры и потребностей, соответствующих информационному обществу;

- создание рынка информации и знаний как факторов производства и превращение информационных ресурсов региона в основные ресурсы социально-экономического развития за счет расширения доступа к ним;

- становление и в последующем доминирование в экономике города новых технологических укладов, базирующихся на массовом использовании сетевых информационных технологий, перспективных средств вычислительной техники и телекоммуникаций;

- обеспечение информационной безопасности личности, общества и государства, а также прав граждан и социальных институтов на свободное получение, распространение и использование информации;
- обеспечение привлекательности информационных ресурсов не только для жителей данного региона, но и для других регионов России и стран мира;
- формирование соответствующих банков и баз данных;
- удовлетворение «первоначальных» потребностей в информационной технике;
- формирование индустрии программных средств;
- разработка и начало формирования информационной инфраструктуры, рынка информационных продуктов и услуг.

2.4. ЭТАПЫ ПЕРЕХОДА К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЩЕСТВУ

Решение перечисленных в подразд. 2.3 задач позволит пройти первый этап формирования информационного общества — этап компьютеризации. При этом предусматривается опережающее развитие научно-технических направлений, непосредственно обеспечивающих создание и эффективное применение новых информационных технологий, модернизацию конструкторской, технологической и промышленных баз производства информационных средств и их элементов, экстенсивное распространение вычислительной и микропроцессорной техники на различные области человеческой деятельности. Начинает создаваться система, обеспечивающая формирование всеобщей компьютерной грамотности как основы воспитания информационной культуры населения. Таким образом, основной задачей этапа является насыщение города вычислительной и микропроцессорной техникой.

На втором этапе предусматривается развитие информационной инфраструктуры региона и обеспечение условий для включения его в состав мировой экономической системы.

На данном этапе осуществляются:

- обеспечение потребностей населения региона в средствах информационной техники, в первую очередь, в персональных компьютерах и периферийных устройствах;
- создание широкой сети банков и баз данных;

- создание локальных и корпоративных информационных сетей и опорных зон формирования информационного общества и подключение их к глобальным сетям;

- создание широкой интегрированной сети телефонной и цифровой связи.

Этап характеризуется компьютерным освоением информационного фонда, загрузкой его в базы данных, объединенные в локальные и корпоративные информационные сети. Свободный доступ к информации, хранящейся в таких базах, имеет только ограниченный круг пользователей. Происходит подключение этих сетей к глобальным и их интеграция. Продолжается формирование информационной культуры населения. Второй этап формирования информационного общества может быть назван этапом персонализации информационного фонда и интеграции информационных сетей.

Целью третьего этапа является развитие и удовлетворение основных информационных потребностей населения.

Этот этап включает:

- завершение создания информационной инфраструктуры и интеграции ее как составного элемента в мировую инфраструктуру;

- массовое применение новейших информационных средств, систем и технологий во всех сферах человеческой деятельности;

- обеспечение каждому жителю региона свободного доступа ко всей информации, необходимость в которой возникает в процессе его деятельности, отдыха и в быту;

- завершение воспитания информационной культуры населения.

Третий этап формирования информационного общества характеризуется обеспечением свободного доступа ко всей информации, накопленной человечеством, возможностью не только пользоваться городским, общегосударственным и мировым информационными фондами, но и непосредственно пополнять их. Информационный фонд становится достоянием практически каждого жителя и превращается в основной ресурс развития города, поэтому третий этап можно назвать этапом социализации и актуализации информационного фонда.

Реализация перечисленных выше задач предполагает дальнейшее развитие и внедрение во все сферы человеческой деятельности перспективных информационных технологий, позволяющих человеку жить и работать в новой информационной среде. Эти технологии поддерживают базовые информационные процессы,

обеспечивающие подготовку, сбор, передачу, накопление и хранение информации, а также преобразование данных в знания на основе моделей формализации и представления знаний. Можно выделить базовые информационные технологии по областям применения: в административном управлении, экономике, промышленности, науке, образовании, полиграфии, социально-бытовой сфере. По содержанию технологии разделяют на: телекоммуникационные с асинхронной передачей данных, CASE-технологии, технологии распределенных баз данных и знаний с удаленным доступом, мультимедиа-технологии, геоинформационные технологии, высокопроизводительные технологии обработки данных, технологии защиты информации, технологии виртуальной реальности и др. Актуальной задачей является внедрение этих технологий в образование. Это будет способствовать формированию новой информационной культуры.

В целом объем мирового рынка информационных технологий ежегодно возрастает на 6%. Совершенно очевидно, что наступает эра информационного общества.

РевOLUTIONные преобразования в области информационных технологий позитивно воспринимаются обществом, однако эффективность их использования тормозит отставание основных технологий, в частности в области управления. Процесс информатизации, с одной стороны, характеризуется резким возрастанием информационных потоков, чему способствуют активно развивающиеся технические и программные возможности извлечения, транспортирования, хранения, обработки и представления информации. С другой стороны, представляемые объемы информации в основном являются устаревшими, не отражают текущее реальное состояние предметной области и, тем более, не предоставляют возможностей прогнозирования. Возникшие противоречия между новыми информационными и устаревшими управленческими технологиями показаны на рис. 2.1.

Устранение противоречий возможно следующими путями:

- актуализацией представляемой информации;
- обеспечением совместимости старых и новых технологий за счет использования новых экономико-математических моделей, разработки и внедрения новых стандартов на методы, модели и средства;
- систематизацией информации, представляемой для принятия решений, использованием новых форм представления, в частности визуальной (три четверти информации об окружающем мире поль-

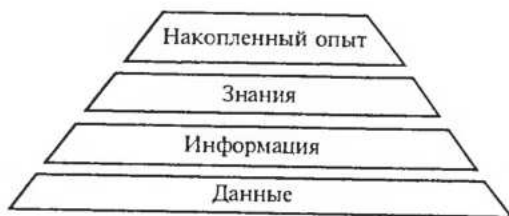


Р и с. 2.1. Противоречия между информационными и управленческими технологиями

зователи получают визуально, а деловая информация в основном представляется в текстовом виде).

Важнейшим шагом на пути сближения информационных и управленческих технологий является активное использование знаний. Жизненный цикл информации (рис. 2.2) включает следующие компоненты: данные, информация, знания, накопленный опыт.

Данные являются фундаментом информационной пирамиды, несущей основой для производства информации, осуществляемой путем сбора, обогащения и передачи данных. Переход от информации к знаниям происходит на основе обработки информации и использования искусственного интеллекта. Знания являются одним из естественных путей сокращения огромных информационных потоков. В связи с этим важнейшей задачей является развитие процесса управления знаниями, включающего их извлечение из накопленного опыта и правильное их применение для решения конкретных задач. Современные информационные системы — слож-



Р и с. 2.2. Жизненный цикл информации

ные интегрированные комплексы, представляющие собой набор механизмов, методов и алгоритмов, направленных на поддержку жизненного цикла информации.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные уровни информатизации?
2. Что называется информационным обществом?
3. Укажите отличительные признаки информационного общества.
4. Определите основные стратегические направления перехода к информационному обществу.
5. Перечислите основные этапы перехода к информационному обществу.
6. Объясните противоречия между информационными и управленческими технологиями.
7. Укажите пути устранения противоречий между информационными и управленческими технологиями.

Глава 3

Информационная технология как составная часть информатики. Классификация информационных технологий

Целью информатики является изучение структуры и общих свойств информации с выявлением закономерностей процессов коммуникации. В современном понимании информатика — это область науки и техники, изучающая информационные процессы и методы их автоматизации. Пользователю она предоставляет методологические основы построения информационной модели предметной области.

Информационные технологии рассматриваются как система, включающая базовые технологические процессы, базовые и специализированные информационные технологии, инструментальную базу.

Приведенная эволюция информационных технологий является наглядной характеристикой прогресса в этой сфере.

3.1. СОДЕРЖАНИЕ ИНФОРМАТИКИ КАК НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ УРОВНИ ИНФОРМАТИКИ

Теоретической базой для информационных технологий является информатика. Целью информатики является изучение структуры и общих свойств научной информации с выявлением закономерностей процессов коммуникации. В современном понимании информатика — это область науки и техники, изучающая информационные процессы и методы их автоматизации. Пользователю она предоставляет методологические основы построения информационной модели объекта. Примером такой модели является концептуальная модель, которая отражает реальное содержание конкретной предметной области.

В информатике можно выделить три уровня. Физический (нижний) уровень представляет собой средства вычислительной техники и техники связи. Их развитие оказывает решающее влияние на возможности и направление использования информатики. Логический (средний) уровень составляют информационные технологии. Прикладной (верхний) уровень определяет идеологию применения информационных технологий для проектирования различных систем.

Информатика как научное направление имеет ряд определений [47]. Это объясняется тем, что основным объектом изучения информатики является информация, точного определения которой нет до настоящего времени.

Информация — это абстрактное понятие, если относить ее к определенному классу закономерностей материального мира и процессу отражения его в человеческом сознании. Существуют различные определения. Н. Винер указывал, что информация — это обозначение содержания, полученного из внешнего мира. К. Шеннон определял ее как передаваемые сообщения, которые уменьшают неопределенность у получателя информации. У. Эшби определил информацию как передачу разнообразия. А. Яглом полагал, что информация — это вероятность выбора. Л. Бриллюен определил ее как отрицание энтропии. Энтропийные и негэнтропийные оценки информации оказались перспективными.

Понятие энтропии в теории информации впервые было введено К. Шенноном, как мера количества информации, вырабатываемой источником, пропускаемой каналом или попадающей к получателю (в пересчете на символ или единицу времени). В более общем плане энтропия является показателем неопределенности, беспорядка, разнообразия, хаоса, равновесия в системе. Негэнтропия, ошибочно рассматриваемая как энтропия с отрицательным знаком, является мерой порядка, упорядоченности, внутренней структуры, связанной информации.

Теория информации, кибернетика и синергетика внесли значительный вклад в развитие информатики, однако оказались не в состоянии описать разнообразные информационные процессы, имеющие место в природе и обществе, и дать их научное объяснение. Новое научное направление — инфодинамика связывает воедино массу, энергию и негэнтропию [31].

Поскольку однозначного понимания научного направления «информатика» не существует, целесообразно говорить не об истории, а о ее задачах на современном этапе. Так как информация является отражением, то в информационном обществе мы имеем

дело с приближенными моделями реального мира. В связи с этим главной задачей информатики должно быть методологическое обоснование построения информационной модели объекта, явления, процесса. Использование этой модели для целенаправленной деятельности в любых сферах человеческого общества осуществляется на основе реализации информационных процессов и соответствующих им технологий.

Таким образом, для современного состояния информационных технологий необходим переход от информационного описания предметной области к представлению ее на уровне данных, осуществляемый на основе декомпозиции, абстракции, агрегирования.

Декомпозиция — это разбиение системы (программы, задачи) на компоненты, объединение которых позволяет решить данную задачу.

Абстракция позволяет правильно выбрать нужные компоненты для декомпозиции. Абстракция представляет собой эффективный способ декомпозиции, осуществляемый посредством изменения списка декомпозиции.

Процесс абстракции может быть рассмотрен как некоторое обобщение. Он позволяет забыть о различиях и рассматривать предметы и явления так, как если бы они были эквивалентны. Так как выделение общего у процессов и явлений есть основа классификации, то иерархия абстракций представляет собой фактически схему классификации.

Выделяют два основных способа абстрагирования: через параметризацию и через спецификацию.

Абстракция через параметризацию — выделение формальных параметров с возможностью их замены на фактические в различных контекстах. Выделение формальных параметров позволяет абстрагироваться от конкретного приложения и базируется на общности определенных свойств конкретных приложений.

Абстракция через спецификацию позволяет абстрагироваться от внутренней структуры до уровня знания свойств внешних проявлений (результата). Внешние свойства компонента указывают путем описания внешних связей, требований и эффектов.

Внешние связи — это связи различной природы данного компонента с окружением.

Требования (requires) — это условия, которые должны быть выполнены для правильного использования компонента.

Эффекты (effects) — это условия, которым удовлетворяют внешние проявления (результаты) компонента.

С точки зрения конкретных приложений выделяют следующие виды абстракций:

- процедурную абстракцию (ПА);
- абстракцию данных (АД);
- абстракцию через итерацию (АИ).

Процедурная (функциональная) абстракция позволяет расширить возможности виртуальной машины новой операцией.

Абстракция данных состоит из набора объектов и набора операций, характеризующих поведение этих объектов.

Абстракция через итерацию дает возможность не рассматривать информацию, не имеющую прямого отношения к управляющему потоку или циклу.

При построении модели данных предметной области наряду с естественным процессом декомпозиции используется и агрегирование. Это связано с необходимостью интеграции информационных ресурсов в силу их разнородности для ряда предметных областей.

Агрегирование — процесс объединения предметов в некоторую группу как в целях классификации, так и для обеспечения взаимодействия компонентов информационной системы.

В настоящее время при проектировании информационных систем используется два подхода: функционально-структурный и объектно-ориентированный [40].

Функционально-структурный подход (структурный) использует принцип алгоритмической декомпозиции с выделением функциональных элементов предметной области и установлением строгого порядка выполняемых действий. Недостатком данного способа является неизбежность продвижения информации в одну сторону («вниз по течению»), что в случае ошибки при проектировании приводит к деформированию системы.

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Термин «технология» имеет множество толкований. В широком смысле под технологией понимают науку о законах производства материальных благ, вкладывая в нее три основные части: идеологию, т.е. принципы производства; орудия труда, т.е. станки, машины, агрегаты; кадры, владеющие профессиональными навыками. Эти составляющие называют соответственно информационной, инструментальной и социальной. Для конкретного про-

изводства технологию понимают в узком смысле как совокупность приемов и методов, определяющих последовательность действий для реализации производственного процесса. Уровень технологий связан с научно-техническим прогрессом общества и влияет на его социальную структуру, культуру и идеологию. Для любой технологии могут быть выделены цель, предмет и средства. Целью технологии в промышленном производстве является повышение качества продукции, сокращение сроков ее изготовления и снижение себестоимости.

Методология любой технологии включает в себя: декомпозицию производственного процесса на отдельные взаимосвязанные и подчиненные составляющие (стадии, этапы, фазы, операции); реализацию определенной последовательности выполнения операций, фаз, этапов и стадий производственного процесса в соответствии с целью технологии; технологическую документацию, формализующую выполнение всех составляющих.

Производство информации направлено на целесообразное использование информационных ресурсов и снабжение ими всех элементов организационной структуры и реализуется путем создания информационной системы. Информационные ресурсы являются исходным «сырьем» для системы управления любой организационной структурой, конечным продуктом является принятое решение. Принятие решения в большинстве случаев осуществляется в условиях недостатка информации, поэтому степень использования информационных ресурсов во многом определяет эффективность работы организации.

В своем становлении любая отрасль, в том числе и информационная, проходила стадии от кустарного ремесленного производства к производству, основанному на высоких технологиях.

Информационные технологии обеспечивают переход от рутинных к промышленным методам и средствам работы с информацией в различных сферах человеческой деятельности, обеспечивая ее рациональное и эффективное использование.

В развитии технологии выделяют два принципиально разных этапа: один характеризуется непрерывным совершенствованием установившейся базисной технологии и достижением верхнего предельного уровня, когда дальнейшее улучшение является неоправданным из-за больших экономических вложений; другой отличается отказом от существующей технологии и переходом к принципиально иной, развивающейся по законам первого этапа.

Информационная технология — совокупность методов и способов получения, обработки, представления информации, направленных на изменение ее состояния, свойств, формы, содержания и осуществляемых в интересах пользователей.

Можно выделить три уровня рассмотрения информационных технологий:

первый уровень — теоретический. Основная задача — создание комплекса взаимосвязанных моделей информационных процессов, совместимых параметрически и критериально;

второй уровень — исследовательский. Основная задача — разработка методов, позволяющих автоматизированно конструировать оптимальные конкретные информационные технологии;

третий уровень — прикладной, который целесообразно разделить на две страты: инструментальную и предметную.

Инструментальная страта (аналог — оборудование, станки, инструмент) определяет пути и средства реализации информационных технологий, которые можно разделить на методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные.

Предметная страта связана со спецификой конкретной предметной области и находит отражение в специализированных информационных технологиях, например, организационное управление, управление технологическими процессами, автоматизированное проектирование, обучение и др.

3.3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СИСТЕМА

Успешное внедрение информационных технологий связано с возможностью их типизации. Конкретная информационная технология обладает комплексным составом компонентов, поэтому целесообразно определить ее структуру и состав.

Конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, специализированных технологий и средств реализации.

Технологический процесс — часть информационного процесса, содержащая действия (физические, механические и др.) по изменению состояния информации.

Информационная технология базируется на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения базовых, характерных для любой информационной технологии.

Базовый технологический процесс основан на использовании стандартных моделей и инструментальных средств и может быть использован в качестве составной части информационной технологии. К их числу можно отнести: операции извлечения, транспортировки, хранения, обработки и представления информации.

Среди базовых технологических процессов выделим:

- извлечение информации;
- транспортирование информации;
- обработку информации;
- хранение информации;
- представление и использование информации.

Процесс извлечения информации связан с переходом от реального представления предметной области к его описанию в формальном виде и в виде данных, которые отражают это представление.

В процессе транспортирования осуществляют передачу информации на расстояние для ускоренного обмена и организации быстрого доступа к ней, используя при этом различные способы преобразования.

Процесс обработки информации состоит в получении одних «информационных объектов» из других «информационных объектов», путем выполнения некоторых алгоритмов; он является одной из основных операций, выполняемых над информацией и главным средством увеличения ее объема и разнообразия.

Процесс хранения связан с необходимостью накопления и длительного хранения данных, обеспечением их актуальности, целостности, безопасности, доступности.

Процесс представления и использования информации направлен на решение задачи доступа к информации в удобной для пользователя форме.

Базовые информационные технологии строятся на основе базовых технологических операций, но кроме этого включают ряд специфических моделей и инструментальных средств. Этот вид технологий ориентирован на решение определенного класса задач и используется в конкретных технологиях в виде отдельной компоненты. Среди них можно выделить:

- мультимедиа-технологии;
- геоинформационные технологии;
- технологии защиты информации;

- CASE-технологии;
- телекоммуникационные технологии;
- технологии искусственного интеллекта.

Специфика конкретной предметной области находит отражение в специализированных информационных технологиях, например, организационное управление, управление технологическими процессами, автоматизированное проектирование, обучение и др. Среди них наиболее продвинутыми являются следующие информационные технологии:

- 1 — организационного управления (корпоративные информационные технологии);
- 2 — в промышленности и экономике;
- 3 — в образовании;
- 4 — автоматизированного проектирования.

Аналогом инструментальной базы (оборудование, станки, инструмент) являются средства реализации информационных технологий, которые можно разделить на методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные.

CASE-технология (Computer Aided Software Engineering — Компьютерное Автоматизированное Проектирование Программного обеспечения) является своеобразной «технологической оснасткой», позволяющей осуществить автоматизированное проектирование информационных технологий.

Методические средства определяют требования при разработке, внедрении и эксплуатации информационных технологий, обеспечивая информационную, программную и техническую совместимость. Наиболее важными из них являются требования по стандартизации.

Информационные средства обеспечивают эффективное представление предметной области, к их числу относятся информационные модели, системы классификации и кодирования информации (общероссийские, отраслевые) и др.

Математические средства включают в себя модели решения функциональных задач и модели организации информационных процессов, обеспечивающие эффективное принятие решения. Математические средства автоматически переходят в алгоритмические, обеспечивающие их реализацию.

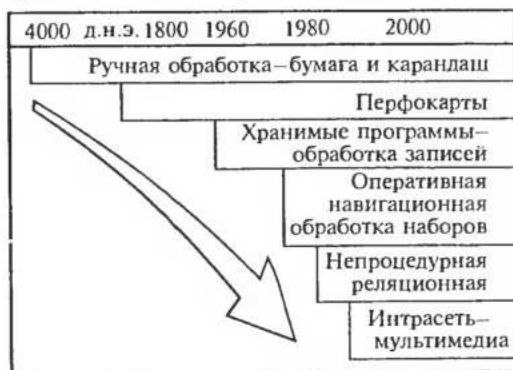
Технические и программные средства задают уровень реализации информационных технологий как при их создании, так и при их реализации.

Таким образом, конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, «отраслевых технологий» и средств реализации.

3.4. ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Эволюция информационных технологий наиболее ярко прослеживается на процессах хранения, транспортирования и обработки информации.

В управлении данными, объединяющем задачи их получения, хранения, обработки, анализа и визуализации, выделяют шесть временных фаз (поколений) [10], которые представлены на рис. 3.1. Вначале данные обрабатывали вручную. На следующем шаге использовали оборудование с перфокартами и электромеханические машины для сортировки и табулирования миллионов записей. В третьей фазе данные хранились на магнитных лентах, и сохраняемые программы выполняли пакетную обработку последовательных файлов. Четвертая фаза связана с введением понятия схемы базы данных и оперативного навигационного доступа к ним. В пятой фазе был обеспечен автоматический доступ к реляционным базам данных и была внедрена распределенная и клиент-серверная обработка. Теперь мы находимся в начале шестого поколения систем, которые хранят более разнообразные типы данных (документы, графические, звуковые и видеообразы). Эти системы шестого поколения представляют собой базовые средства хранения для появляющихся приложений Интернета и Интранета.



Р и с. 3.1. Временные фазы развития управления данными

В нулевом поколении (4000 г. до н.э. — 1900 г.) в течение шести тысяч лет наблюдалась эволюция от глиняных таблиц к папирусу, затем к пергаменту и, наконец, к бумаге. Имелось много новшеств в представлении данных: фонетические алфавиты, сочинения, книги, библиотеки, бумажные и печатные издания. Это были большие достижения, но обработка информации в эту эпоху осуществлялась вручную.

Первое поколение (1900—1955) связано с технологией перфокарт, когда запись данных представлялась на них в виде двоичных структур. Процветание компании IBM в период 1915—1960 гг. связано с производством электромеханического оборудования для записи данных на карты, сортировки и составления таблиц. Громоздкость оборудования, необходимость хранения громадного количества перфокарт предопределили появление новой технологии, которая должна была вытеснить электромеханические компьютеры.

Второе поколение (программируемое оборудование обработки записей, 1955—1980 гг.) связано с появлением технологии магнитных лент, каждая из которых могла хранить информацию десяти тысяч перфокарт. Для обработки информации были разработаны электронные компьютеры с хранимыми программами, которые могли обрабатывать сотни записей в секунду. Ключевым моментом этой новой технологии было программное обеспечение, с помощью которого сравнительно легко можно было программировать и использовать компьютеры.

Программное обеспечение этого времени поддерживало модель обработки записей на основе файлов. Типовые программы последовательно читали несколько входных файлов и производили на выходе новые файлы. Для облегчения определения этих ориентированных на записи последовательных задач были созданы COBOL и несколько других языков программирования. Операционные системы обеспечивали абстракцию файла для хранения этих записей, язык управления выполнением заданий и планировщик заданий для управления потоком работ.

Системы пакетной обработки транзакций сохраняли их на картах или лентах и собирали в пакеты для последующей обработки. Раз в день эти пакеты транзакций сортировались. Отсортированные транзакции сливались с хранимой на ленте намного большей по размерам базой данных (основным файлом) для производства нового основного файла. На основе этого основного файла также производился отчет, который использовался как гроссбух на следующий бизнес-день. Пакетная обработка позволяла очень эффек-

тивно использовать компьютеры, но обладала двумя серьезными ограничениями: невозможностью распознавания ошибки до обработки основного файла и отсутствием оперативного знания о текущей информации.

Третье поколение (оперативные базы данных, 1965—1980 гг.) связано с внедрением оперативного доступа к данным в интерактивном режиме, основанном на использовании систем баз данных с оперативными транзакциями.

Технические средства для подключения к компьютеру интерактивных компьютерных терминалов прошли путь развития от теле-тайпов к простым алфавитно-цифровым дисплеям и, наконец, к сегодняшним интеллектуальным терминалам, основанным на технологии персональных компьютеров.

Оперативные базы данных хранились на магнитных дисках или барабанах, которые обеспечивали доступ к любому элементу данных за доли секунды. Эти устройства и программное обеспечение управления данными давали возможность программам считывать несколько записей, изменять их и затем возвращать новые значения оперативному пользователю. В начале системы обеспечивали простой поиск данных: либо прямой поиск по номеру записи, либо ассоциативный поиск по ключу.

Простые индексно-последовательные организации записей быстро развились в более мощную модель, ориентированную на наборы. Модели данных прошли эволюционный путь развития от иерархических и сетевых к реляционным.

В этих ранних базах данных поддерживались три вида схем данных:

- логическая, которая определяет глобальный логический проект записей базы данных и связей между записями;
- физическая, описывающая физическое размещение записей базы данных на устройствах памяти и в файлах, а также индексы, нужные для поддержания логических связей;
- предоставляемая каждому приложению подсхема, раскрывающая только часть логической схемы, которую использует программа.

Механизм логических и физических схем и подсхем обеспечивал независимость данных. И на самом деле многие программы, написанные в ту эпоху, все еще работают сегодня с использованием той же самой подсхемы, с которой все начиналось, хотя логическая и физическая схемы абсолютно изменились.

К 1980 г. сетевые (и иерархические) модели данных, ориентированные на наборы записей, стали очень популярны. Однако навигационный программный интерфейс был низкого уровня, что послужило толчком к дальнейшему совершенствованию информационных технологий.

Четвертое поколение (реляционные базы данных: архитектура «клиент — сервер», 1980—1995 гг.) явилось альтернативой низкоуровневому интерфейсу. Идея реляционной модели состоит в единообразном представлении сущности и связи. Реляционная модель данных обладает унифицированным языком для определения данных, навигации по данным и манипулирования данными. Работы в этом направлении породили язык, названный SQL, принятый в качестве стандарта.

Сегодня почти все системы баз данных обеспечивают интерфейс SQL. Кроме того, во всех системах поддерживаются собственные расширения, выходящие за рамки этого стандарта.

Кроме повышения продуктивности и простоты использования реляционная модель обладает некоторыми неожиданными преимуществами. Она оказалась хорошо пригодной к использованию в архитектуре «клиент—сервер», параллельной обработке и графических пользовательских интерфейсах. Приложение «клиент—сервер» разбивается на две части. Клиентская часть отвечает за поддержку ввода и представление выходных данных для пользователя или клиентского устройства. Сервер отвечает за хранение базы данных, обработку клиентских запросов к базе данных, возврат клиенту общего ответа. Реляционный интерфейс особенно удобен для использования в архитектуре «клиент—сервер», поскольку приводит к обмену высокоуровневыми запросами и ответами. Высокоуровневый интерфейс SQL минимизирует коммуникации между клиентом и сервером. Сегодня многие клиент—серверные средства строятся на основе протокола Open Database Connectivity (ODBC), который обеспечивает для клиента стандартный механизм запросов высокого уровня к серверу. Архитектура «клиент—сервер» продолжает развиваться. Как разъясняется в следующем разделе, имеется возрастающая тенденция интеграции процедур в серверах баз данных. В частности, такие процедурные языки, как BASIC и Java, были добавлены к серверам, чтобы клиенты могли вызывать прикладные процедуры, выполняемые на них.

Параллельная обработка баз данных была вторым неожиданным преимуществом реляционной модели. Отношения являются однородными множествами записей. Реляционная модель включает набор операций, замкнутых по композиции: каждая операция

получает отношения на входе и производит отношение как результат. Поэтому реляционные операции естественным образом предоставляют возможности конвейерного параллелизма путем направления вывода одной операции на вход следующей.

Реляционные данные также хорошо приспособлены к графическим пользовательским интерфейсам (GUI). Пользователи легко могут создавать отношения в виде электронных таблиц и визуально манипулировать ими.

Между тем файловые системы и системы, ориентированные на наборы, оставались «рабочими лошадками» многих корпораций. С годами эти корпорации построили громадные приложения и не могли легко перейти к использованию реляционных систем. Реляционные системы скорее стали ключевым средством для новых клиент-серверных приложений.

Пятое поколение (мультимедийные базы данных, с 1995 г.) связано с переходом от традиционных хранящих числа и символы, к объектно-реляционным, содержащим данные со сложным поведением. Например, географам следует иметь возможность реализации карт, специалистам в области текстов имеет смысл реализовывать индексацию и выборку текстов, специалистам по графическим образам стоило бы реализовать библиотеки типов для работы с образами. Конкретным примером может служить распространенный объективный тип временных рядов. Вместо встраивания этого объекта в систему баз рекомендуется реализация соответствующего типа в виде библиотеки классов с методами для создания, обновления и удаления временных рядов.

Быстрое развитие Интернета усиливает эти дебаты. Клиенты и серверы Интернета строятся с использованием апплетов и «хелперов», которые сохраняют, обрабатывают и отображают данные того или иного типа. Пользователи вставляют эти апплеты в браузер или сервер. Общераспространенные апплеты управляют звуком, графикой, видео, электронными таблицами, графами. Для каждого из ассоциированных с этими апплетами типов данных имеется библиотека классов. Настольные компьютеры и Web-браузеры являются распространенными источниками и приемниками большей части данных. Поэтому типы и объектные модели, используемые в настольных компьютерах, будут диктовать, какие библиотеки классов должны поддерживаться на серверах баз данных.

Подводя итог, следует отметить, что базы данных призваны хранить не только числа и текст. Они используются для хранения многих видов объектов и связей между этими объектами, что мы

видим в World Wide Web. Различие между базой данных и остальной частью Web становится неясным.

Чтобы приблизиться к современному состоянию технологии управления данными, имеет смысл описать два крупных проекта, в которых используются предельные возможности сегодняшней технологии [10]. Система Earth Observation System/Data Information System (EOS/DIS) разрабатывается агентством NASA и его подрядчиками для хранения всех данных, которые начали поступать со спутников серии «Миссия к планете Земля» с 1977 г. Объем базы данных, включающей данные от удаленных сенсорных датчиков, будет расти на 5 Тбайт в день (1 Тбайт — 10^6 Гбайт). К 2007 г. размер базы данных вырастет до 15 Пбайт. Это в 1000 раз больше объема самых больших современных оперативных баз данных. NASA желает, чтобы эта база данных была доступна каждому в любом месте и в любое время. Любой человек сможет осуществлять поиск, анализ и визуализацию данных из этой базы. Для построения EOS/DIS потребуются наиболее развитые методы хранения, поиска и визуализации данных. Большая часть данных будет обладать пространственными и временными характеристиками, так что для системы потребуются существенное развитие технологии хранения данных этих типов, а также библиотеки классов для различных научных наборов данных. Например, для этого приложения потребуется библиотека для определения снежного покрова, каталога растительных форм, анализа облачности и других физических свойств образов.

Другим впечатляющим примером базы данных является создаваемая всемирная библиотека. Многие ведомственные библиотеки открывают доступ к своим хранилищам в режиме on-line. Новая научная литература публикуется в режиме on-line. Такой вид публикаций поднимает трудные социальные вопросы по поводу авторских прав и интеллектуальной собственности и заставляет решать глубокие технические проблемы. Пугают размеры и многообразие информации. Информация появляется на многих языках, во многих форматах данных и в громадных объемах. При применении традиционных подходов к организации такой информации (автор, тема, название) не используются мощности компьютеров для поиска информации по содержанию, для связывания документов и для группирования сходных документов. Поиск требуемой информации в море документов, карт, фотографий, аудио- и видеoinформации представляет собой захватывающую и трудную проблему.

Быстрое развитие технологий хранения информации, коммуникаций и обработки позволяет переместить всю информацию в киберпространство. Программное обеспечение для определения, поиска и визуализации оперативно доступной информации — ключ к созданию и доступу к такой информации. Основные задачи, которые необходимо решить:

- определение моделей данных для их новых типов (например, пространственных, темпоральных, графических) и их интеграция с традиционными системами баз данных;
- масштабирование баз данных по размеру (до петабайт), пространственному размещению (распределенные) и многообразию (неоднородные);
- автоматическое обнаружение тенденций данных, структур и аномалий (поиск, анализ данных);
- интеграция (комбинирование) данных из нескольких источников;
- создание сценариев и управление потоком работ (процессом) и данными в организациях;
- автоматизация проектирования и администрирования базами данных.

Контрольные вопросы

1. Укажите основные уровни информатики.
2. Поясните суть понятия информации.
3. Что такое абстрагирование информации и каковы его основные способы?
4. Что такое агрегирование информации?
5. Дайте определение информационной технологии и поясните ее содержание.
6. Перечислите основные уровни информационных технологий.
7. Раскройте содержание прикладного уровня информационных технологий.
8. Выделите основные фазы (поколения) эволюции информационных технологий.

Глава 4

Базовые информационные процессы, их характеристика и модели

Информационные технологии основаны на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения базовых. К ним можно отнести извлечение, транспортирование, обработку, хранение, представление и использование информации. На логическом уровне должны быть построены математические модели, обеспечивающие параметрическую и критериальную совместимость информационных процессов в системе информационных технологий.

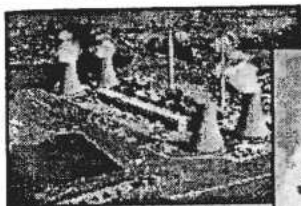
В процессе извлечения информации основной акцент сделан на формы и методы исследования данных, позволяющих формализовать и абстрагированно описать предметную область. Процесс транспортирования информации рассматривается в рамках эталонной семиуровневой модели, известной как модель OSI. Большое внимание уделено протоколам различных уровней, обеспечивающих необходимый уровень стандартизации. Процессы обработки информации излагаются в аспекте поддержки принятия решений с выделением типовых компонентов. Хранение информации представляется с одной стороны, как совокупность моделей концептуального, логического и физического уровней, с другой — как набор методов и способов практической реализации. Большое внимание уделено эргономическим и психологическим факторам при распределении функции между человеком и техническими устройствами в процессе представления и использования информации.

4.1. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

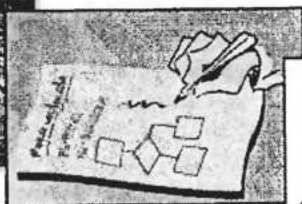
Источниками данных в любой предметной области являются объекты и их свойства, процессы и функции, выполняемые этими объектами или для них. Любая предметная область рассматривается в виде трех представлений (рис. 4.1).

По аналогии с добычей полезных ископаемых процесс извлечения информации направлен на получение ее наибольшей концентрации. В связи с этим процесс извлечения можно представить,

Реальное представление
предметной области



Формальное
представление
предметной области



Информационное
представление
предметной области



Р и с. 4.1. Предметная область в виде трех представлений

как прохождение информации через трехслойный фильтр, в котором осуществляется оценка синтаксической ценности (правильность представления), семантической (смысловой) ценности, прагматической (потребительской) ценности.

При извлечении информации важное место занимают различные формы и методы исследования данных:

- поиск ассоциаций, связанных с привязкой к какому-либо событию;
- обнаружение последовательностей событий во времени;
- выявление скрытых закономерностей по наборам данных, путем определения причинно-следственных связей между значениями определенных косвенных параметров исследуемого объекта (ситуации, процесса);
- оценка важности (влияния) параметров на развитие ситуации;
- классифицирование (распознавание), осуществляемое путем поиска критериев, по которым можно было бы относить объект (события, ситуации, процессы) к той или иной категории;
- кластеризация, основанная на группировании объектов по каким-либо признакам;
- прогнозирование событий и ситуаций.

Следует упомянуть неоднородность (разнородность) информационных ресурсов, характерную для многих предметных областей. Одним из путей решения данной проблемы является объектно-ориентированный подход, наиболее распространенный в настоящее время. Кратко рассмотрим его основные положения.

Декомпозиция на основе объектно-ориентированного подхода основана на выделении следующих основных понятий: объект, класс, экземпляр.

Объект — это абстракция множества предметов реального мира, обладающих одинаковыми характеристиками и законами поведения. Объект характеризует собой типичный неопределенный элемент такого множества. Основной характеристикой объекта является состав его атрибутов (свойств).

Атрибуты — это специальные объекты, посредством которых можно задать правила описания свойств других объектов.

Экземпляр объекта — это конкретный элемент множества. Например, объектом может являться государственный номер автомобиля, а экземпляром этого объекта — конкретный номер К 173 ПА.

Класс — это множество предметов реального мира, связанных общностью структуры и поведением. **Элемент класса** — это конкретный элемент данного множества. Например, класс регистрационных номеров автомобиля.

Обобщая эти определения, можно сказать, что объект — это типичный представитель класса, а термины «экземпляр объекта» и «элемент класса» равнозначны. На рис. 4.2 показаны отношения между классами, объектами и предметами реального мира.

Важная особенность объектно-ориентированного подхода связана с понятием инкапсуляции, обозначающим сокрытие данных и методов (действий с объектом) в качестве собственных ресурсов объекта.

Понятия полиморфизма и наследования определяют эволюцию объектно-ориентированной системы, что подразумевает определение новых классов объектов на основе базовых.

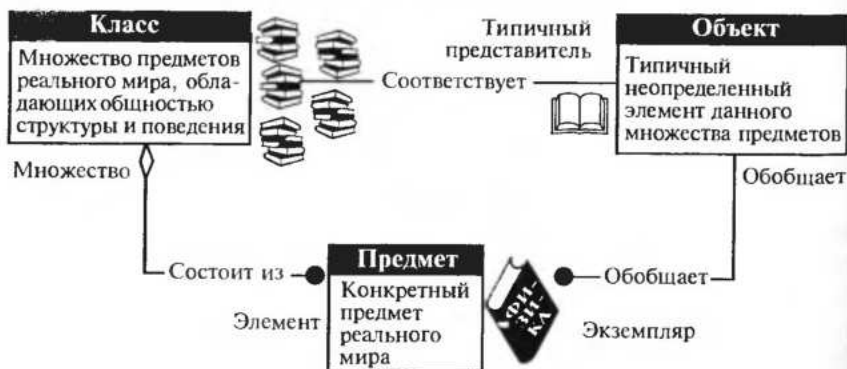


Рис. 4.2. Отношения между классами, объектами и предметами реального мира

Полиморфизм интерпретируется как способность объекта принадлежать более чем одному типу.

Наследование выражает возможность определения новых классов на основе существующих с возможностью добавления или переопределения данных и методов.

Для уменьшения избыточности используется процесс обогащения информации, например, при хранении в компьютере списка сотрудников организации иногда достаточно использовать первые 3—4 буквы их фамилий.

Среди методов обогащения информации различают структурное, статистическое, семантическое и прагматическое обогащения.

Структурное обогащение предполагает изменение параметров сообщения, отображающего информацию в зависимости от частотного спектра исследуемого процесса, скорости обслуживания источников информации и требуемой точности.

При **статистическом обогащении** осуществляют накопление статистических данных и обработку выборок из генеральных совокупностей накопленных данных.

Семантическое обогащение означает минимизацию логической формы, исчислений и высказываний, выделение и классификацию понятий, содержания информации, переход от частных понятий к более общим. В итоге семантического обогащения удастся обобщенно представить обрабатываемую либо передаваемую информацию и устранить логическую противоречивость в ней.

Прагматическое обогащение является важной ступенью при использовании информации для принятия решения, при котором из полученной информации отбирается наиболее ценная, отвечающая целям и задачам пользователя.

4.2. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Основным физическим способом реализации операции транспортировки является использование локальных сетей и сетей передачи данных. При разработке и использовании сетей для обеспечения совместимости используется ряд стандартов, объединенных в семиуровневую модель открытых систем, принятую во всем мире и определяющую правила взаимодействия компонентов сети на данном уровне (протокол уровня) и правила взаимодействия компонентов различных уровней (межуровневый интерфейс) [4, 36]. Ме-

ждународные стандарты в области сетевого информационного обмена нашли отражение в эталонной семиуровневой модели, известной как модель OSI (Open System Intercongtction — связь открытых систем) (рис. 4.3). Данная модель разработана международной организацией по стандартизации (International Standards Organization — ISO). Большинство производителей сетевых программно-аппаратных средств стремятся придерживаться модели OSI. Но в целом добиться полной совместимости пока не удастся.

Физический уровень реализует физическое управление и относится к физической цепи, например телефонной, по которой передается информация. На этом уровне модель OSI определяет физические, электрические, функциональные и процедурные характеристики цепей связи, а также требования к сетевым адаптерам и модемам.

Канальный уровень. На этом уровне осуществляется управление звеном сети (каналом) и реализуется пересылка блоков (совокупности битов) информации по физическому звену. Осуществляет такие процедуры управления, как определение начала и конца блока, обнаружение ошибок передачи, адресация сообщений и др. Канальный уровень определяет правила совместного использования сетевых аппаратных средств компьютерами сети.

Сетевой уровень относится к виртуальной (воображаемой) цепи, которая не обязана существовать физически. С помощью интерфейса, обеспечиваемого этим уровнем, удается «спрятать» сложности управления передачей на физическом уровне. Программные средства данного уровня обеспечивают определение маршрута передачи пакетов в сети. Маршрутизаторы, обеспечивающие поиск оптимального маршрута на основе анализа адресной информации, функционируют на сетевом уровне модели OSI. В качестве простейшего маршрутизирующего устройства между сегментами сети



Р и с. 4.3. Связь открытых систем

или различными локальными сетями может выступать и устройство, функционирующее на более низком канальном уровне модели OSI, называемое мостом.

Транспортный уровень. Первые три уровня образуют общую сеть, в которой коллективно могут работать многие пользователи. На транспортном уровне контролируется очередность пакетов сообщений и их принадлежность. Таким образом, в процессе обмена между компьютерами поддерживается виртуальная связь, аналогичная телефонной коммутации.

Сеансовый уровень. В некоторых случаях трудно организовать процесс взаимодействия между пользователями из-за обилия способов такого взаимодействия. Для устранения этих трудностей на данном уровне координируются и стандартизируются процессы установления сеанса, управления передачей и приемом пакетов сообщений, завершения сеанса. На сеансовом уровне между компьютерами устанавливается и завершается виртуальная связь по такому же принципу, как при голосовой телефонной связи.

Управление представлением. Программные средства этого уровня выполняют преобразования данных из внутреннего формата передающего компьютера во внутренний формат компьютера-получателя, если эти форматы отличаются друг от друга (например, IBM PC и DEC). Данный уровень включает функции, относящиеся к используемому набору символов, кодированию данных и способам представления данных на экранах дисплеев или печати. Помимо конвертирования форматов на данном уровне осуществляется сжатие передаваемых данных и их распаковка.

Прикладной уровень относится к функциям, которые обеспечивают поддержку пользователю на более высоком прикладном и системном уровнях, например:

- организация доступа к общим сетевым ресурсам: информации, дисковой памяти, программным приложениям, внешним устройствам (принтерам, стримерам и др.);
- общее управление сетью (управление конфигурацией, разграничение доступа к общим ресурсам сети, восстановление работоспособности после сбоев и отказов, управление производительностью);
- передача электронных сообщений, включая электронную почту;
- организация электронных конференций;
- диалоговые функции высокого уровня.

Модель OSI представляет собой стандартизированный каркас и общие рекомендации, требования же к конкретным компонентам сетевого программного обеспечения задаются протоколами.

Протокол является стандартом в области сетевого программного обеспечения и определяет совокупность функциональных и эксплуатационных требований к какому-либо его компоненту, которых придерживаются производители этого компонента. Требования протокола могут отличаться от требований эталонной модели OSI.

Международный институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) разработал стандарты для протоколов передачи данных в локальных сетях. Эти стандарты, которые описывают методы доступа к сетевым каналам данных, получили название IEEE 802.

Протоколы сетевого взаимодействия можно классифицировать по степени близости к физической среде передачи данных. Это протоколы:

- нижнего уровня, распространяемые на канальный и физический уровни модели OSI;
- среднего уровня, распространяемые на сетевой, транспортный и сеансовый уровни OSI;
- верхнего уровня, распространяемые на уровень представления и прикладной уровень модели OSI.

При каждой реализации протоколов вышестоящих уровней используются реализации протоколов нижестоящих уровней.

Протоколы нижнего уровня OSI соответствуют уровню сетевых аппаратных средств и нижнему уровню сетевого программного обеспечения. Среди наиболее распространенных стандартов данного уровня выделим следующие [11, 12, 30]:

- стандарт NDIS (Network Driver Interface Specification — спецификация интерфейса сетевых драйверов), разработанный совместно фирмами Microsoft и 3Com;
- стандарт ODI (Open Datalink Interface — открытый интерфейс связи), разработанный совместно фирмами Novell и Apple Computer.

Данные стандарты позволяют реализовывать протоколы среднего уровня независимо от сетевых аппаратных средств и обеспечивают совместное функционирование разнотипных протоколов среднего уровня. Универсальный интерфейс канального уровня представлен на рис. 4.4. Производители сетевых аппаратных средств, как правило, разрабатывают драйверы, удовлетворяющие обоим стандартам.



Р и с. 4.4. Универсальный интерфейс канального уровня

Драйвер сетевого адаптера является последним программным компонентом перед физическим уровнем модели OSI и называется подуровнем управления доступом к среде MAC (Media Access Control). Подуровень MAC ориентирован на выполнение таких функций, как непосредственное управление доступом к передающей среде, проверке пакетов сообщений на наличие ошибок.

Подуровень LLC (Logical Link Control) считается независимым от особенностей физической передающей среды и используемых методов доступа к каналам передачи данных. Стандарты по разработке интерфейсов для связи реализаций протоколов среднего уровня модели OSI с драйверами сетевых аппаратных средств относятся прежде всего к подуровню LLC.

Протоколы среднего уровня распространяются на сетевой, транспортный и сеансовый уровни эталонной модели. По типу межкомпьютерного обмена эти протоколы можно классифицировать следующим образом:

- сеансовые протоколы (протоколы виртуального соединения);
- дейтаграммные протоколы.

Сеансовые протоколы определяют организацию передачи информации между компьютерами по так называемому виртуальному каналу в три этапа:

- установление виртуального канала (установка сеанса);
- реализация непосредственного обмена информацией;
- уничтожение виртуального канала (разъединение).

В сеансовых протоколах порядок следования пакетов при передаче соответствует их исходному порядку в сообщении, а передача осуществляется с подтверждением доставки, а в случае потери отправленных пакетов они передаются повторно.

При использовании дейтаграммных протоколов пакеты сообщений передаются так называемыми дейтаграммами независимо друг от друга, поэтому порядок доставки пакетов каждого сообщения может не соответствовать их исходному порядку в сообщении. При этом пакеты сообщений передаются без подтверждения.

Таким образом, с точки зрения достоверности, сеансовые протоколы являются более предпочтительными, зато скорость передачи при использовании дейтаграммных протоколов гораздо выше.

Любой протокол среднего уровня предусматривает следующие этапы реализации межкомпьютерного обмена:

- инициализация связи;
- непосредственный информационный обмен;
- завершение обмена.

Наиболее часто используемыми наборами протоколов среднего уровня являются следующие:

- набор протоколов SPX/IPX, используемый в локальных сетях, функционирующих под управлением сетевой операционной системы NetWare;

- протоколы NetBIOS и NetBEUI, поддерживаемые большинством сетевых операционных систем и используемые только в локальных сетях;

- протоколы TCP/IP, являющиеся стандартом для глобальной сети Internet, используемые в локальных сетях и поддерживаемые большинством сетевых операционных систем.

Набор протоколов SPX/IPX используется в сетевой операционной системе NetWare фирмы Novell.

Протокол IPX (Internetwork Packet Exchange — межсетевой обмен пакетами) является дейтаграммным протоколом и соответствует сетевому уровню эталонной модели. Применяется для выполнения функций адресации при обмене пакетами сообщений.

Протокол SPX (Sequenced Packet Exchange — последовательный обмен пакетами) является сеансовым протоколом и соответствует транспортному и сеансовому уровням эталонной модели. По степени близости к самому низкому уровню эталонной модели протокол SPX находится над протоколом IPX и использует этот протокол.

Драйвер, реализующий протокол SPX использует в процессе своей работы драйвер, реализующий протокол IPX. Протокол IPX является более быстродействующим, чем протокол SPX.

Важным недостатком протоколов SPX и IPX является несовместимость с протоколами TCP/IP, используемыми в глобальной сети Интернет. Для подключения локальной сети NetWare к Интернету используется один из следующих способов:

- непосредственная инсталляция на каждом сетевом компьютере драйверов, реализующих набор протоколов TCP/IP;
- подключение локальной сети к Интернету через шлюз IPX-IP.

Протоколы NetBIOS и NetBEUI разработаны фирмой IBM и предназначены только для локальных компьютерных сетей.

Протокол NetBIOS (Network Basic Input/Output System — базовая система ввода-вывода) соответствует сетевому, транспортному и сеансовому уровням эталонной модели. Реализация данного протокола обеспечивает прикладной интерфейс, используемый для создания сетевых программных приложений.

Протокол NetBEUI (Extended User Interface NetBIOS — расширенный пользовательский интерфейс NetBIOS) является модификацией предыдущего протокола и распространяется только на сетевой и транспортный уровни.

Реализации протоколов NetBIOS и NetBEUI обеспечивают решение следующих задач: поддержка имен, поддержка сеансового и дейтаграммного взаимодействия, получение информации о состоянии сети.

Достоинства протоколов NetBIOS и NetBEUI: удобная адресация, высокая производительность, самонастройка и хорошая защита от ошибок, экономное использование оперативной памяти.

Недостатки NetBIOS и NetBEUI связаны с отношением к глобальным сетям: отсутствие поддержки функций маршрутизации и низкая производительность.

Семейство протоколов TCP/IP было разработано для объединения различных компьютерных сетей в одну глобальную сеть, получившую название Интернет.

Семейство протоколов TCP/IP включает протоколы, относящиеся как к средним, так и другим уровням модели OSI:

- прикладной уровень и уровень представления — протокол передачи файлов (FTP), протоколы электронной почты (SMTP, POP3, IMAP4), протоколы удаленного доступа (SLIP, PPP, Telnet), протокол сетевой файловой системы (NFS), протокол управления сетями (SNMP), протокол передачи гипертекста (HTTP) и др.;
- сеансовый и транспортные уровни — протоколы TCP и UDP;
- сетевой уровень — протоколы IP, ICMP, IGMP;
- канальный уровень — протоколы ARP, RARP.

Дейтаграммный протокол IP (Internet Protocol) является основным для сетевого уровня и обеспечивает маршрутизацию передаваемых пакетов сообщений.

Протокол ICMP (Internet Control Message Protocol) отвечает за обмен сообщениями об ошибках и другой важной информацией с программными средствами сетевого уровня на другом компьютере, маршрутизаторе или шлюзе.

Протокол IGMP (Internet Management Protocol) используется для отправки IP-пакетов множеству компьютеров в сети.

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) является протоколом сетевого уровня и обеспечивает надежную передачу данных между двумя компьютерами путем организации виртуального канала обмена и использования его для передачи больших массивов данных.

Протокол UDP (User Datagram Protocol) реализует гораздо более простой сервис передачи, обеспечивая надежную доставку данных без установления логического соединения.

Протоколы верхнего уровня соответствуют уровню пользователей и прикладных программ и распространяются на уровень представления и прикладной уровень эталонной модели сетевого взаимодействия. Наиболее распространенными являются следующие высокоуровневые протоколы:

- перенаправления запросов и обмена сообщениями (SMB, NCP);
- управления сетями (SNMP);
- сетевой файловой системы (NFS);
- вызова удаленных процедур (RPC);
- повышающие эффективность использования протоколов TCP/IP среднего уровня (DNS, DHSP);
- удаленного доступа к компьютерным ресурсам (SLIP, PPP, Telnet);
- передачи файлов (FTP);
- передачи гипертекста (HTTP);
- электронной почты (SMTP, POP3, IMAP4);
- организации электронных конференций и системы новостей (NNTP).

Протокол SMB (Server Message Blocks — блоки серверных сообщений), разработанный совместно корпорациями Microsoft, Intel и IBM, используется в сетевых операционных системах Windows NT, Lan Manager, LAN Server. Данный протокол определяет серии команд, используемых для передачи информации между сетевыми компьютерами.

Протокол NCP (NetWare Core Protocol — протокол ядра NetWare) разработан фирмой Novell и используется в сетевых ОС NetWare.

Протокол SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол управления сетью) осуществляет гибкое и полное управление сетью, при этом предполагается выполнение администратором следующих функций: управление конфигурацией, доступом к общим сетевым ресурсам, производительностью, подготовкой к восстановлению, восстановлением. При этом любая из функций управления должна обеспечивать решение трех базовых задач:

- получение информации о состоянии управляемого объекта;
- анализ полученной информации и выработка управляющих воздействий;
- передача управляющих воздействий на исполнение.

Протокол NFS (Network File System — сетевая файловая система) предназначен для предоставления универсального интерфейса работы с файлами для различных операционных систем, сетевых архитектур и протоколов среднего уровня.

Протокол RPC (Remote Procedure Call — сервис вызова удаленных процедур) предназначен для организации межпрограммных взаимодействий для сети «клиент—сервер» и обеспечивает связь между процессами-клиентами и процессами-серверами, реализованными на разных компьютерах сети.

Протокол DNS (Domain Name System — система доменных имен) предназначен для установления соответствия между смысловыми символьными именами и IP — адресами компьютеров.

Протокол DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамической конфигурации компьютеров) позволяет автоматически назначать IP-адреса подключаемых к сети компьютеров и изменять их при перемещении из одной подсети в другую.

Протокол SLIP (Serial Line Internet Protocol — протокол Интернета последовательного соединения) обеспечивает работу протоколов TCP/IP при коммутируемом телефонном соединении.

Протокол PPP (Point-to-Point Protocol — протокол «точка-точка») обеспечивает установление соединения и реализацию непосредственного обмена информацией, а также по сравнению со SLIP позволяет решать следующие задачи:

- конфигурация и проверка качества связи;
- подтверждение подлинности (аутентификация) удаленного пользователя;

- динамическое присвоение адресов IP и управление этими адресами;
- обнаружение и коррекция ошибок и др.

Протокол PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol — туннельный протокол «точка-точка») ориентирован на поддержку мультипротокольных виртуальных частных сетей (Virtual Private Networks — VPN) и предоставляет возможность удаленным пользователям иметь безопасный доступ к корпоративным сетям по Интернету.

Протокол Telnet является общепризнанным стандартом удаленного дистанционного управления в Интернете, позволяющим в режиме командной строки запускать и выполнять программы на компьютере, с которым установлено удаленное соединение.

4.3. ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Обработка информации состоит в получении одних «информационных объектов» из других «информационных объектов» путем выполнения некоторых алгоритмов и является одной из основных операций, осуществляемых над информацией, и главным средством увеличения ее объема и разнообразия.

На самом верхнем уровне можно выделить числовую и нечисловую обработку. В указанные виды обработки вкладывается различная трактовка содержания понятия «данные». При числовой обработке используются такие объекты, как переменные, векторы, матрицы, многомерные массивы, константы и т.д. При нечисловой обработке объектами могут быть файлы, записи, поля, иерархии, сети, отношения и т.д. Другое отличие заключается в том, что при числовой обработке содержание данных не имеет большого значения, в то время как при нечисловой обработке нас интересуют непосредственные сведения об объектах, а не их совокупность в целом.

С точки зрения реализации на основе современных достижений вычислительной техники выделяют следующие виды обработки информации:

- последовательная обработка, применяемая в традиционной фоннеймановской архитектуре ЭВМ, располагающей одним процессором;
- параллельная обработка, применяемая при наличии нескольких процессоров в ЭВМ;

- конвейерная обработка, связанная с использованием в архитектуре ЭВМ одних и тех же ресурсов для решения разных задач, причем если эти задачи тождественны, то это последовательный конвейер, если задачи одинаковые — векторный конвейер.

Принято относить существующие архитектуры ЭВМ с точки зрения обработки информации к одному из следующих классов [35].

Архитектуры с одиночным потоком команд и данных (SISD). К этому классу относятся традиционные фоннеймановские однопроцессорные системы, где имеется центральный процессор, работающий с парами «атрибут — значение».

Архитектуры с одиночными потоками команд и данных (SIMD). Особенностью данного класса является наличие одного (центрального) контроллера, управляющего рядом одинаковых процессоров. В зависимости от возможностей контроллера и процессорных элементов, числа процессоров, организации режима поиска и характеристик маршрутных и выравнивающих сетей выделяют:

- матричные процессоры, используемые для решения векторных и матричных задач;
- ассоциативные процессоры, применяемые для решения нечисловых задач и использующие память, в которой можно обращаться непосредственно к информации, хранящейся в ней;
- процессорные ансамбли, применяемые для числовой и нечисловой обработки;
- конвейерные и векторные процессоры.

Архитектуры с множественным потоком команд и одиночным потоком данных (MISD). К этому классу могут быть отнесены конвейерные процессоры.

Архитектуры с множественным потоком команд и множественным потоком данных (MIMD). К этому классу могут быть отнесены следующие конфигурации: мультипроцессорные системы, системы с мультитемной обработкой, вычислительные системы из многих машин, вычислительные сети.

Основные процедуры обработки данных представлены на рис. 4.5.

Создание данных, как процесс обработки, предусматривает их образование в результате выполнения некоторого алгоритма и дальнейшее использование для преобразований на более высоком уровне.

Модификация данных связана с отображением изменений в реальной предметной области, осуществляемых путем включения новых данных и удаления ненужных.



Р и с. 4.5 Основные процедуры обработки данных

Контроль, безопасность и целостность направлены на адекватное отображение реального состояния предметной области в информационной модели и обеспечивают защиту информации от несанкционированного доступа (безопасность) и от сбоев и повреждений технических и программных средств.

Поиск информации, хранимой в памяти компьютера, осуществляется как самостоятельное действие при выполнении ответов на различные запросы и как вспомогательная операция при обработке информации.

Поддержка принятия решения является наиболее важным действием, выполняемым при обработке информации. Широкая альтернатива принимаемых решений приводит к необходимости использования разнообразных математических моделей [32, 33].

Создание документов, сводок, отчетов заключается в преобразовании информации в формы, пригодные для чтения как человеком, так и компьютером. С этим действием связаны и такие операции, как обработка, считывание, сканирование и сортировка документов.

При преобразовании информации осуществляется ее перевод из одной формы представления или существования в другую, что определяется потребностями, возникающими в процессе реализации информационных технологий.

Реализация всех действий, выполняемых в процессе обработки информации, осуществляется с помощью разнообразных программных средств.

Наиболее распространенной областью применения технологической операции обработки информации является принятие решений.

В зависимости от степени информированности о состоянии управляемого процесса, полноты и точности моделей объекта и системы управления, взаимодействия с окружающей средой, процесс принятия решения протекает в различных условиях:

1. Принятие решений в условиях определенности. В этой задаче модели объекта и системы управления считаются заданными, а влияние внешней среды — несущественным. Поэтому между выбранной стратегией использования ресурсов и конечным результатом существует однозначная связь, откуда следует, что в условиях определенности достаточно использовать решающее правило для оценки полезности вариантов решений, принимая в качестве оптимального то, которое приводит к наибольшему эффекту. Если таких стратегий несколько, то все они считаются эквивалентными. Для поиска решений в условиях определенности используют методы математического программирования.

2. Принятие решений в условиях риска. В отличие от предыдущего случая для принятия решений в условиях риска необходимо учитывать влияние внешней среды, которое не поддается точному прогнозу, а известно только вероятностное распределение ее состояний. В этих условиях использование одной и той же стратегии может привести к различным исходам, вероятности появления которых считаются заданными или могут быть определены. Оценку и выбор стратегий проводят с помощью решающего правила, учитывающего вероятность достижения конечного результата.

3. Принятие решений в условиях неопределенности. Как и в предыдущей задаче между выбором стратегии и конечным результатом отсутствует однозначная связь. Кроме того, неизвестны также значения вероятностей появления конечных результатов, которые либо не могут быть определены, либо не имеют в контексте содержательного смысла. Каждой паре «стратегия — конечный результат» соответствует некоторая внешняя оценка в виде выигрыша. Наиболее распространенным является использование критерия получения максимального гарантированного выигрыша.

4. Принятие решений в условиях многокритериальности. В любой из перечисленных выше задач многокритериальность возникает в случае наличия нескольких самостоятельных, не сводимых одна к другой целей. Наличие большого числа решений усложняет оценку и выбор оптимальной стратегии. Одним из возможных путей решения является использование методов моделирования.

Решение задач с помощью искусственного интеллекта заключается в сокращении перебора вариантов при поиске решения, при этом программы реализуют те же принципы, которыми пользуется в процессе мышления человек.

Экспертная система пользуется знаниями, которыми она обладает в своей узкой области, чтобы ограничить поиск на пути к решению задачи путем постепенного сужения круга вариантов.

Для решения задач в экспертных системах используют:

- метод логического вывода, основанный на технике доказательств, называемой резолюцией и использующей опровержение отрицания (доказательство «от противного»);

- метод структурной индукции, основанный на построении дерева принятия решений для определения объектов из большого числа данных на входе;

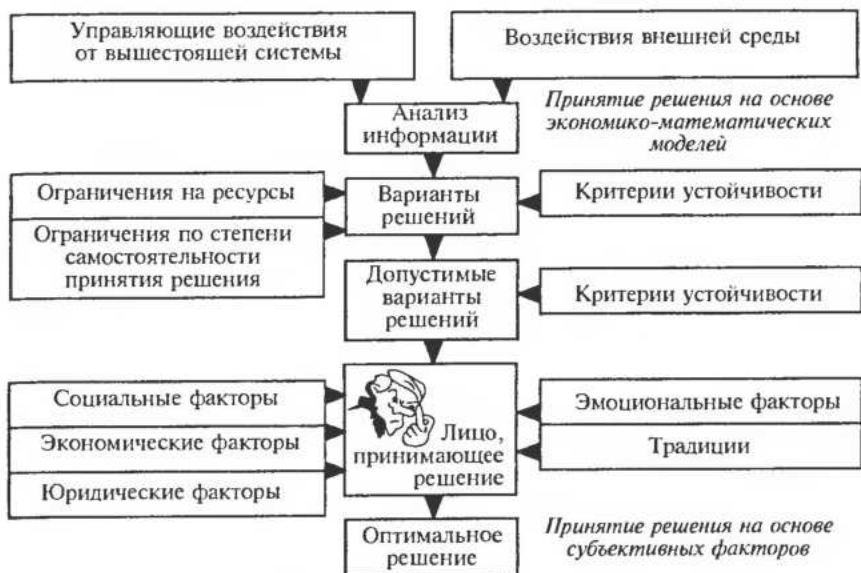
- метод эвристических правил, основанных на использовании опыта экспертов, а не на абстрактных правилах формальной логики;

- метод машинной аналогии, основанный на представлении информации о сравниваемых объектах в удобном виде, например, в виде структур данных, называемых фреймами.

Источники «интеллекта», проявляющегося при решении задачи, могут оказаться бесполезными либо полезными или экономичными в зависимости от определенных свойств области, в которой поставлена задача. Исходя из этого, может быть осуществлен выбор метода построения экспертной системы или использования готового программного продукта.

Процесс выработки решения на основе первичных данных, схема которого представлена на рис. 4.6, можно разбить на два этапа: выработка допустимых вариантов решений путем математической формализации с использованием разнообразных моделей и выбор оптимального решения на основе субъективных факторов.

Информационные потребности лиц, принимающих решение, во многих случаях ориентированы на интегральные технико-экономические показатели, которые могут быть получены в результате обработки первичных данных, отражающих текущую деятельность предприятия. Анализируя функциональные взаимосвязи между итоговыми и первичными данными, можно построить так называемую информационную схему, которая отражает процессы агрегирования информации. Первичные данные, как правило, чрезвычайно разнообразны, интенсивность их поступления высока, а общий объем на интересующем интервале велик. С другой стороны состав интегральных показателей относительно мал, а требуемый



Р и с. 4.6. Процесс выработки решения на основе первичных данных

период их актуализации может быть значительно короче периода изменения первичных данных — аргументов.

Для поддержки принятия решений обязательным является наличие следующих компонент:

- обобщающего анализа;
- прогнозирования;
- ситуационного моделирования.

В настоящее время принято выделять два типа информационных систем поддержки принятия решений.

Системы поддержки принятия решений DSS (Decision Support System) осуществляют отбор и анализ данных по различным характеристикам и включают средства:

- доступа к базам данных;
- извлечения данных из разнородных источников;
- моделирования правил и стратегии деловой деятельности;
- деловой графики для представления результатов анализа;
- анализа «если что»;
- искусственного интеллекта на уровне экспертных систем.

Системы оперативной аналитической обработки OLAP (OnLine Analysis Processing) для принятия решений используют следующие средства:

- мощную многопроцессорную вычислительную технику в виде специальных OLAP-серверов;

- специальные методы многомерного анализа;

- специальные хранилища данных Data Warehouse.

Реализация процесса принятия решений заключается в построении информационных приложений. Выделим в информационном приложении типовые функциональные компоненты, достаточные для формирования любого приложения на основе БД [2].

PS (Presentation Services) — средства представления. Обеспечиваются устройствами, принимающими ввод от пользователя и отображающими то, что сообщает ему компонент логики представления PL, плюс соответствующая программная поддержка. Может быть текстовым терминалом или X-терминалом, а также персональным компьютером или рабочей станцией в режиме программной эмуляции терминала или X-терминала.

PL (Presentation Logic) — логика представления. Управляет взаимодействием между пользователем и ЭВМ. Обрабатывает действия пользователя по выбору альтернативы меню, по нажатию кнопки или выбору элемента из списка.

BL (Business or Application Logic) — прикладная логика. Набор правил для принятия решений, вычислений и операций, которые должно выполнить приложение.

DL (Data Logic) — логика управления данными. Операции с базой данных (SQL-операторы SELECT, UPDATE и INSERT), которые нужно выполнить для реализации прикладной логики управления данными.

DS (Data Services) — операции с базой данных. Действия СУБД, вызываемые для выполнения логики управления данными, такие как манипулирование данными, определения данных, фиксация или откат транзакций и т.п. СУБД обычно компилирует SQL-приложения.

FS (File Services) — файловые операции. Дисковые операции чтения и записи данных для СУБД и других компонент. Обычно являются функциями ОС.

Среди средств разработки информационных приложений можно выделить следующие основные группы:

- традиционные системы программирования;
- инструменты для создания файл-серверных приложений;
- средства разработки приложений «клиент—сервер»;
- средства автоматизации делопроизводства и документооборота;
- средства разработки Интернет/Инtranет-приложений;
- средства автоматизации проектирования приложений.

4.4. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Хранение и накопление являются одними из основных действий, осуществляемых над информацией и главным средством обеспечения ее доступности в течение некоторого промежутка времени. В настоящее время определяющим направлением реализации этой операции является концепция базы данных, склада (хранилища) данных.

База данных может быть определена как совокупность взаимосвязанных данных, используемых несколькими пользователями и хранящихся с регулируемой избыточностью. Хранимые данные не зависят от программ пользователей, для модификации и внесения изменений применяется общий управляющий метод.

Банк данных — система, представляющая определенные услуги по хранению и поиску данных определенной группе пользователей по определенной тематике.

Система баз данных — совокупность управляющей системы, прикладного программного обеспечения, базы данных, операционной системы и технических средств, обеспечивающих информационное обслуживание пользователей.

Хранилище данных (ХД) — используют также термины Data Warehouse, «склад данных», «информационное хранилище») — это база, хранящая данные, агрегированные по многим измерениям. Основные отличия ХД от БД: агрегирование данных; данные из ХД никогда не удаляются; пополнение ХД происходит на периодической основе; формирование новых агрегатов данных, зависящих от старых — автоматическое; доступ к ХД осуществляется на основе многомерного куба или гиперкуба.

Альтернативой хранилищу данных является концепция витрин данных (Data Mart). **Витрины данных** — множество тематических БД, содержащих информацию, относящуюся к отдельным информационным аспектам предметной области.

Еще одним важным направлением развития баз данных являются репозитории. Репозиторий, в упрощенном виде, можно рассматривать просто как базу данных, предназначенную для хранения не пользовательских, а системных данных. Технология репозитариев проистекает из словарей данных, которые по мере обогащения новыми функциями и возможностями приобретали черты инструмента для управления метаданными.

Каждый из участников действия (пользователь, группа пользователей, «физическая память») имеет свое представление об информации.

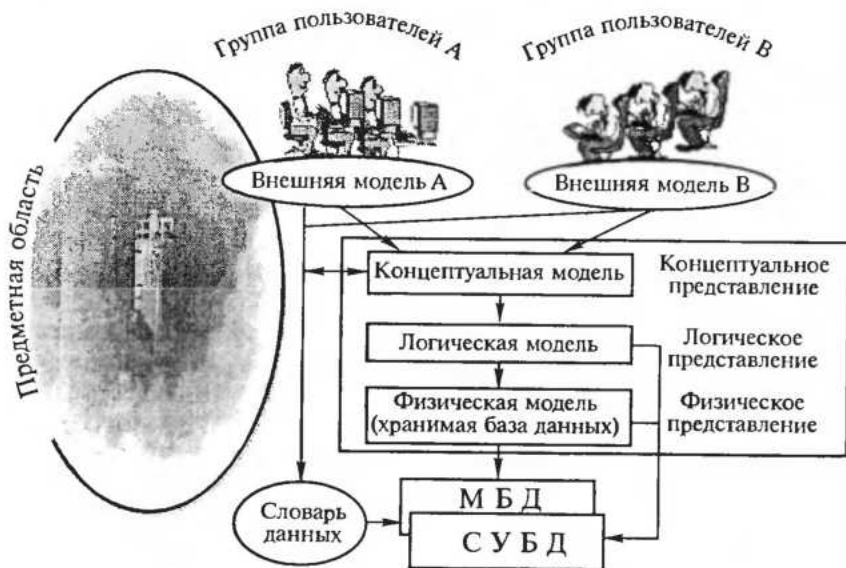
По отношению к пользователям применяют трехуровневое представление для описания предметной области: концептуальное, логическое и внутреннее (физическое) (рис. 4.7).

Концептуальный уровень связан с частным представлением данных группы пользователей в виде внешней схемы, объединяемых общностью используемой информации. Каждый конкретный пользователь работает с частью БД и представляет ее в виде внешней модели. Этот уровень характеризуется разнообразием используемых моделей (модель «сущность—связь», ER-модель, модель Чена), бинарные и инфологические модели, семантические сети). На рис. 4.8 представлен фрагмент предметной базы данных «Сбыт» и одно из возможных его концептуальных представлений, которое отражает не только объекты и их свойства, но и взаимосвязи между ними.

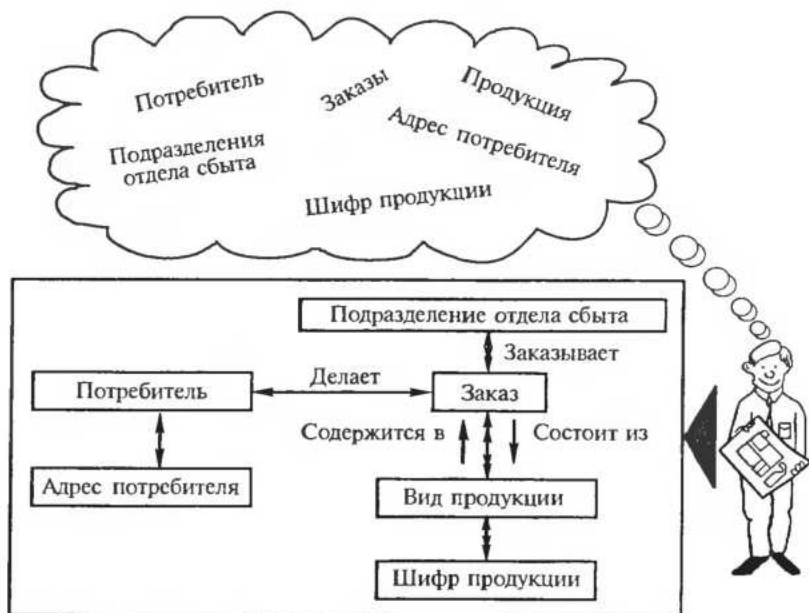
Логический уровень является обобщенным представлением данных всех пользователей в абстрактной форме. Используются три вида моделей: иерархические, сетевые и реляционные.

Сетевая модель является моделью объектов-связей, допускающей только бинарные связи «многие к одному» и использует для описания модель ориентированных графов.

Иерархическая модель является разновидностью сетевой, являющейся совокупностью деревьев (лесом).



Р и с. 4.7. Описание предметной области



Р и с. 4.8. Фрагмент предметной базы данных «Сбыт» и одно из его возможных концептуальных представлений

Реляционная модель использует представление данных в виде таблиц (реляций), в ее основе лежит математическое понятие теоретико-множественного отношения, она базируется на реляционной алгебре и теории отношений.

Представление предметной базы данных «Сбыт» на логическом уровне для различных моделей показано на рис. 4.9.

Физический (внутренний) уровень связан со способом фактического хранения данных в физической памяти ЭВМ. Во многом определяется конкретным методом управления. Основными компонентами физического уровня являются хранимые записи, объединяемые в блоки; указатели, необходимые для поиска данных; данные переполнения; промежутки между блоками; служебная информация.

По наиболее характерным признакам БД можно классифицировать следующим образом:

по способу хранения информации:

- интегрированные;
- распределенные;

по типу пользователя:



Р и с. 4.9. Представление предметной базы данных «Сбыт» на логическом уровне для различных моделей

- монопользовательские;
 - многопользовательские;
- по характеру использования данных:
- прикладные;
 - предметные.

В настоящее время при проектировании БД используют два подхода. Первый из них основан на стабильности данных, что обеспечивает наибольшую гибкость и адаптируемость к используемым приложениям. Применение такого подхода целесообразно в тех случаях, когда не предъявляются жесткие требования к эффективности функционирования (объему памяти и продолжительности поиска), существует большое число разнообразных задач с изменяемыми и непредсказуемыми запросами.

Второй подход базируется на стабильности процедур запросов к БД и является предпочтительным при жестких требованиях к эффективности функционирования, особенно это касается быстродействия.

Другим важным аспектом проектирования БД является проблема интеграции и распределения данных. Господствовавшая до недавнего времени концепция интеграции данных при резком увеличении их объема, оказалась несостоятельной. Этот факт, а также увеличение объемов памяти внешних запоминающих устройств при их удешевле-

нии, широкое внедрение сетей передачи данных способствовало внедрению распределенных БД. Распределение данных по месту их использования может осуществляться различными способами:

1. **Копируемые данные.** Одинаковые копии данных хранятся в различных местах использования, так как это дешевле передачи данных. Модификация данных контролируется централизованно;

2. **Подмножество данных.** Группы данных, совместимые с исходной базой данных, хранятся отдельно для местной обработки;

3. **Реорганизованные данные.** Данные в системе интегрируются при передаче на более высокий уровень;

4. **Секционированные данные.** На различных объектах используются одинаковые структуры, но хранятся разные данные;

5. **Данные с отдельной подсхемой.** На различных объектах используются различные структуры данных, объединяемые в интегрированную систему;

6. **Несовместимые данные.** Независимые базы данных, спроектированные без координации, требующие объединения.

Важное влияние на процесс создания БД оказывает внутреннее содержание информации. Существует два направления:

- прикладные БД, ориентированные на конкретные приложения, например, может быть создана БД для учета и контроля поступления материалов;

- предметные БД, ориентированные на конкретный класс данных, например, предметная БД «Материалы», которая может быть использована для различных приложений.

Конкретная реализация системы баз данных с одной стороны определяется спецификой данных предметной области, отраженной в концептуальной модели, а с другой стороны типом конкретной СУБД (МБД), устанавливающей логическую и физическую организацию.

Для работы с БД используется специальный обобщенный инструментарий в виде СУБД (МБД), предназначенный для управления БД и обеспечения интерфейса пользователя.

Основные стандарты СУБД:

- независимость данных на концептуальном, логическом, физическом уровнях;

- универсальность (по отношению к концептуальному и логическому уровням, типу ЭВМ);

- совместимость, избыточность;

- безопасность и целостность данных;

- актуальность и управляемость.

Существуют два основных направления реализации СУБД: программное и аппаратное.

Программная реализация (в дальнейшем СУБД) представляет собой набор программных модулей, работает под управлением конкретной ОС и выполняет следующие функции:

- описание данных на концептуальном и логическом уровнях;
- загрузку данных;
- хранение данных;
- поиск и ответ на запрос (транзакцию);
- внесение изменений;
- обеспечение безопасности и целостности.

Обеспечивает пользователя следующими языковыми средствами:

- языком описания данных (ЯОД);
- языком манипулирования данными (ЯМД);
- прикладным (встроенным) языком данных (ПЯД, ВЯД).

Аппаратная реализация предусматривает использование так называемых машин баз данных (МБД). Их появление вызвано возросшими объемами информации и требованиями к скорости доступа. Слово «машина» в термине МБД означает вспомогательный периферийный процессор. Термин «компьютер БД» — автономный процессор баз данных или процессор, поддерживающий СУБД. Основные направления МБД:

- параллельная обработка;
- распределенная логика;
- ассоциативные ЗУ;
- конвейерные ЗУ;
- фильтры данных и др.

На рис. 4.10 представлена совокупность процедур проектирования БД, которые можно объединить в четыре этапа. На этапе *формулирования и анализа требований* устанавливаются цели организации, определяются требования к БД. Эти требования документируются в форме, доступной конечному пользователю и проектировщику БД. Обычно при этом используется методика интервьюирования персонала различных уровней управления.

Этап *концептуального проектирования* заключается в описании и синтезе информационных требований пользователей в первоначальный проект БД. Результатом этого этапа является высокоуровневое представление информационных требований пользователей на основе различных подходов.



Р и с. 4.10. Совокупность процедур проектирования БД

В процессе *логического проектирования* высокоуровневое представление данных преобразуется в структуру используемой СУБД. Полученная логическая структура БД может быть оценена количественно с помощью различных характеристик (число обращений к логическим записям, объем данных в каждом приложении, общий объем данных и т.д.). На основе этих оценок логическая структура может быть усовершенствована с целью достижения большей эффективности.

На этапе *физического проектирования* решаются вопросы, связанные с производительностью системы, определяются структуры хранения данных и методы доступа.

Весь процесс проектирования БД является итеративным, при этом каждый этап рассматривается как совокупность итеративных процедур, в результате выполнения которых получают соответствующую модель.

Взаимодействие между этапами проектирования и словарной системой необходимо рассматривать отдельно. Процедуры проектирования могут использоваться независимо в случае отсутствия словарной системы. Сама словарная система может рассматриваться как элемент автоматизации проектирования.

Этап расчленения БД связан с разбиением ее на разделы и синтезом различных приложений на основе модели. Основными факторами, определяющими методику расчленения, помимо указанных на рис. 4.10 являются: размер каждого раздела (допустимые размеры); модели и частоты использования приложений; структурная совместимость; факторы производительности БД. Связь между разделом БД и приложениями характеризуется идентификатором типа приложения, идентификатором узла сети, частотой использования приложения и его моделью.

Модели приложений могут быть классифицированы следующим образом:

1. Приложения, использующие единственный файл;
2. Приложения, использующие несколько файлов, в том числе:
 - допускающие независимую параллельную обработку;
 - допускающие синхронизированную обработку.

Сложность реализации этапа размещения БД определяется многовариантностью. Поэтому на практике рекомендуется в первую очередь рассмотреть возможность использования определенных допущений, упрощающих функции СУБД, например, допустимость временного рассогласования БД, осуществление процедуры обновления БД из одного узла и др. Такие допущения оказывают большое влияние на выбор СУБД и рассматриваемую фазу проектирования.

Средства проектирования и оценочные критерии используются на всех стадиях разработки. Любой метод проектирования (аналитический, эвристический, процедурный), реализованный в виде программы, становится инструментальным средством проектирования, практически не подверженным влиянию стиля проектирования.

В настоящее время неопределенность при выборе критериев является наиболее слабым местом в проектировании БД. Это связано с трудностью описания и идентификации бесконечного числа альтернативных решений. При этом следует иметь в виду, что существует много признаков оптимальности, являющихся неизмеримыми, им трудно дать количественную оценку или представить их в виде целевой функции. Поэтому оценочные критерии принято делить на количественные и качественные. Наиболее часто используемые

критерии оценки БД, сгруппированные в такие категории, представлены ниже.

Количественные критерии: время, необходимое для ответа на запрос, стоимость модификации, стоимость памяти, время на создание, стоимость на реорганизацию.

Качественные критерии: гибкость, адаптивность, доступность для новых пользователей, совместимость с другими системами, возможность конвертирования в другую вычислительную среду, возможность восстановления, возможность распределения и расширения.

Трудность в оценке проектных решений связана также с различной чувствительностью и временем действия критериев. Например, критерий эффективности обычно является краткосрочным и чрезвычайно чувствительным к проводимым изменениям, а такие понятия, как адаптируемость и конвертируемость, проявляются на длительных временных интервалах и менее чувствительны к воздействию внешней среды.

Предназначение склада данных — информационная поддержка принятия решений, а не оперативная обработка данных. Потому база данных и склад данных не являются одинаковыми понятиями. Архитектура ХД представлена на рис. 4.11.

Основные принципы организации хранилищ данных следующие [44,45].



Р и с. 4.11. Архитектура ХД

1. Предметная ориентация. В оперативной базе данных обычно поддерживается несколько предметных областей, каждая из которых может послужить источником данных для ХД. Например, для магазина, торгующего видео- и музыкальной продукцией, интерес представляют следующие предметные области: клиенты, видеокассеты, CD-диски и аудиокассеты, сотрудники, поставщики. Явно прослеживается аналогия между предметными областями ХД и классами объектов в объектно-ориентированных базах данных. Это говорит о возможности применения методов проектирования, применяемых в объектно-ориентированных СУБД.

2. Средства интеграции. Приведение разных представлений одних и тех же сущностей к некоторому общему типу.

3. Постоянство данных. В ХД не поддерживаются операции модификации в смысле традиционных баз данных. В ХД поддерживается модель «массовых загрузок» данных, осуществляемых в заданные моменты времени по установленным правилам в отличие от традиционной модели индивидуальных модификаций.

4. Хронология данных. Благодаря средствам интеграции реализуется определенный хронологический временной аспект, присущий содержимому ХД.

Основные функции репозитариев:

- парадигма включения/выключения и некоторые формальные процедуры для объектов;
- поддержка множественных версий объектов и процедуры управления конфигурациями для объектов;
- оповещение инструментальных и рабочих систем об интересующих их событиях;
- управление контекстом и разные способы обзора объектов репозитария;
- определение потоков работ.

Рассмотрим кратко основные направления научных исследований в области баз данных:

- развитие теории реляционных баз данных;
- моделирование данных и разработка конкретных моделей разнообразного назначения;
- отображение моделей данных, направленных на создание методов их преобразования и конструирования коммутативных отображений, разработку архитектурных аспектов отображения моделей данных и спецификаций определения отображений для конкретных моделей данных;

- создание СУБД с мультимодельным внешним уровнем, обеспечивающих возможности отображения широко распространенных моделей;

- разработка, выбор и оценка методов доступа;
- создание самоописываемых баз данных, позволяющих применять единые методы доступа для данных и метаданных;
- управление конкурентным доступом;
- развитие системы программирования баз данных и знаний, которые обеспечивали бы единую эффективную среду как для разработки приложений, так и для управления данными;
- совершенствование машины баз данных;
- разработка дедуктивных баз данных, основанных на применении аппарата математической логики и средств логического программирования, а также пространственно-временных баз данных;
- интеграция неоднородных информационных ресурсов.

4.5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ

В условиях использования информационных технологий функции распределены между человеком и техническими устройствами. При анализе деятельности человека наибольшее значение имеют эргономические (инженерно-психологические) и психологические (социально-психологические) факторы.

Эргономические факторы позволяют, во-первых, определить рациональный набор функций человека, во-вторых, обеспечить рациональное сопряжение человека с техническими средствами и информационной средой.

Психологические факторы имеют большое значение, так как внедрение информационных технологий в корне изменяет деятельность человека. Наряду с положительными моментами, связанными с рационализацией деятельности, предоставлением новых возможностей, возникают и негативные явления. Это может быть вызвано различными факторами: психологическим барьером, усложнением функций, другими субъективными факторами (условиями и организацией труда, уровнем заработной платы, результативностью труда, изменением квалификации).

При работе в среде информационных технологий человек воспринимает не сам объект, а некоторую его обобщенную информационную модель, что накладывает особые требования на совместимость пользователя с различными компонентами информационных технологий.

Важным признаком, который необходимо учитывать при разработке и внедрении информационных технологий является отношение человека к информации. Оно может быть пассивным, когда пользователю предоставляется информация по жесткому алгоритму, и активным, когда пользователь создает необходимые ему данные.

Основной задачей операции представления информации пользователю является создание эффективного интерфейса в системе «человек—компьютер». При этом осуществляется преобразование информации в форму, удобную для восприятия пользователя.

Среди существующих вариантов интерфейса в системе «человек—компьютер» можно выделить два основных типа: на основе меню («смотри и выбирай») и на основе языка команд («вспоминай и набирай») [22].

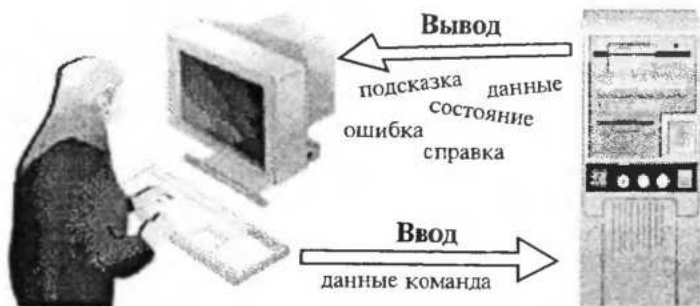
Интерфейсы типа меню облегчают взаимодействие пользователя с компьютером, так как не требуют предварительного изучения языка общения с системой. На каждом шаге диалога пользователю предъявляются все возможные в данный момент команды в виде наборов пунктов меню, из которого пользователь должен выбрать нужный. Такой способ общения удобен для начинающих и непрофессиональных пользователей.

Интерфейс на основе языка команд требует знания пользователем синтаксиса языка общения с компьютером. Достоинством командного языка является его гибкость и мощность.

Указанные два способа реализации интерфейса представляют собой крайние случаи, между которыми возможно существование различных промежуточных вариантов. Составные части интерфейса представлены на рис. 4.12.

Технология представления информации должна давать дополнительные возможности для понимания данных пользователями, поэтому целесообразно использование графики, диаграмм, карт.

Пользовательский интерфейс целесообразно строить на основе концептуальной модели предметной области, которая представляется совокупностью взаимосвязанных объектов со своей структурой. Однако доступ к объектам и их экземплярам возможен только через систему окон различных типов. Ряд окон связан с конкретным объектом. В соответствии с этим предложением в сценарии



Р и с. 4.12. Составные части интерфейса

работы пользователя при информационном наполнении понятий предметной области выделяем две фазы:

- выбор окон;
- работа с окнами.

Для упрощения работы окна можно группировать в соответствии с функциональными потребностями. С этой целью вводится механизм разделов, который предоставляет возможность создания иерархии функционально ориентированных разделов, в каждый из которых включается необходимый набор других разделов и окон. Посредством спецификации окон для каждого из объектов возможно указать допустимые режимы работы с экземплярами и состав видимых атрибутов с режимами работы с ними. Возможно отобразить несколько разделов и несколько окон в них одновременно.

Таким образом, фаза выбора объектов должна поддерживаться следующими функциями:

- работой с общим каталогом окон в главном разделе;
- созданием нового раздела;
- удалением раздела;
- редактированием описания раздела;
- передачей определений и окон между разделами;
- движением по иерархии разделов;
- отбором разделов для работы;
- отбором окон для работы.

Позиции окон могут быть связаны с другими окнами через соответствующие команды из типового набора. По существу спецификация окон задает сценарий работы с экземплярами.

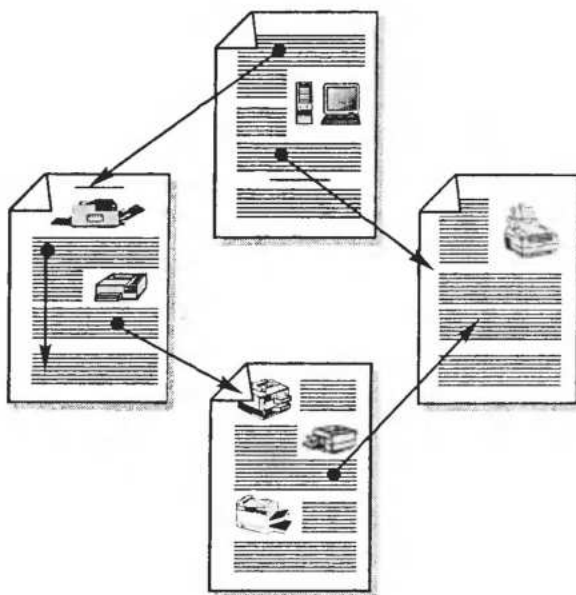
Окно — средство взаимосвязи пользователя с системой. Окно представляется как специальный объект. Проектирование пользовательского интерфейса представляет собой процесс спецификации окон.

Примером оконного интерфейса является интерфейс MS Windows, использующий метафору рабочего стола и включающий ряд понятий, близких к естественным (окна, кнопки, меню и т.д.).

Пользователь информационной системы большей частью вынужден использовать данные из самых разных источников: файлов, баз данных, электронных таблиц, электронной почты и т. д. При этом данные имеют самую различную форму: текст, таблицы, графика, аудио- и видеоданные и др. В связи с этим возникает проблема интеграции источников информации, заключающаяся в том, что, во-первых, пользователю должны предоставляться не данные, а информация в форме максимально удобной для восприятия, во-вторых, он должен использовать единственный универсальный интерфейс, позволяющий единообразно работать с подготовленной информацией. Пассивные пользователи, называемые иногда потребителями, обладают рядом специфических качеств, связанных с отсутствием времени, желания и квалификации для более глубокого изучения используемых инструментальных средств. В этом случае алгоритм общения с системой должен быть предельно простым. Другая часть пользователей требует предоставления достаточно широкого круга средств активного влияния на выполняемые информационные процессы.

Этим требованиям удовлетворяет Web-технология. Развитие средств вычислительной техники привело к ситуации, когда вместо традиционных параметров — производительность, пропускная способность, объем памяти, узким местом стал интерфейс с пользователем. Первым шагом на пути преодоления кризисной ситуации стала концепция гипертекста, впервые предложенная Теодором Хольмом Нельсоном. По своей сути гипертекст — это обычный текст, содержащий ссылки на собственные фрагменты и другие тексты (рис. 4.13).

Аналогом гипертекста можно считать книгу, оглавление которой по своей сути представляет ссылки на главы, разделы, страницы. Внутри книги содержатся ссылки на другие источники. Дальнейшее развитие гипертекст получил с появлением сети Интернет, позволившей размещать тексты на различных, территориально удаленных компьютерах. При этом требовалось дальнейшее совершенствование интерфейса, так как имеющийся не позволял представить разнообразную информацию разной природы, был ограничен и затруднен для восприятия, отсутствовал доступ множества потре-



Р и с. 4.13. Гипертекст

бителей к единому массиву структурированной информации. В результате была предложена и реализована концепция навигатора Web. Web-сервер выступает в качестве информационного концентратора, получающего информацию из разных источников и в однородном виде представляющем ее пользователю. Средства Web обеспечивают также представление информации с нужной степенью детализации с помощью Web-навигатора. Таким образом, Web — это инфраструктурный интерфейс для пользователей различных уровней.

Несомненным преимуществом Web-технологии является удобная форма предоставления информационных услуг потребителям, имеющая следующие особенности:

- информация предоставляется потребителю в виде публикаций;
- публикация может объединять информационные источники различной природы и географического расположения;
- изменения в информационных источниках мгновенно отражаются в публикациях;
- в публикациях могут содержаться ссылки на другие публикации без ограничения на местоположение и источники последних (гипертекстовые ссылки);

- потребительские качества публикаций соответствуют современным стандартам мультимедиа (доступны текст, графика, звук, видео, анимация);
- публикатор не заботится о процессе доставки информации к потребителю;
- число потенциальных потребителей информации практически не ограничено;
- публикации отражают текущую информацию, время запаздывания определяется исключительно скоростью подготовки электронного документа;
- информация, предоставленная в публикации, легко доступна благодаря гипертекстовым ссылкам и средствам контекстного поиска;
- информация легко усваивается потребителем благодаря широкому спектру изобразительных возможностей, предоставляемых Web-технологией;
- технология не предъявляет особых требований к типам и источникам информации;
- технология допускает масштабируемые решения: увеличение числа одновременно обслуживаемых потребителей не требует радикальной перестройки системы.

Контрольные вопросы

1. Какие информационные процессы являются базовыми?
2. В каких представлениях рассматривается предметная область?
3. Перечислите формы исследования данных.
4. Объясните суть декомпозиции на основе объектно-ориентированного подхода?
5. Что такое инкапсуляции, полиформизм и наследование?
6. Какие существуют методы обогащения информации?
7. Что собой представляет модель OSI?
8. Какие существуют протоколы сетевого взаимодействия?
9. Что такое драйвер?
10. Что такое дейтаграммный протокол?
11. Укажите функции, выполняемые протоколами канального уровня.
12. Какие функции выполняют протоколы среднего уровня?
13. Какие функции выполняют протоколы верхнего уровня?
14. Поясните содержание числовой и нечисловой обработки информации.
15. Охарактеризуйте виды обработки информации.
16. Какие существуют архитектуры ЭВМ с точки зрения обработки информации?
17. Определите содержание основных процедур обработки данных.
18. Поясните особенности принятия решений в различных условиях.

19. Укажите основные компоненты поддержки принятия решений.
20. Какие существуют системы поддержки принятия решений?
21. Дайте характеристику способов организации данных.
22. Укажите отличия базы данных, хранилища данных, витрины данных, репозитория.
23. Какие модели используются для описания предметной области?
24. Какие модели используются на концептуальном уровне?
25. Какие модели используются на логическом уровне?
26. Какие модели используются на физическом уровне?
27. Дайте краткую характеристику основных типов баз данных.
28. Сформулируйте подходы к проектированию баз данных?
29. Что такое СУБД и каковы ее стандарты?
30. Укажите способы реализации СУБД.
31. Опишите содержание процесса проектирования баз данных.
32. Какие существуют критерии оценки баз данных?
33. Что такое интерфейс и какова его роль в процессе представления и использования информации?
34. Какие существуют виды интерфейсов?
35. На чем основана концепция гипертекста?
36. В чем заключается концепция публикаций информации?

Глава 5

Базовые информационные технологии

Для современного общества информационная индустрия становится важнейшим экономическим фактором. Основу этой индустрии составляют базовые информационные технологии, использующие достижения различных областей экономики. Сегодня базовые информационные технологии имеют самостоятельное научное и прикладное значение, предоставляющее широкие возможности для извлечения, формализации, моделирования, систематизации, интеграции, транспортирования, обработки и применения информации и знаний. Область информационных технологий, в том числе и базовых, стала важной сферой производственной деятельности, обладающей всеми чертами промышленного производства с устойчивой динамикой роста.

Мультимедиа-технологии, геоинформационные технологии, технологии защиты информации, CASE-технологии, телекоммуникационные технологии, технологии искусственного интеллекта рассматриваются в контексте основополагающих принципов и методов их создания, иллюстрируемых обзорами существующих на рынке образцов.

5.1. МУЛЬТИМЕДИА-ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время мультимедиа-технологии являются бурно развивающейся областью информационных технологий. В этом направлении активно работает значительное число крупных и мелких фирм, технических университетов и студий (в частности IBM, Apple, Motorola, Philips, Sony, Intel и др.). Области использования чрезвычайно многообразны: интерактивные обучающие и информационные системы, САПР, развлечения и др.

Основными характерными особенностями этих технологий являются:

- объединение многокомпонентной информационной среды (текста, звука, графики, фото, видео) в однородном цифровом представлении;

- обеспечение надежного (отсутствие искажений при копировании) и долговечного хранения (гарантийный срок хранения — десятки лет) больших объемов информации;

- простота переработки информации (от рутинных до творческих операций).

Достигнутый технологический базис основан на использовании нового стандарта оптического носителя DVD (Digital Versalite/Video Disk), имеющего емкость порядка единиц и десятков гигабайт и заменяющего все предыдущие: CD-ROM, Video-CD, CD-audio. Использование DVD позволило реализовать концепцию однородности цифровой информации. Одно устройство заменяет аудиоплеер, видеомэгнитофон, CD-ROM, дисковод, слайдер и др. В плане представления информации оптический носитель DVD приближает ее к уровню виртуальной реальности.

Многокомпонентную мультимедиа-среду целесообразно разделить на три группы: аудиоряд, видеоряд, текстовая информация.

Аудиоряд может включать речь, музыку, эффекты (звуки типа шума, грома, скрипа и т.д., объединяемые обозначением WAVE (волна) [42]. Главной проблемой при использовании этой группы мультисреды является информационная емкость. Для записи одной минуты WAVE-звука высшего качества необходима память порядка 10 Мбайт, поэтому стандартный объем CD (до 640 Мбайт) позволяет записать не более часа WAVE. Для решения этой проблемы используются методы компрессии звуковой информации.

Другим направлением является использование в мультисреде звуков (одноголосая и многоголосая музыка, вплоть до оркестра, звуковые эффекты) MIDI (Musical Instrument Digitale Interface). В данном случае звуки музыкальных инструментов, звуковые эффекты синтезируются программно-управляемыми электронными синтезаторами. Коррекция и цифровая запись MIDI-звуков осуществляется с помощью музыкальных редакторов (программ-секвенсоров). Главным преимуществом MIDI является малый объем требуемой памяти — 1 минута MIDI-звука занимает в среднем 10 кбайт.

Видеоряд по сравнению с аудиорядом характеризуется большим числом элементов. Выделяют статический и динамический видеоряды.

Статический видеоряд включает графику (рисунки, интерьеры, поверхности, символы в графическом режиме) и фото (фотографии и сканированные изображения).

Динамический видеоряд представляет собой последовательность статических элементов (кадров). Можно выделить три типовых группы:

- обычное видео (life video) — последовательность фотографий (около 24 кадров в секунду);
- квазивидео — разреженная последовательность фотографий (6—12 кадров в секунду);
- анимация — последовательность рисованных изображений.

Первая проблема при реализации видеорядов — разрешающая способность экрана и число цветов. Выделяют три направления:

- стандарт VGA дает разрешение 640×480 пикселей (точек) на экране при 16 цветах или 320×200 пикселей при 256 цветах;
- стандарт SVGA (видеопамять 512 кбайт, 8 бит/пиксель) дает разрешение 640×480 пикселей при 256 цветах;
- 24-битные видеоадаптеры (видеопамять 2 Мбайт, 24 бит/пиксель) позволяют использовать 16 млн цветов.

Вторая проблема — объем памяти. Для статических изображений один полный экран требует следующие объемы памяти:

- в режиме 640×480 , 16 цветов — 150 кбайт;
- в режиме 320×200 , 256 цветов — 62,5 кбайт;
- в режиме 640×480 , 256 цветов — 300 кбайт.

Такие значительные объемы при реализации аудио- и видеорядов определяют высокие требования к носителю информации, видеопамяти и скорости передачи информации.

При размещении текстовой информации на CD-ROM нет никаких сложностей и ограничений ввиду большого информационного объема оптического диска.

Основные направления использования мультимедиа-технологий:

- электронные издания для целей образования, развлечения и др.;
- в телекоммуникациях со спектром возможных применений от просмотра заказной телепередачи и выбора нужной книги до участия в мультимедиа-конференциях. Такие разработки получили название Information Highway;
- мультимедийные информационные системы («мультимедиа-киоски»), выдающие по запросу пользователя наглядную информацию.

С точки зрения технических средств на рынке представлены как полностью укомплектованные мультимедиа-компьютеры, так и отдельные комплектующие и подсистемы (Multimedia Upgrade Kit),

включающие в себя звуковые карты, приводы компакт-дисков, джойстики, микрофоны, акустические системы.

Для персональных компьютеров класса IBM PC утвержден специальный стандарт MPC, определяющий минимальную конфигурацию аппаратных средств для воспроизведения мультимедиа-продуктов. Для оптических дисков CD-ROM разработан международный стандарт (ISO 9660).

5.2. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В настоящее время в соответствии с требованиями новых информационных технологий создаются и функционируют многие системы управления, связанные с необходимостью отображения информации на электронной карте:

- геоинформационные системы;
- системы федерального и муниципального управления;
- системы проектирования;
- системы военного назначения и т.д.

Эти системы управления регулируют деятельность технических и социальных систем, функционирующих в некотором операционном пространстве (географическом, экономическом и т.п.) с явно выраженной пространственной природой.

При решении задач социального и технического регулирования в системах управления используется масса пространственной информации: топография, гидрография, инфраструктура, коммуникации, размещение объектов.

Графическое представление какой-либо ситуации на экране компьютера подразумевает отображение различных графических образов. Сформированный на экране ЭВМ графический образ состоит из двух различных с точки зрения среды хранения частей — графической «подложки» или графического фона и других графических объектов. По отношению к этим другим графическим образам «образ-подложка» является «площадным», или пространственным двумерным изображением. Основной проблемой при реализации геоинформационных приложений является трудность формализованного описания конкретной предметной области и ее отображения на электронной карте.

Таким образом, геоинформационные технологии предназначены для широкого внедрения в практику методов и средств работы с пространственно-временными данными, представляемыми в виде

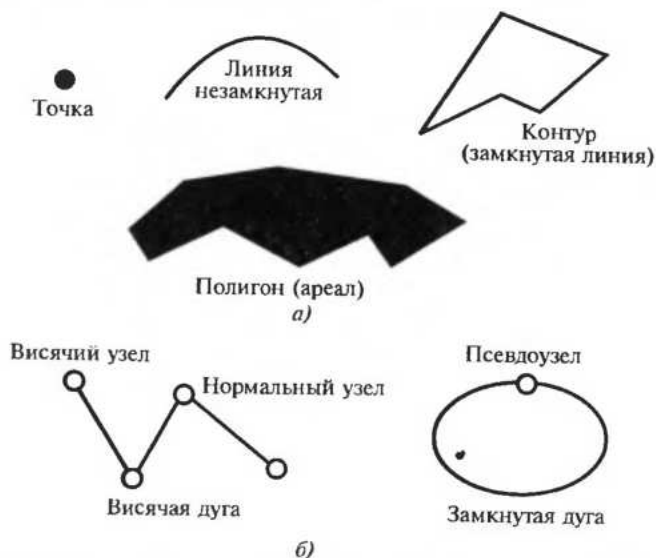
системы электронных карт, и предметно-ориентированных сред обработки разнородной информации для различных категорий пользователей.

Основным классом данных геоинформационных систем (ГИС) являются координатные данные, содержащие геометрическую информацию и отражающие пространственный аспект. Основные типы координатных данных: точка (узлы, вершины), линия (незамкнутая), контур (замкнутая линия), полигон (ареал, район). На практике для построения реальных объектов используют большее число данных (например, висячий узел, псевдоузел, нормальный узел, покрытие, слой и др.). На рис. 5.1 показаны основные из рассмотренных элементов координатных данных [29].

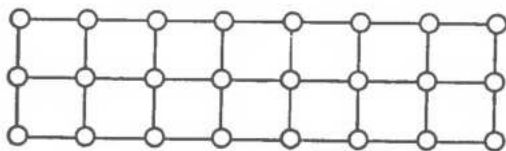
Рассмотренные типы данных имеют большее число разнообразных связей, которые можно условно разделить на три группы:

- взаимосвязи для построения сложных объектов из простых элементов;
- взаимосвязи, вычисляемые по координатам объектов;
- взаимосвязи, определяемые с помощью специального описания и семантики при вводе данных.

Основой визуального представления данных при использовании ГИС-технологий является графическая среда, основу которой составляют векторные и растровые (ячеистые) модели.



Р и с. 5.1. Основные элементы координатных (а) и векторных (б) данных



Регулярная прямоугольная решетка

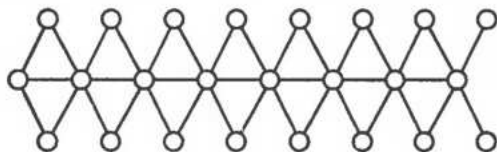
Р и с. 5.2. Мозаика — квадрат

Векторные модели основаны на представлении геометрической информации с помощью векторов, занимающих часть пространства, что требует при реализации меньшего объема памяти. Используются векторные модели в транспортных, коммунальных, маркетинговых приложениях ГИС.

В растровых моделях объект (территория) отображается в пространственные ячейки, образующие регулярную сеть. Каждой ячейке растровой модели соответствует одинаковый по размерам, но разный по характеристикам (цвет, плотность) участок поверхности. Ячейка модели характеризуется одним значением, являющимся средней характеристикой участка поверхности. Эта процедура называется пикселизацией. Растровые модели делятся на регулярные, нерегулярные и вложенные (рекурсивные или иерархические) мозаики. Плоские регулярные мозаики бывают трех типов: квадрат (рис. 5.2), треугольник (рис. 5.3) и шестиугольник.

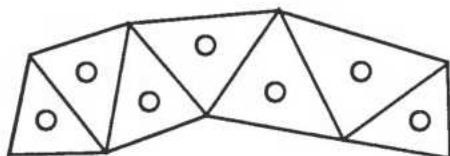
Квадратная форма удобна при обработке больших объемов информации, треугольная — для создания сферических поверхностей. В качестве нерегулярных мозаик используют треугольные сети неправильной формы (Triangulated Irregular Network — TIN) и полигоны Тиссена (рис. 5.4). Они удобны для создания цифровых моделей отметок местности по заданному набору точек.

Таким образом, векторная модель содержит информацию о местоположении объекта, а растровая о том, что расположено в той или иной точке объекта. Векторные модели относятся к бинарным или квазибинарным. Растровые позволяют отображать полутона.



Регулярная треугольная решетка

Р и с. 5.3. Мозаика — треугольник



Р и с. 5.4. Полигоны Тиссена

Основной областью использования растровых моделей является обработка аэрокосмических снимков.

Цифровая карта может быть организована в виде множества слоев (покрытий или карт подложек). Слои в ГИС представляют набор цифровых картографических моделей, построенных на основе объединения (типизации) пространственных объектов, имеющих общие функциональные признаки. Совокупность слоев образует интегрированную основу графической части ГИС. Пример слоев интегрированной ГИС представлен на рис. 5.5.

Важным моментом при проектировании ГИС является размерность модели. Применяют двухмерные модели координат (2D) и трехмерные (3D). Двухмерные модели используются при построе-



Р и с. 5.5. Пример слоев интегрированной ГИС

нии карт, а трехмерные — при моделировании геологических процессов, проектировании инженерных сооружений (плотин, водохранилищ, карьеров и др.), моделировании потоков газов и жидкостей. Существуют два типа трехмерных моделей: псевдотрехмерные, когда фиксируется третья координата и истинные трехмерные.

Большинство современных ГИС осуществляет комплексную обработку информации:

- сбор первичных данных;
- накопление и хранение информации;
- различные виды моделирования (семантическое, имитационное, геометрическое, эвристическое);
- автоматизированное проектирование;
- документационное обеспечение.

Основные области использования ГИС:

- электронные карты;
- городское хозяйство;
- государственный земельный кадастр;
- экология;
- дистанционное зондирование;
- экономика;
- специальные системы военного назначения.

В табл. 5.1 дана краткая характеристика современных отечественных и зарубежных ГИС [50].

Т а б л и ц а 5.1

№ п/п	Наименование ГИС, фирма-разработчик	Назначение	Достоинства
1	ER Mapper (ER Mapping)	Обработка больших объемов фотограмметрической информации, тематическое картографирование (геофизика, природные ресурсы, лесное хозяйство)	Точность, печать карт, визуализация трехмерного изображения, библиотека алгоритмов
2	ГеоДраф, ГеоГраф (Россия)	Построение картографической структуры с многослойным отображением данных, создание электронных атласов (городское хозяйство)	Большое количество приложений, возможность использования Borland C++, Visual Basic, Delphi
3	ArGIS, Московский ГУ геодезии и картографии (Россия)	Построение цифровых моделей рельефа с использованием аэрокосмических снимков	Использование небольшого объема вычислительных ресурсов, библиотека условных знаков

№ п/п	Наименование ГИС, фирма-разработчик	Назначение	Достоинства
4	ArcCAD, ESRI — институт исследования систем окружающей среды	Связывание карт и базы данных, пространственный анализ (инженерные и бизнес приложения, транспортные перевозки, гражданское строительство)	Использование языка высокого интеллекта AutoLISP, наличие всех стандартных средств ГИС-технологий, возможность обработки данных в AutoCAD и ArcInfo
5	ArcView, ESRI	Создание, анализ, вывод картографических данных (бизнес, наука, образование, управление, социология, демография, экология, транспорт, городское хозяйство)	Поддержка реляционных СУБД, развитая деловая графика (форма просмотра, табличная форма, форма диаграмм, создание макета), создание профессионально оформленной картографической информации, разработка собственных приложений, взаимодействие с другими приложениями
6	AtlasGIS, Strategic Mapping INC (США)	Полнофункциональная информационная картографическая система для анализа и презентаций	Легкость и гибкость программного обеспечения, настольный вариант
7	SICAD/open, Siemens Nixdorf (Германия)	Обработка геоинформационных данных по распределенной технологии	Системный продукт для рабочих станций, работа со стандартными СУБД INFORMIX и ORACLE
8	Star, Star Informatic	Интегрированная модульная среда, проектирование, анализ и оценка сетей (канализация, водо-, энерго-, теплоснабжение, связь, дороги)	Наличие тематических ориентированных модулей, приложений для управления моделями данных и построения цифровых моделей
9	Small World GIS, Small World Systems Ltd, (Великобритания)	Географическая операционная система для моделирования пространственно-связанных объектов	Полная мультиплатформность (HP, IBM, SUN, DEC)
10	CADdy, ZIEGLER Informatics GmbH	Создание кадастровых и геоинформационных систем (топографическая съемка, создание электронных топографических карт, ведение банка топографических и географических данных, представление и визуализация различных трехмерных объектов, городское хозяйство, промышленность)	Использование объектно-ориентированной технологии, развитая модульная структура, разработка пользовательских приложений с использованием Си

№ п/п	Наименование ГИС, фир-ма-разработчик	Назначение	Достоинства
11	MGE, Integrat MGE	Применение технологий САПР для задач ГИС, поддержка рабочего процесса ГИС и картографии в любой отрасли	Выбор операционной среды (MS Windows, Windows NT, DOS, UNIX), модульная структура, большой набор инструментов анализа и запросов (одновременное открытие восьми видов одной модели объекта), интерактивный пользовательский интерфейс
12	MapInfo	Поиск географических объектов, работа с базами данных, обработка данных геодезических измерений, компьютерный дизайн и подготовка к изданию картографических документов	Выбор операционной среды (MS Windows, Windows NT, DOS, UNIX), универсальность, настольный вариант
13	ArcInfo	Создание геоинформационных систем, создание и ведение земельных, лесных, геологических и других кадастров, проектирование транспортных сетей, оценка природных ресурсов	Сетевой и независимый варианты использования (для IBM PC с ограничениями), простота в эксплуатации, набор драйверов для выбора мониторов, дигитайзеров, плоттеров
14	Панорама (Россия)	Построение и обработка цифровых и электронных карт, ведение картографической и атрибутивной баз данных	Наличие специального интерфейса поиска объектов электронной карты по характеристикам базы данных, применение простых средств для реализации
15	ERDAS Imagine, ERDAS	Обработка аэрокосмических снимков	Модульная система, графический интерфейс, гипертекстовая система, простота в обучении, доступность для различных платформ

5.3. ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Наряду с позитивным влиянием на все стороны человеческой деятельности широкое внедрение информационных технологий привело к появлению новых угроз безопасности людей. Это связано с тем обстоятельством, что информация, создаваемая, хранимая и обрабатываемая средствами вычислительной техники, стала определять действия большей части людей и технических систем. В связи с этим резко возросли возможности нанесения ущерба, связанные с хищением информации, так как воздействовать на любую

систему (социальную, биологическую или техническую) с целью ее уничтожения, снижения эффективности функционирования или воровства ее ресурсов (денег, товаров, оборудования) возможно только в том случае, когда известна информация о ее структуре и принципах функционирования.

Все виды информационных угроз можно разделить на две большие группы [18]:

- отказы и нарушения работоспособности программных и технических средств;

- преднамеренные угрозы, заранее планируемые злоумышленниками для нанесения вреда.

Выделяют следующие основные группы причин сбоев и отказов в работе компьютерных систем:

- нарушения физической и логической целостности хранящихся в оперативной и внешней памяти структур данных, возникающие по причине старения или преждевременного износа их носителей;

- нарушения, возникающие в работе аппаратных средств из-за их старения или преждевременного износа;

- нарушения физической и логической целостности хранящихся в оперативной и внешней памяти структур данных, возникающие по причине некорректного использования компьютерных ресурсов;

- нарушения, возникающие в работе аппаратных средств из-за неправильного использования или повреждения, в том числе из-за неправильного использования программных средств;

- неустраненные ошибки в программных средствах, не выявленные в процессе отладки и испытаний, а также оставшиеся в аппаратных средствах после их разработки.

Помимо естественных способов выявления и своевременного устранения указанных выше причин, используют следующие специальные способы защиты информации от нарушений работоспособности компьютерных систем:

- внесение структурной, временной, информационной и функциональной избыточности компьютерных ресурсов;

- защиту от некорректного использования ресурсов компьютерной системы;

- выявление и своевременное устранение ошибок на этапах разработки программно-аппаратных средств.

Структурная избыточность компьютерных ресурсов достигается за счет резервирования аппаратных компонентов и машинных носителей данных, организации замены отказавших и своевременно пополнения резервных компонентов [19]. Структурная избыточность составляет основу остальных видов избыточности.

Внесение информационной избыточности выполняется путем периодического или постоянного (фонового) резервирования данных на основных и резервных носителях. Зарезервированные данные обеспечивают восстановление случайно или преднамеренно уничтоженной и искаженной информации. Для восстановления работоспособности компьютерной системы после появления устойчивого отказа кроме резервирования обычных данных следует дополнительно резервировать и системную информацию, а также подготавливать программные средства восстановления.

Функциональная избыточность компьютерных ресурсов достигается дублированием функций или внесением дополнительных функций в программно-аппаратные ресурсы вычислительной системы для повышения ее защищенности от сбоев и отказов, например периодическое тестирование и восстановление, а также самотестирование и самовосстановление компонентов компьютерной системы.

Защита от некорректного использования информационных ресурсов заключается в корректном функционировании программного обеспечения с позиции использования ресурсов вычислительной системы. Программа может четко и своевременно выполнять свои функции, но некорректно использовать компьютерные ресурсы из-за отсутствия всех необходимых функций (например, изолирование участков оперативной памяти для операционной системы и прикладных программ, защита системных областей на внешних носителях, поддержка целостности и непротиворечивости данных).

Выявление и устранение ошибок при разработке программно-аппаратных средств достигается путем качественного выполнения базовых стадий разработки на основе системного анализа концепции, проектирования и реализации проекта.

Однако основным видом угроз целостности и конфиденциальности информации являются преднамеренные угрозы, заранее планируемые злоумышленниками для нанесения вреда. Их можно разделить на две группы:

- угрозы, реализация которых выполняется при постоянном участии человека;

- угрозы, реализация которых после разработки злоумышленником соответствующих компьютерных программ выполняется этими программами без непосредственного участия человека.

Задачи по защите от угроз каждого вида одинаковы:

- запрещение несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем;
- невозможность несанкционированного использования компьютерных ресурсов при осуществлении доступа;
- своевременное обнаружение факта несанкционированных действий, устранение их причин и последствий.

Основным способом запрещения несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем является подтверждение подлинности пользователей и разграничение их доступа к информационным ресурсам, включающего следующие этапы:

- идентификация;
- установление подлинности (аутентификация);
- определение полномочий для последующего контроля и разграничения доступа к компьютерным ресурсам.

Идентификация необходима для указания компьютерной системе уникального идентификатора обращающегося к ней пользователя. Идентификатор может представлять собой любую последовательность символов и должен быть заранее зарегистрирован в системе администратора службы безопасности. В процессе регистрации заносится следующая информация:

- фамилия, имя, отчество (при необходимости другие характеристики пользователя);
- уникальный идентификатор пользователя;
- имя процедуры установления подлинности;
- эталонная информация для подтверждения подлинности (например, пароль);
- ограничения на используемую эталонную информацию (например, время действия пароля);
- полномочия пользователя по доступу к компьютерным ресурсам.

Установление подлинности (аутентификация) заключается в проверке истинности полномочий пользователя.

Общая схема идентификации и установления подлинности пользователя представлена на рис. 5.6 [17].

Для особо надежного опознавания при идентификации используются технические средства, определяющие индивидуальные характеристики человека (голос, отпечатки пальцев, структура зрач-



Р и с. 5.6. Общая схема идентификации и установления подлинности пользователя

ка). Однако такие методы требуют значительных затрат и поэтому используются редко. Наиболее массово используемыми являются парольные методы проверки подлинности пользователей. Пароли можно разделить на две группы: простые и динамически изменяющиеся.

Простой пароль не изменяется от сеанса к сеансу в течение установленного периода его существования.

Во втором случае пароль изменяется по правилам, определяемым используемым методом. Выделяют следующие методы реализации динамически изменяющихся паролей:

- методы модификации простых паролей. Например, случайная выборка символов пароля и одноразовое использование паролей;
- метод «запрос—ответ», основанный на предъявлении пользователю случайно выбираемых запросов из имеющегося массива;
- функциональные методы, основанные на использовании некоторой функции F с динамически изменяющимися параметрами (дата, время, день недели и др.), с помощью которой определяется пароль.

Для защиты от несанкционированного входа в компьютерную систему используются как общесистемные, так и специализированные программные средства защиты.

После идентификации и аутентификации пользователя система защиты должна определить его полномочия для последующего контроля санкционированного доступа к компьютерным ресурсам (разграничение доступа). В качестве компьютерных ресурсов рассматриваются:

- программы;
- внешняя память (файлы, каталоги, логические диски);
- информация, разграниченная по категориям в базах данных;
- оперативная память;
- время (приоритет) использования процессора;
- порты ввода-вывода;
- внешние устройства.

Различают следующие виды прав пользователей по доступу к ресурсам:

- всеобщее (полное предоставление ресурса);
- функциональное или частичное;
- временное.

Наиболее распространенными способами разграничения доступа являются:

- разграничение по спискам (пользователей или ресурсов);
- использование матрицы установления полномочий (строки матрицы — идентификаторы пользователей, столбцы — ресурсы компьютерной системы);
- разграничение по уровням секретности и категориям (например, общий доступ, конфиденциально, секретно);
- парольное разграничение.

Защита информации от исследования и копирования предполагает криптографическое закрытие защищаемых от хищения данных. Задачей криптографии является обратимое преобразование некоторого понятного исходного текста (открытого текста) в кажущуюся случайной последовательность некоторых знаков, часто называемых шифротекстом, или криптограммой. В шифре выделяют два основных элемента — алгоритм и ключ. Алгоритм шифрования представляет собой последовательность преобразований обрабатываемых данных, зависящих от ключа шифрования. Ключ задает значения некоторых параметров алгоритма шифрования, обеспечивающих шифрование и дешифрование информации. В криптогра-



Рис. 5.7. Процесс шифрования

фической системе информация I и ключ K являются входными данными для шифрования (рис. 5.7) и дешифрования (рис. 5.8) информации. При похищении информации необходимо знать ключ и алгоритм шифрования.

По способу использования ключей различают два типа криптографических систем: симметрические и асимметрические.

В симметрических (одноключевых) криптографических системах ключи шифрования и дешифрования либо одинаковы, либо легко выводятся один из другого.

В асимметрических (двухключевых или системах с открытым ключом) криптографических системах ключи шифрования и дешифрования различаются таким образом, что с помощью вычислений нельзя вывести один ключ из другого.

Скорость шифрования в двухключевых криптографических системах намного ниже, чем в одноключевых. Поэтому асимметрические системы используют в двух случаях:

- для шифрования секретных ключей, распределенных между пользователями вычислительной сети;
- для формирования цифровой подписи.

Одним из сдерживающих факторов массового применения методов шифрования является потребление значительных временных ресурсов при программной реализации большинства хорошо известных шифров (DES, FEAL, REDOC, IDEA, ГОСТ).

Одной из основных угроз хищения информации является угроза доступа к остаточным данным в оперативной и внешней памяти компьютера. Под остаточной информацией понимают данные, оставшиеся в освободившихся участках оперативной и внешней памяти после удаления файлов пользователя, удаления временных файлов без ведома пользователя, находящиеся в неиспользуемых



Рис. 5.8. Процесс дешифрования

хвостовых частях последних кластеров, занимаемых файлами, а также в кластерах, освобожденных после уменьшения размеров файлов и после форматирования дисков.

Основным способом защиты от доступа к конфиденциальным остаточным данным является своевременное уничтожение данных в следующих областях памяти компьютера:

- в рабочих областях оперативной и внешней памяти, выделенных пользователю, после окончания им сеанса работы;
- в местах расположения файлов после выдачи запросов на их удаление.

Уничтожение остаточных данных может быть реализовано либо средствами операционных сред, либо с помощью специализированных программ. Использование специализированных программ (автономных или в составе системы защиты) обеспечивает гарантированное уничтожение информации.

Подсистема защиты от компьютерных вирусов (специально разработанных программ для выполнения несанкционированных действий) является одним из основных компонентов системы защиты информации и процесса ее обработки в вычислительных системах.

Выделяют три уровня защиты от компьютерных вирусов [20]:

- защита от проникновения в вычислительную систему вирусов известных типов;
- углубленный анализ на наличие вирусов известных и неизвестных типов, преодолевших первый уровень защиты;
- защита от деструктивных действий и размножения вирусов, преодолевших первые два уровня.

Поиск и обезвреживание вирусов осуществляются как автономными антивирусными программными средствами (сканеры), так и в рамках комплексных систем защиты информации.

Среди транзитных сканеров, которые загружаются в оперативную память, наибольшей популярностью в нашей стране пользуются антивирусные программы Aidstest Дмитрия Лозинского и DrWeb Игоря Данилова. Эти программы просты в использовании и для детального ознакомления с руководством по каждой из них следует прочитать файл, поставляемый вместе с антивирусным средством.

Широкое внедрение в повседневную практику компьютерных сетей, их открытость, масштабность делают проблему защиты информации исключительно сложной. Выделяют две базовые подзадачи:

- обеспечение безопасности обработки и хранения информации в каждом из компьютеров, входящих в сеть;
- защита информации, передаваемой между компьютерами сети.

Решение первой задачи основано на многоуровневой защите автономных компьютерных ресурсов от несанкционированных и некорректных действий пользователей и программ, рассмотренных выше.

Безопасность информации при сетевом обмене данными требует также обеспечения их конфиденциальности и подлинности. Защита информации в процессе передачи достигается на основе защиты каналов передачи данных, а также криптографического закрытия передаваемых сообщений. В идеальном случае защита каналов передачи данных должна обеспечивать их защиту как от нарушений работоспособности, так и несанкционированных действий (например, подключения к линиям связи). По причине большой протяженности каналов связи, а также возможной доступности их отдельных участков (например, при беспроводной связи) защита каналов передачи данных от несанкционированных действий экономически неэффективна, а в ряде случаев невозможна. Поэтому реально защита каналов передачи данных строится на основе защиты нарушений их работоспособности. На рис. 5.9 представлены цели и способы защиты передаваемых данных [18].

В табл. 5.2 приведены краткие сведения об отечественных комплексных средствах защиты информации, имеющих сертификаты и соответствующих государственным стандартам.



Р и с. 5.9. Цели и способы защиты передаваемых данных

Международное признание для защиты передаваемых сообщений получила программная система PGP (Pretty Good Privacy — очень высокая секретность), разработанная в США и объединяющая асимметричные и симметричные шифры. Являясь самой популярной программной криптосистемой в мире, PGP реализована для множества операционных сред — MS DOS, Windows 95, Windows NT, OS/2, UNIX, Linux, Mac OS, Amiga, Atari и др.

Т а б л и ц а 5.2

№ п/п	Средство	Назначение средства (область применения)	Тип средства
1	Снег (версия 1.0)	Система защиты информации от несанкционированного доступа для ПЭВМ IBM PC XT/AT. В нее входит СКЗД «Иней»	ПА
2	Снег-ЛВС	Система защиты информации от несанкционированного доступа в локальных вычислительных сетях. В нее входит СКЗД «Иней»	ПА
3	Кобра	Система защиты информации от несанкционированного доступа для ПЭВМ по четвертому классу защищенности средств вычислительной техники	П
4	Страж (версия 1.1)	Программный комплекс защиты информации от несанкционированного доступа для ПЭВМ по второму классу защищенности средств вычислительной техники	П
5	Марс	Комплекс программных средств защиты от несанкционированного доступа для персонального компьютера по третьему классу защищенности средств вычислительной техники	П
6	Кютак-С	Автоматизированный программно-аппаратный комплекс по управлению и расчетам автозаправочных предприятий	ПА
7	Сизам	Система защиты информации от несанкционированного доступа в локальных вычислительных сетях по классу защищенности 1Д (локальные вычислительные сети) и шестому классу защищенности от несанкционированного доступа	П
8	DALLAS LOCK (версия 3.1)	Программно-аппаратный комплекс защиты от несанкционированного доступа и обработки конфиденциальной информации	ПА
9	SECRET NET (версия 1.10)	Система защиты (включая ее локальную версию) по шестому классу защищенности для средств вычислительной техники	ПА
10	СНЕГ 2.0	Программное средство защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных системах на базе автономной ПЭВМ с ОС MS DOS версий 5.0 и 6.22 по классу защищенности 1Б; по классу защищенности 2 — в сертифицированных средствах вычислительной техники	П

№ п/п	Средство	Назначение средства (область применения)	Тип средства
11	Аккорд	Программно-аппаратный комплекс (версия ПО и БИОС 1.31/1.10) по классу 1Д (для произвольной программной среды ПЭВМ) и по классу 1В (для функционально-замкнутой программной среды ПЭВМ) — для АСУ	ПА
12	SVET&Q	Программно-аппаратный комплекс защиты информации от несанкционированного доступа в автоматизированных системах по классу защищенности 1В; по классу защищенности 4 — для сертифицированных средств вычислительной техники	ПА
13	ДИЗ (версия 1.0)	Программно-аппаратное средство защиты информации от несанкционированного доступа в локальных вычислительных сетях Novel Netware (версия 3.11) и на автономных АРМ на базе ПЭВМ IBM PS/AT с ОС MS DOS версий 3.30 и выше по классу защищенности 2 для средств вычислительной техники	ПА
14	SECRET NET (версия 2.1)	Программно-аппаратный комплекс защиты информации от несанкционированного доступа в локальных вычислительных сетях Novel Netware (версия 3.11), Windows for Workgroups (версия 3.11) с использованием ОС MS DOS (версии 3.3—7.0), PS DOS (версии 3.30—6.30) по классам защищенности 3А, 2Б, 1В для автоматизированных систем и классу защищенности 3 для сертифицированных средств вычислительной техники	ПА
15	SKIP (версия 1.0)	Программный продукт для регулирования доступа на интерфейсе локальная/глобальная сеть под управлением ОС Windows 3.11 и Windows 95. Соответствует техническим условиям и классу защищенности 3Б для АСУ	П
16	SKIP (версия 2.0)	Программный продукт для регулирования доступа на интерфейсе локальная/глобальная сеть под управлением ОС Solaris 2.4. Соответствует техническим условиям и классу защищенности 3Б для АСУ	П
17	Инфотекс	Программное обеспечение корпоративной наложенной сети для удаленной защищенной связи, соответствует классу защищенности 1В для АСУ	П
18	Шериф	Программное средство защиты информации от несанкционированного доступа	П
19	Банк-Клиент	Средства защиты информации от несанкционированного доступа автоматизированной системы пересылки документов	П
20	Линтер	Система управления базами данных версии 4.3, соответствует классу защищенности 5 для СВТ	П
21	Лабиринт	Аппаратно-программный комплекс «Система защиты информации на ПЭВМ»	ПА

№ п/п	Средство	Назначение средства (область применения)	Тип средства
22	Пандора	Система защиты информации от несанкционированного доступа в сетях передачи данных по протоколу TCP/IP — межсетевой экран «Пандора». Соответствует классу защищенности 3Б для АСУ	ПА
23	Редут	Программно-аппаратный комплекс защиты ПЭВМ от несанкционированного доступа, соответствует классу защищенности 5 для средств вычислительной техники	ПА
24	Secret Net (версия 3.0)	Система защиты информации от несанкционированного доступа для ОС Windows 95 на рабочих станциях и сетевая ОС Novel Net Ware версии 3.11—4.1. Соответствует классу защищенности 3 для средств вычислительной техники	П
25	ELITE	Программное средство защиты информации от несанкционированного доступа в составе системы обработки, хранения и передачи электронных документов. Соответствует классу защищенности 5 для средств вычислительной техники	П
26	СГУ-1	Система гарантированного уничтожения файлов и затирания остаточной информации на магнитных носителях и в памяти ЭВМ. Соответствует классу защищенности 3 для средств вычислительной техники	П
27	SVINKA-U	Система защиты информации для ОС UNIX «SVINKA-U» версии 1.20. Соответствует классу защищенности 4 для СБТ	П
28	Линтер ВС (версия 5.1)	Защищенная «Мобильная сетевая система управления базами данных «Линтер ВС» версии 5.1. Соответствует классу защищенности 3 для СБТ	П
29	DALLAS LOCK (версия 4.0)	Программно-аппаратный комплекс защиты от несанкционированного доступа и обработки конфиденциальной информации	ПА
30	Аккорд (версия 1.35)	Программно-аппаратный комплекс защиты от несанкционированного доступа и обработки конфиденциальной информации	ПА
31	MCBC	Средства защиты информации от несанкционированного доступа операционной системы «Мобильная система вооруженных сил». Соответствует классу защищенности 5 для средств вычислительной техники	П
32	Optima (версия 1.6)	Система автоматизации технологических процессов электронного документооборота «OPTIMA-Work-Flow-SN» по классу 1В	П
33	Secret Net NT (версия 1.0)	Система разграничения доступа	ПА
34	TN-MS EC-TN-1	Автоматизированная система управления «Менеджер элементов системы управления» по классу 1В для автоматизированных систем	П

№ п/п	Средство	Назначение средства (область применения)	Тип средства
35	IMACS EMS (версия 3.0)	Автоматизированная система управления «Менеджер элементов системы управления» по классу 1В для автоматизированных систем	П
36	TAMS	Система защиты информации от несанкционированного доступа по классу 1Г для автоматизированных систем	П
37	Рубеж	Комплекс средств защиты информации и разграничения доступа к ПЭВМ по классу 1Д для автоматизированных систем	ПА
38	Спектр-Z	Система защиты информации от несанкционированного доступа для различного класса ПЭВМ (автономных и включенных в сеть), работающих под управлением ОС Windows 95, 98, соответствует классу защищенности 1В для средств вычислительной техники	П

Примечание: П — программное средство; ПА — программно-аппаратное средство.

5.4. CASE-ТЕХНОЛОГИИ

На данный момент в технологии разработки программного обеспечения существуют два основных подхода к разработке информационных систем, отличающиеся критериями декомпозиции: функционально-модульный (структурный) и объектно-ориентированный.

Функционально-модульный подход основан на принципе алгоритмической декомпозиции с выделением функциональных элементов и установлением строгого порядка выполняемых действий.

Объектно-ориентированный подход основан на объектной декомпозиции с описанием поведения системы в терминах взаимодействия объектов.

Главным недостатком функционально-модульного подхода является однонаправленность информационных потоков и недостаточная обратная связь. В случае изменения требований к системе это приводит к полному перепроектированию, поэтому ошибки, заложенные на ранних этапах, сильно сказываются на продолжительности и стоимости разработки. Другой важной проблемой является неоднородность информационных ресурсов, используемых в большинстве информационных систем. В силу этих причин в на-

стоящее время наибольшее распространение получил объектно-ориентированный подход.

Под CASE-технологией будем понимать комплекс программных средств, поддерживающих процессы создания и сопровождения программного обеспечения, включая анализ и формулировку требований, проектирование, генерацию кода, тестирование, документирование, обеспечение качества, конфигурационное управление и управление проектом (CASE-средство может обеспечивать поддержку только в заданных функциональных областях или в широком диапазоне функциональных областей) [5].

В связи с наличием двух подходов к проектированию программного обеспечения существуют CASE-технологии ориентированные на структурный подход, объектно-ориентированный подход, а также комбинированные. Однако сейчас наблюдается тенденция переориентации инструментальных средств, созданных для структурных методов разработки, на объектно-ориентированные методы, что объясняется следующими причинами:

- возможностью сборки программной системы из готовых компонентов, которые можно использовать повторно;
- возможностью накопления проектных решений в виде библиотек классов на основе механизмов наследования;
- простотой внесения изменений в проекты за счет инкапсуляции данных в объектах;
- быстрой адаптацией приложений к изменяющимся условиям за счет использования свойств наследования и полиморфизма;
- возможностью организации параллельной работы аналитиков, проектировщиков и программистов.

Рассмотренные ранее (см. подразд. 3.1) концепции объектно-ориентированного подхода и распределенных вычислений стали базой для создания консорциума Object Management Group (OMG), членами которой являются более 500 ведущих компьютерных компаний (Sun, DEC, IBM, HP, Motorola и др.). Основным направлением деятельности консорциума является разработка спецификаций и стандартов для создания распределенных объектных систем в разнородных средах. Базисом стали спецификации под названием Object Management Architecture (OMA).

OMA состоит из четырех основных компонентов, представляющих спецификации различных уровней поддержки приложений (рис. 5.10):

- архитектура брокера запросов объектов (CORBA — Common Object Request Broker Architecture) определяет механизмы взаимодействия объектов в разнородной сети;

- объектные сервисы (Object Services) являются основными системными сервисами, используемыми разработчиками для создания приложений;

- универсальные средства (Common Facilities) являются высокоуровневыми системными сервисами, ориентированными на поддержку пользовательских приложений (электронная почта, средства печати и др.);

- прикладные объекты (Application Object) предназначены для решения конкретных прикладных задач.

Исходя из основных положений объектно-ориентированного подхода рассмотрим концепцию идеального объектно-ориентированного CASE-средства.

Существует несколько объектно-ориентированных методов, авторами наиболее распространенных из них являются Г.Буч, Д.Рамбо, И.Джекобсон. В настоящее время наблюдается процесс сближения объектно-ориентированных методов. В частности, указанные выше авторы создали и выпустили несколько версий унифицированного метода UML (Unified Modeling Language — унифицированный язык моделирования).

Классическая постановка задачи разработки программной системы (инжиниринг) представляет собой спиральный цикл итеративного чередования этапов объектно-ориентированного анализа, проектирования и реализации (программирования).

В реальной практике в большинстве случаев имеется предыстория в виде совокупности разработанных и внедренных программ, которые целесообразно использовать при разработке новой системы. Процесс проектирования в таком случае основан на реинжиниринге программных кодов, при котором путем анализа текстов программ восстанавливается исходная модель программной системы.

Современные CASE-средства поддерживают процессы инжиниринга и автоматизированного реинжиниринга.



Р и с. 5.10. Спецификация ОМА

Анализ		Проектирование	Реализация
Возможность добавлять пояснительные надписи к диаграммам и в документацию	Возможность создавать различные представления и скрывать ненужные в данный момент слои системы	Возможность просматривать и выбирать элементы и бизнес-объекты для использования в системе	Возможность генерировать заготовки программного кода на нескольких объектно-ориентированных языках
Среда для создания диаграмм разнообразных моделей		Возможность создания пользовательского интерфейса (поддержка OLE, ActiveX, OpenDoc, HTML)	Возможность проверки кода на синтаксическую корректность
Поддержка различных нотаций	Возможность динамического моделирования событий в системе	Возможности определения бизнес-модели и бизнес-правил	Возможность генерировать код для 4GL и клиент-серверных продуктов (PowerBuilder, Forte, VisualAge, VisualWorks)
Возможность генерации документации для печати	Возможность динамической коррекции одной диаграммы из другой	Возможность связи с объектно-ориентированными базами данных и распределенными модулями (поддержка COBRA, DCOM, IIOP, HTML)	
Инфраструктура			
Контроль версий. Блокирование и согласование частей системы при групповой разработке		Репозиторий	Возможность реинжиниринга программного кода, 4GL, клиент-серверных систем в диаграммы моделей

Рис. 5.11. Идеальное объектно-ориентированное CASE-средство

Идеальное объектно-ориентированное CASE-средство (рис. 5.11) должно содержать четыре основных блока: анализ, проектирование, разработка и инфраструктура [34].

Основные требования к блоку анализа:

- возможность выбора выводимой на экран информации из всей совокупности данных, описывающих модели;
- согласованность диаграмм при хранении их в репозитории;
- внесение комментариев в диаграммы и соответствующую документацию для фиксации проектных решений;
- возможность динамического моделирования в терминах событий;
- поддержка нескольких нотаций (хотя бы три нотации — Г.Буча, И.Джекобсона и OMT).

Основные требования к блоку проектирования:

- поддержка всего процесса проектирования приложения;
- возможность работы с библиотеками, средствами поиска и выбора;
- возможность разработки пользовательского интерфейса;
- поддержка стандартов OLE, ActiveX и доступ к библиотекам HTML или Java;
- поддержка разработки распределенных или двух- и трех-звенных клиент-серверных систем (работа с CORBA, DCOM, Internet).

Основные требования к блоку реализации:

- генерация кода полностью из диаграмм;
- возможность доработки приложений в клиент-серверных CASE-средствах типа Power Builder;
- реинжиниринг кодов и внесение соответствующих изменений в модель системы;
- наличие средств контроля, которые позволяют выявлять несоответствие между диаграммами и генерируемыми кодами и обнаруживать ошибки как на стадии проектирования, так и на стадии реализации.

Основные требования к блоку инфраструктуры:

- наличие репозитория на основе базы данных, отвечающего за генерацию кода, реинжиниринг, отображение кода на диаграммах, а также обеспечивающего соответствие между моделями и программными кодами;
- обеспечение командной работы (многопользовательской работы и управление версиями) и реинжиниринга.

В табл. 5.3 приведен обзор наиболее распространенных объектно-ориентированных CASE-средств [34].

Таблица 5.3

№ п/п	Продукт, фирма-разработчик	Поддерживаемые платформы	Используемые коды	Генерация кода	Описание
1	BridgePoint (версия 3.2.1), Project Tehnology	Unix, SIG-Irix	Шлеер/Меллор	C/C++	Поддержка полного жизненного цикла в рамках методики «Шлеер/Меллор», генерация кода
2	Grapiсal Designer (версия 2.0), Advanced Software Technologies	Unix, Windows NT Windows 95	Г.Буч, И.Джекобсон, OMT, Шлеер/Меллор, UML.08 и структурная нотация	C/C++	Генерация кода и реинжиниринг для каждого из поддерживаемых языков и методологий. Командная работа. Возможность создания собственной нотации
3	LifeModel for OOIOE (версия 1), Intelicorp	Unix, Windows NT	Мартин/Оделл (OOIE)	C	Средство является верхним уровнем фирменного продукта искусственного интеллекта Карра. Прототипирование в режиме интерпретатора, генерация кода, создание экранов и т.д. Возможность программирования на C или на внутреннем script-языке типа Prolog
4	ObjectTime, ObjectTime Ltd	Unix	ROOM	C++	Создание и визуализация исполняемых моделей систем реального времени на основе ОО-методологии реального времени (ROOM). Внутренний script-язык — подмножество «Smalltalk»
5	Objectory (версия 3.7), Rational Software	Unix, OS/2, DOS5, Windows 3.1, 95, NT	И. Джекобсон	C++, Smalltalk	Два варианта: Analysis Workbench для ОО-анализа и Design Workbench для проектирования. Связь с VisualWorks и C++ Softbench. BPR на основе метода Джекобсона. Так как Objectory перешло к Rational, то неизвестно, как долго еще продукт будет поддерживаться
6	ObjectPartner (версия 2.0), Verilog	Unix	OMT	C++	Распространяет Verilog, а также Logiscope и Object-Geode

№ п/п	Продукт, фирма-разработчик	Поддерживаемые платформы	Используемые коды	Генерация кода	Описание
7	ObjectTeamEnterprise (версия 1) Cayenne Software	Unix	OMT	C++	Сяеппе объединяет Cadre и Bachman technology. Пользователям ObjectTeam (метод Шлеер/Меллор) предлагается обратиться к продуктам BridgePoint
8	ObjectMaker (версия 4.2, 1995) Mark V	Unix, Windows 3.1, 95, NT	15 нотаций, в частности: Г.Буч, OMT, Шлеер/Меллор, Код/Йорлон и др.	Ada '83, '95, C/C++, Smalltalk	Общий репозиторий в сети, командная работа. Есть локальный продукт ObjectMaker Consulant
9	ParadigmPlus (версия 3.0) Platinum Technology (formerly Protosoft)	Unix, OS/2, Windows 3.1, 95, NT	8 нотаций, в частности: Г.Буч, OMT, Шлеер/Меллор, Fusion и т.д.	Ada, C/C++, Smalltalk, Java	Генерация SQL, ОО и реляционные БД. Реинжиниринг для Forte, PowerBuilder, VisualWorks, Visual Smalltalk Enterprise, VisualAge, ObjectPro, ObjectStore. OODB в качестве репозитория
10	Ptech (версия 4.0), Ptech Inc.	Windows 95, NT, Unix	Мартин/Оделл (OOIE)	C++, Forte 2.0	Интегрирован с ObjectStore, Objectivity, ONTOS. Генерация кода для библиотек классов Tools.h++, USL
11	Rational Rose (версия 3.0), Rational Software	Windows 3.1, 95, NT, UNIX (Solaris, HP UX, AIX)	Г.Буч, OMT	Ada, C++, Smalltalk, Visual Basic, Java, Forte SQL Windows, PowerBuilder	Конвертация Буч/OMT. Поддержка Java, COBRA. Реинжиниринг кода из Forte SQLWindows, PowerBuilder и ОО-языков. Объявлено о выпуске нового средства работы с COBRA.
12	System Architect Object (версия 3.1), Popkin Software and System	Windows 3.1, OS/2	Г.Буч, OMT, Шлеер/Меллор, Код/Йорлон, CRC, И. Джекобсон	C++, Smalltalk, Java	Поддержка структурных методологий. BPR на основе IDEF-диаграмм. Связь с PowerBuilder

№ п/п	Продукт, фирма-разработчик	Поддерживаемые платформы	Используемые коды	Генерация кода	Описание
13	Software through Pictures/OMT and BUCH (версия 3.2), Interactive Development Environments	Unix	OMT или Г. Буч, И.Джекобсон	C++, Smalltalk, Java и OMG DL	Есть продукты для структурных методологий. CASE для BPR. Поддержка, Java, HTML, Netscape Navigator, COBRA, связь NetLinks Orbitaze, SNIFF+. Реинжиниринг
14	SES/Objectbench (версия 2.2), Scientific and Engineering Software	Unix	OOA	C/C++	Объектно-ориентированный анализ
15	Together/C++, Object International	Windows 3.1	Код/Йордон	C++	Версия для командной работы, работающая и под Windows 3.1

Сравнительный анализ CASE-систем показывает, что на сегодняшний день одним из наиболее приближенных к идеальному варианту CASE-средств является семейство Rational Rose фирмы Rational Software Corporation. Следует отметить, что именно здесь работают авторы унифицированного языка моделирования Г. Буч, Д. Рамбо и И. Джекобсон, под руководством которых ведется разработка нового CASE-средства, поддерживающего UML.

Выделим основные критерии оценки и выбора CASE-средств.

1. Функциональные характеристики:

- среда функционирования: проектная среда, программное обеспечение/технические средства, технологическая среда;
 - функции, ориентированные на фазы жизненного цикла: моделирование, реализация, тестирование;
 - общие функции: документирование, управление конфигурацией, управление проектом;
2. Надежность;
 3. Простота использования;
 4. Эффективность;
 5. Сопровождаемость;
 6. Переносимость;
 7. Общие критерии (стоимость, затраты, эффект внедрения, характеристики поставщика).

Данные критерии подробно изложены в стандартах IEEE Std 1348—1995. IEEE recommended Practice for the Adoption of Computer — Aided Software Engineering (CASE) Tools и IEEE Std 1209—1992 Recommended Practice for the Evaluation and Selection of CASE Tools.

5.5. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По мере эволюции вычислительных систем сформировались следующие разновидности архитектуры компьютерных сетей:

- одноранговая архитектура;
- классическая архитектура «клиент—сервер»;
- архитектура «клиент—сервер» на основе Web-технологии.

При одноранговой архитектуре (рис. 5.12) все ресурсы вычислительной системы, включая информацию, сконцентрированы в центральной ЭВМ, называемой еще мэйнфреймом (main frame — центральный блок ЭВМ). В качестве основных средств доступа к информационным ресурсам использовались однотипные алфавитно-цифровые терминалы, соединяемые с центральной ЭВМ кабелем. При этом не требовалось никаких специальных действий со стороны пользователя по настройке и конфигурированию программного обеспечения.

Явные недостатки, свойственные одноранговой архитектуре и развитие инструментальных средств привели к появлению вычислительных систем с архитектурой «клиент—сервер». Особенность данного класса систем состоит в децентрализации архитектуры автономных вычислительных систем и их объединении в глобальные компьютерные сети. Создание данного класса систем связано с появлением персональных компьютеров, взявших



Р и с. 5.12. Одноранговая архитектура компьютерных сетей

на себя часть функций центральных ЭВМ. В результате появилась возможность создания глобальных и локальных вычислительных сетей, объединяющих персональные компьютеры (клиенты или рабочие станции), использующие ресурсы, и компьютеры (серверы), предоставляющие те или иные ресурсы для общего использования. На рис. 5.13 представлена типовая архитектура «клиент—сервер», однако различают несколько моделей, отличающихся распределением компонентов программного обеспечения между компьютерами сети.

Любое программное приложение можно представить в виде структуры из трех компонентов:

- компонент представления, реализующий интерфейс с пользователем;
- прикладной компонент, обеспечивающий выполнение прикладных функций;
- компонент доступа к информационным ресурсам, или менеджер ресурсов, выполняющий накопление информации и управление данными.

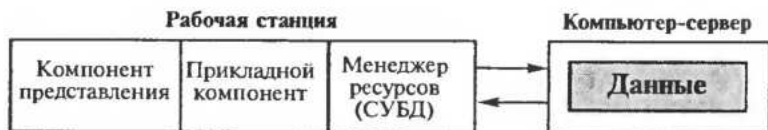
На основе распределения перечисленных компонентов между рабочей станцией и сервером сети выделяют следующие модели архитектуры «клиент—сервер»:

- модель доступа к удаленным данным;
- модель сервера управления данными;
- модель комплексного сервера;
- трехзвенная архитектура «клиент—сервер».

Модель доступа к удаленным данным (рис. 5.14), при которой на сервере расположены только данные, имеет следующие особенности:



Р и с. 5.13. Типовая архитектура «клиент—сервер»



Р и с. 5.14. Модель доступа к удаленным данным

- невысокая производительность, так как вся информация обрабатывается на рабочих станциях;

- снижение общей скорости обмена при передаче больших объемов информации для обработки с сервера на рабочие станции.

При использовании модели сервера управления данными (рис. 5.15) кроме самой информации на сервере располагается менеджер информационных ресурсов (например, система управления базами данных). Компонент представления и прикладной компонент совмещены и выполняются на компьютере-клиенте, который поддерживает как функции ввода и отображения данных, так и чисто прикладные функции. Доступ к информационным ресурсам обеспечивается либо операторами специального языка (например, SQL в случае использования базы данных), либо вызовами функций специализированных программных библиотек. Запросы к информационным ресурсам направляются по сети менеджеру ресурсов (например, серверу базы данных), который обрабатывает запросы и возвращает клиенту блоки данных. Наиболее существенные особенности данной модели:

- уменьшение объемов информации, передаваемых по сети, так как выборка необходимых информационных элементов осуществляется на сервере, а не на рабочих станциях;

- унификация и широкий выбор средств создания приложений;

- отсутствие четкого разграничения между компонентом представления и прикладным компонентом, что затрудняет совершенствование вычислительной системы.



Р и с. 5.15. Модель сервера управления данными

Модель сервера управления данными целесообразно использовать в случае обработки умеренных, не увеличивающихся со временем объемов информации. При этом сложность прикладного компонента должна быть невысокой.

Модель комплексного сервера (рис. 5.16) строится в предположении, что процесс, выполняемый на компьютере-клиенте, ограничивается функциями представления, а собственно прикладные функции и функции доступа к данным выполняются сервером.

Преимущества модели комплексного сервера:

- высокая производительность;
- централизованное администрирование;
- экономия ресурсов сети.

Модель комплексного сервера является оптимальной для крупных сетей, ориентированных на обработку больших и увеличивающихся со временем объемов информации.

Архитектура «клиент—сервер», при которой прикладной компонент расположен на рабочей станции вместе с компонентом представления (модели доступа к удаленным данным и сервера управления данными) или на сервере вместе с менеджером ресурсов и данными (модель комплексного сервера), называют двухзвенной архитектурой.

При существенном усложнении и увеличении ресурсоемкости прикладного компонента для него может быть выделен отдельный сервер, называемый сервером приложений. В этом случае говорят о трехзвенной архитектуре «клиент—сервер» (рис. 5.17). Первое звено — компьютер—клиент, второе — сервер приложений, третье — сервер управления данными. В рамках сервера приложений могут быть реализованы несколько прикладных функций, каждая из которых оформляется как отдельная служба, предоставляющая некоторые услуги всем программам. Серверов приложения может быть несколько, каждый из них ориентирован на предоставление некоторого набора услуг.



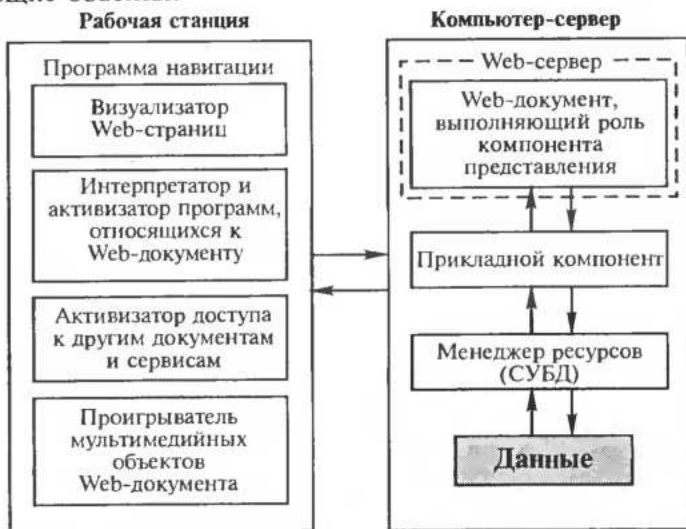
Р и с. 5.16. Модель комплексного сервера



Р и с. 5.17. Трехзвенная архитектура «клиент—сервер»

Наиболее ярко современные тенденции телекоммуникационных технологий проявились в Интернете. Архитектура «клиент—сервер», основанная на Web-технологии, представлена на рис. 5.18.

В соответствии с Web-технологией на сервере размещаются так называемые Web-документы, которые визуализируются и интерпретируются программой навигации (Web-навигатор, Web-броузер), функционирующей на рабочей станции. Логически Web-документ представляет собой гипермедийный документ, объединяющий ссылками различные Web-страницы. В отличие от бумажной Web-страница может быть связана с компьютерными программами и содержать ссылки на другие объекты. В Web-технологии существует система гиперссылок, включающая ссылки на следующие объекты:



Р и с. 5.18. Архитектура «клиент—сервер», основанная на Web-технологии

- другую часть Web-документа;
- другой Web-документ или документ другого формата (например, документ Word или Excel), размещаемый на любом компьютере сети;
- мультимедийный объект (рисунок, звук, видео);
- программу, которая при переходе на нее по ссылке, будет передана с сервера на рабочую станцию для интерпретации или запуска на выполнение навигатором;
- любой другой сервис — электронную почту, копирование файлов с другого компьютера сети, поиск информации и т.д.

Передачу с сервера на рабочую станцию документов и других объектов по запросам, поступающим от навигатора, обеспечивает функционирующая на сервере программа, называемая Web-сервером. Когда Web-навигатору необходимо получить документы или другие объекты от Web-сервера, он отправляет серверу соответствующий запрос. При достаточных правах доступа между сервером и навигатором устанавливается логическое соединение. Далее сервер обрабатывает запрос, передает Web-навигатору результаты обработки и разрывает установленное соединение. Таким образом, Web-сервер выступает в качестве информационного концентратора, который доставляет информацию из разных источников, а потом в однородном виде предоставляет ее пользователю.

Дальнейшим развитием Интернета явилась Интернет-технология, рассмотренная в подразд. 6.1.

Интернет — бурно разросшаяся совокупность компьютерных сетей, опутывающих земной шар, связывающих правительственные, военные, образовательные и коммерческие институты, а также отдельных граждан.

Как и многие другие великие идеи, «сеть сетей» возникла из проекта, который предназначался совершенно для других целей: из сети ARPAnet, разработанной и созданной в 1969 г. по заказу Агентства передовых исследовательских проектов (ARPA — Advanced Research Project Agency) Министерства обороны США. ARPAnet была сетью, объединяющей учебные заведения, военных и военных подрядчиков; она была создана для помощи исследователям в обмене информацией, а также (что было одной из главных целей) для изучения проблемы поддержания связи в случае ядерного нападения.

В модели ARPAnet между компьютером-источником и компьютером-адресатом всегда существует связь. Сама сеть считается ненадежной; любой ее отрезок может в любой момент исчезнуть (по-

сле бомбежки или в результате неисправности кабеля). Сеть была построена так, чтобы потребность в информации от компьютеров-клиентов была минимальной. Для пересылки сообщения по сети компьютер должен был просто помещать данные в конверт, называемый «пакетом межсетевого протокола» (IP, Internet Protocol), правильно «адресовать» такие пакеты. Взаимодействующие между собой компьютеры (а не только сама сеть) также несли ответственность за обеспечение передачи данных. Основопологающий принцип заключался в том, что каждый компьютер в сети мог общаться в качестве узла с любым другим компьютером с широким выбором компьютерных услуг, ресурсов, информации. Комплекс сетевых соглашений и общедоступных инструментов «сети сетей» разработан с целью создания одной большой сети, в которой компьютеры, соединенные воедино, взаимодействуют, имея множество различных программных и аппаратных платформ.

В настоящее время направление развития Интернета в основном определяет «Общество Internet», или ISOC (Internet Society). ISOC — это организация на общественных началах, целью которой является содействие глобальному информационному обмену через Интернет. Она назначает совет старейшин IAB (Internet Architecture Board), который отвечает за техническое руководство и ориентацию Интернета (в основном это стандартизация и адресация в Интернете). Пользователи Интернета выражают свои мнения на заседаниях инженерной комиссии IETF (Internet Engineering Task Force). IETF — еще один общественный орган, он собирается регулярно для обсуждения текущих технических и организационных проблем Интернета.

Финансовая основа Интернета заключается в том, что каждый платит за свою часть. Представители отдельных сетей собираются и решают, как соединяться и как финансировать эти взаимные соединения. Учебное заведение или коммерческое объединение платит за подключение к региональной сети, которая, в свою очередь, платит за доступ к Интернету поставщику на уровне государства. Таким образом, каждое подключение к Интернету кем-то оплачивается.

Рассмотрим кратко основные компоненты Интернета [49].

World Wide Web (WWW, просто Web, Всемирная паутина) представляет совокупность Web-серверов, на которых хранятся данные, реализованные в виде текстовых и/или графических страниц с гипертекстовыми ссылками на другие страницы или Web-серверы. Если ссылка заинтересовала пользователя, то он может перейти на нужную страницу, независимо от ее местонахождения, вернуться

на предыдущую просмотренную, поставить закладку. В этом заключается основное преимущество WWW. Пользователя не интересует, как организовано и где находится огромное структурированное хранилище данных. Графическое представление подключения различных серверов представляет собой сложную невидимую электронную паутину.

Серверы Web — специальные компьютеры, осуществляющие хранение страниц с информацией и обработку запросов от других машин. Пользователь, попадая на какой-нибудь сервер Web, получает страницу с данными. На компьютере пользователя специальная программа (броузер) преобразует полученный документ в удобный для просмотра и чтения вид, отображаемый на экране. Серверы Web устанавливаются, как правило, в фирмах и организациях, желающих распространить свою информацию среди многих пользователей, и отличаются специфичностью информации. Организация и сопровождение собственного сервера требует значительных затрат. Поэтому в WWW встречаются «разделяемые» (shared) серверы, на которых публикуют свои данные различные пользователи и организации. Это самый дешевый способ опубликования своей информации для обозрения. Такие серверы зачастую представляют своеобразные информационные свалки.

Серверы FTP представляют собой хранилища различных файлов и программ в виде архивов. На этих серверах может находиться как полезная информация (дешевые условно бесплатные утилиты, программы, картинки), так и информация сомнительного характера, например порнографическая.

Электронная почта является неотъемлемой частью Интернета и одной из самых полезных вещей. С ее помощью можно посылать и получать любую корреспонденцию (письма, статьи, деловые бумаги и др.). Время пересылки зависит от объема, обычно занимает минуты, иногда часы. Каждый абонент электронной почты имеет свой уникальный адрес. Надо отметить, что подключение к электронной почте может быть организовано и без подключения к Интернету. Необходимый интерфейс пользователя реализуется с помощью броузера, который, получив от него запрос с Интернет-адресом, преобразовывает его в электронный формат и посылает на определенный сервер. В случае корректности запроса, он достигает WEB-сервера, и последний посылает пользователю в ответ информацию, хранящуюся по заданному адресу. Броузер, получив информацию, делает ее читабельной и отображает на экране. Современные броузеры имеют также встроенную программу для электронной почты.

Среди наиболее распространенных броузеров необходимо выделить Microsoft Internet Explorer и Netscape Navigator.

Подсоединение к Интернету для каждого конкретного пользователя может быть реализовано различными способами: от полного подсоединения по локальной вычислительной сети (ЛВС) до доступа к другому компьютеру для работы с разделением и использованием программного пакета эмуляции терминала.

Диапазон услуг, предлагаемых Интернетом, достаточно широк. Можно воспользоваться: электронной почтой, электронными досками объявлений, пересылкой файлов, удаленным доступом, каталогизирующими программами и т.д. Для получения полного набора услуг у пользователя должно быть подсоединение по протоколу TCP/IP. Это необходимо для того, чтобы компьютер пользователя был частью сети и мог устанавливать контакт с любой сервисной программой, имеющейся в Интернете.

Фактически выход в Интернет может быть реализован несколькими видами подключений:

- доступ по выделенному каналу;
- доступ по ISDN (Integrated Services Digital Network — цифровая сеть с интегрированными услугами);
- доступ по коммутируемым линиям;
- с использованием протоколов SLIP и PPP.

Корпорациям и большим организациям лучше всего использовать доступ по выделенному каналу. В этом случае возможно наиболее полно использовать все средства Интернета. Поставщик сетевых услуг при этом сдает в аренду выделенную телефонную линию с указанной скоростью передачи и устанавливает специальный компьютер-маршрутизатор для приема и передачи сообщений от телекоммуникационного узла организации. Это дорогостоящее подключение. Однако, установив такое соединение, каждый компьютер ЛВС-организации является полноценным членом Интернета и может выполнять любую сетевую функцию.

ISDN — это использование цифровой телефонной линии, соединяющей домашний компьютер или офис с коммутатором телефонной компании. Преимущество ISDN — в возможности доступа с очень высокими скоростями при относительно низкой стоимости. При этом по Интернету предоставляется такой же сервис, как и по коммутируемым линиям. Услуги телефонных компаний, предоставляющих сервис ISDN, доступны не на всей территории России.

Наиболее простой и дешевый способ получения доступа к сети (Dial — up Access) осуществляется по коммутируемым линиям. В этом случае пользователь приобретает права доступа к компьютеру, который подсоединен к Интернету (хост-компьютеру или узлу Интернета). Войдя по телефонной линии (при этом используется модем и программное обеспечение для работы в коммутируемом режиме) с помощью эмулятора терминала в удаленную систему, необходимо в ней зарегистрироваться и далее уже можно пользоваться всеми ресурсами Интернета, предоставленными удаленной системе. Пользователь в таком режиме арендует дисковое пространство и вычислительные ресурсы удаленной системы. Если требуется сохранить важное сообщение электронной почты или другие данные, то это можно сделать в удаленной системе, но не на диске пользовательского компьютера: сначала нужно записать файл на диск удаленной системы, а затем с помощью программы передачи данных перенести этот файл на свой компьютер. При таком доступе пользователь не может работать с прикладными программами, для которых нужен графический дисплей, так как в такой конфигурации с компьютера, подсоединенного к Интернету, нет возможности передать графическую информацию на компьютер пользователя.

При дополнительных финансовых затратах и в коммутируемом режиме можно получить полный доступ к Интернету. Это достигается применением протоколов SLIP и PPP. Один называется «межсетевой протокол последовательного канала» (Serial Line Internet Protocol — SLIP), а другой — «протокол точка — точка» (Point-to-Point Protocol — PPP). Одно из главных достоинств SLIP и PPP состоит в том, что они обеспечивают полноценное соединение с Интернетом. Пользовательский компьютер не использует какую-то систему как «точку доступа», а непосредственно подключается к Интернету. Но для подключения средних и больших сетей к Интернету эти протоколы не подходят, поскольку их быстрдействие недостаточно для одновременной связи со многими пользователями.

Современные сети создаются по многоуровневому принципу. Передача сообщений в виде последовательности двоичных сигналов начинается на уровне линий связи и аппаратуры, причем линий связи не всегда высокого качества. Затем добавляется уровень базового программного обеспечения, управляющего работой аппаратуры. Следующий уровень программного обеспечения позволяет наделить базовые программные средства дополнительными необходимыми возможностями. Расширение необходимых функциональных возможностей сети путем добавления уровня за уровнем при-

водит к тому, что пользователь в конце концов получает по-настоящему дружественный и полезный инструментарий.

Моделью Интернета можно считать почтовое ведомство, представляющее собой сеть с коммутацией пакетов. Там корреспонденция конкретного пользователя смешивается с другими письмами, отправляется в ближайшее почтовое отделение, где сортируется и направляется в другие почтовые отделения до тех пор пока не достигнет адресата.

Для передачи данных в Интернете используются интернет-протокол (IP) и протокол управления передачей (TCP).

С помощью интернет-протокола (IP) обеспечивается доставка данных из одного пункта в другой. Различные участки Интернета связываются с помощью системы компьютеров (называемых маршрутизаторами), соединяющих между собой сети. Это могут быть сети Ethernet, сети с маркерным доступом, телефонные линии. Правила, по которым информация переходит из одной сети в другую, называются протоколами. Межсетевой протокол (Internet Protocol — IP) отвечает за адресацию, т.е. гарантирует, что маршрутизатор знает, что делать с данными пользователя, когда они поступят. Некоторая адресная информация приводится в начале каждого пользовательского сообщения. Она дает сети достаточно сведений для доставки пакета данных, так как каждый компьютер в Интернете имеет свой уникальный адрес.

Для более надежной передачи больших объемов информации служит протокол управления передачей (Transmission Control Protocol — TCP). Информация, которую пользователь хочет передать, TCP разбивает на порции. Каждая порция нумеруется, подсчитывается ее контрольная сумма, чтобы можно было на приемной стороне проверить, вся ли информация получена правильно, а также расположить данные в правильном порядке. На каждую порцию добавляется информация протокола IP, таким образом получается пакет данных в Интернете, составленный по правилам TCP/IP.

По мере развития Интернета и увеличения числа компьютерных узлов, сортирующих информацию, в сети была разработана доменная система имен — DNS, и способ адресации по доменному принципу. DNS иногда еще называют региональной системой наименований.

Доменная система имен — это метод назначения имен путем передачи сетевым группам ответственности за их подмножество. Каждый уровень этой системы называется доменом. Домены в именах отделяются друг от друга точками: `inr.msk.ru`. В имени мо-

жет быть различное число доменов, но практически — не больше пяти. По мере движения по доменам слева направо в имени, число имен, входящих в соответствующую группу возрастает.

Все компьютеры Интернета способны пользоваться доменной системой. Работающий в сети компьютер всегда знает свой собственный сетевой адрес. Когда используется доменное имя, например `mx.iher.ru`, компьютер преобразовывает его в числовой адрес. Для этого он начинает запрашивать помощь у DNS-серверов. Это узлы, рабочие машины, обладающие соответствующей базой данных, в число обязанностей которых входит обслуживание такого рода запросов. DNS-сервер начинает обработку имени с его правого конца и двигается по нему влево, т.е. сначала осуществляет поиск адреса в самой большой группе (домене), потом постепенно сужает его. Но для начала опрашивается на предмет наличия нужной информации местный узел. Если местный сервер адрес не знает он связывается с корневым сервером. Это сервер, который знает адреса серверов имен высшего уровня (самых правых в имени), здесь это уровень государства (ранга домена `ru`). У него запрашивается адрес компьютера, ответственного за зону `su`. Местный DNS-сервер связывается с этим более общим сервером и запрашивает у него адрес сервера, ответственного за домен `iher.su`. Теперь уже запрашивается этот сервер и у него выясняется адрес рабочей машины `mx`.

Важное значение имеют правовые и этические нормы работы в Интернете, так как это не просто сеть, а сеть сетей, каждая из которых может иметь свои собственные правила поведения и обычаи.

Правила эти довольно общи, и все будет в порядке, если пользователь помнит некоторые общие положения. К счастью, эти указания не очень строги. Если вы держитесь в отведенном ими пространстве, вы можете делать все, что угодно. Когда же вы теряете уверенность в правоте своих поступков, свяжитесь с вашим поставщиком сети и выясните точно, дозволено это или нет. Может быть, вы хотите вполне законного, но выяснение подлинной законности всегда остается на вашей ответственности. Незнание закона, как известно, не освобождает от ответственности.

На законы Интернета влияют три основных положения:

- государство субсидирует большие части Интернета. Эти субсидии исключают коммерческое использование;
- Интернет — не только национальная, но самая настоящая глобальная сеть. При передаче чего бы то ни было через национальные границы начинают действовать экспортные законы; государственные законы в разных местах могут существенно различаться;

- при пересылке программного обеспечения (или идеи) из одного места в другое, необходимо считаться с интеллектуальной собственностью и лицензионными ограничениями.

5.6. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С развитием компьютерных технологий менялся смысл, вкладываемый в понятие информационной системы. Современная информационная система — это набор информационных технологий, направленных на поддержку жизненного цикла информации и включающего три основных процесса: обработку данных, управление информацией и управление знаниями. В условиях резкого увеличения объемов информации переход к работе со знаниями на основе искусственного интеллекта является, по всей вероятности, единственной альтернативой информационного общества.

Воспользуемся определением «интеллектуальной системы» проф. Д.А. Поспелова [38]: «Система называется интеллектуальной, если в ней реализованы следующие основные функции:

- накапливать знания об окружающем систему мире, классифицировать и оценивать их с точки зрения прагматической полезности и непротиворечивости, инициировать процессы получения новых знаний, осуществлять соотнесение новых знаний с ранее хранимыми;

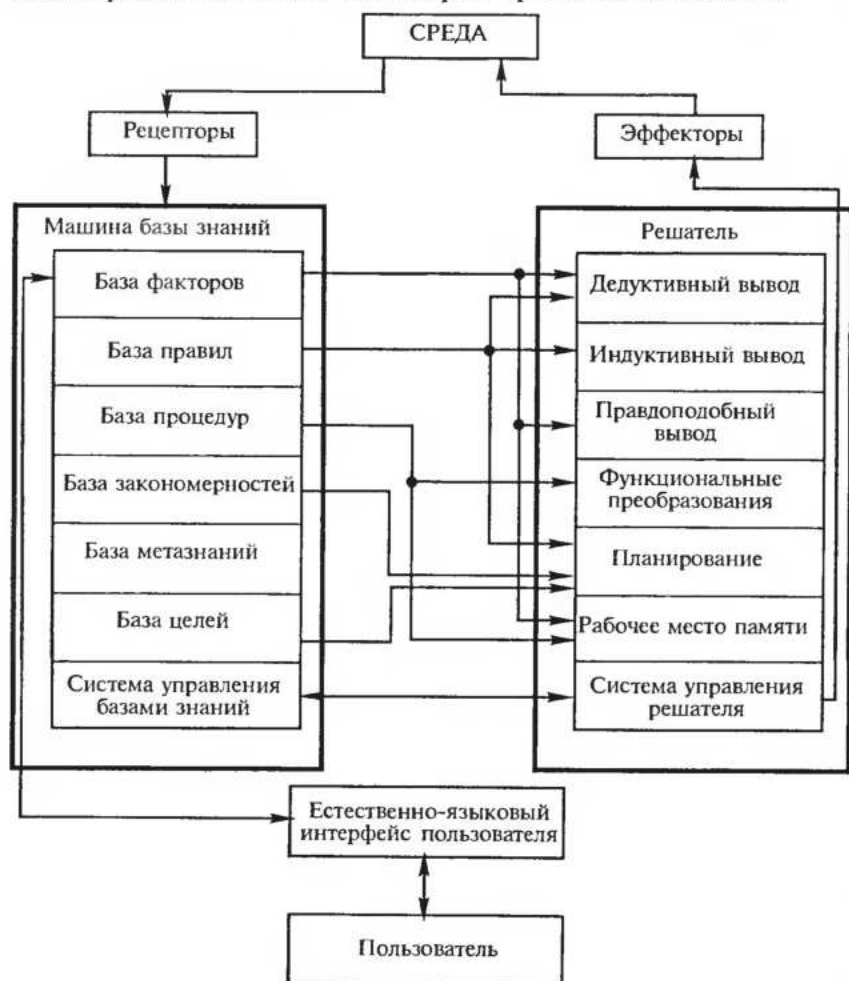
- пополнять поступившие знания с помощью логического вывода, отражающего закономерности в окружающем систему мире или в накопленных ею ранее знаниях, получать обобщенные знания на основе более частных знаний и логически планировать свою деятельность;

- общаться с человеком на языке, максимально приближенном к естественному человеческому языку, и получать информацию от каналов, аналогичных тем, которые использует человек при восприятии окружающего мира, уметь формировать для себя или по просьбе человека (пользователя) объяснение собственной деятельности, оказывать пользователю помощь за счет тех знаний, которые хранятся в памяти, и тех логических средств рассуждений, которые присущи системе».

Перечисленные функции можно назвать функциями представления и обработки знаний, рассуждения и общения. Наряду с обя-

зательными компонентами, в зависимости от решаемых задач и области применения в конкретной системе эти функции могут быть реализованы в различной степени, что определяет индивидуальность архитектуры. На рис. 5.19 в наиболее общем виде представлена структура интеллектуальной системы в виде совокупности блоков и связей между ними [51].

База знаний представляет собой совокупность сред, хранящих знания различных типов. Рассмотрим кратко их назначение.



Р и с. 5.19. Общая структура интеллектуальной системы

База фактов (данных) хранит конкретные данные, а *база правил* — элементарные выражения, называемые в теории искусственного интеллекта продукциями. *База процедур* содержит прикладные программы, с помощью которых выполняются все необходимые преобразования и вычисления. *База закономерностей* включает различные сведения, относящиеся к особенностям той среды, в которой действует система. *База метазнаний* (база знаний о себе) содержит описание самой системы и способов ее функционирования: сведения о том, как внутри системы представляются единицы информации различного типа, как взаимодействуют различные компоненты системы, как было получено решение задачи.

База целей содержит целевые структуры, называемые сценариями, позволяющие организовать процессы движения от исходных фактов, правил, процедур к достижению той цели, которая поступила в систему от пользователя, либо была сформулирована самой системой в процессе ее деятельности в проблемной среде.

Управление всеми базами, входящими в базу знаний, и организацию их взаимодействия осуществляет система управления базами знаний. С ее же помощью реализуются связи баз знаний с внешней средой. Таким образом, машина базы знаний осуществляет первую функцию интеллектуальной системы.

Выполнение второй функции обеспечивает часть интеллектуальной системы, называемая решателем и состоящая из ряда блоков, управляемых системой управления решателя. Часть из блоков реализует логический вывод. Блок дедуктивного вывода осуществляет в решателе дедуктивные рассуждения, с помощью которых из закономерностей из базы знаний, фактов из базы фактов и правил из базы правил выводятся новые факты. Кроме этого данный блок реализует эвристические процедуры поиска решений задач, как поиск путей решения задачи по сценариям при заданной конечной цели. Для реализации рассуждений, которые не носят дедуктивного характера, т.е. для поиска по аналогии, по прецеденту и пр., используются *блоки индуктивного и правдоподобного выводов*. Блок *планирования* используется в задачах планирования решений совместно с *блоком дедуктивного вывода*. Назначение *блока функциональных преобразований* состоит в решении задач расчетно-логического и алгоритмического типов.

Третья функция — функция общения — реализуется как с помощью компоненты естественно-языкового интерфейса, так и с помощью рецепторов и эффекторов, которые осуществляют так называемое невербальное общение и используются в интеллектуальных роботах.

В зависимости от набора компонентов, реализующих рассмотренные функции, можно выделить следующие основные разновидности интеллектуальных систем:

- интеллектуальные информационно-поисковые системы;
- экспертные системы (ЭС);
- расчетно-логические системы;
- гибридные экспертные системы.

Интеллектуальные информационно-поисковые системы являются системами взаимодействия с проблемно-ориентированными (фактографическими) базами данных на естественном, точнее ограниченном как грамматически, так и лексически (профессиональной лексикой) естественном языке (языке деловой прозы). Для них характерно использование, помимо базы знаний, реализующей семантическую модель представления знаний о проблемной области, лингвистического процессора.

Экспертные системы являются одним из бурно развивающихся классов интеллектуальных систем. Данные системы в первую очередь стали развиваться в математически слабоформализованных областях науки и техники, таких как медицина, геология, биология и др. Для них характерна аккумуляция в системе знаний и правил рассуждений опытных специалистов в данной предметной области, а также наличие специальной системы объяснений.

Расчетно-логические системы позволяют решать управленческие и проектные задачи по их постановкам (описаниям) и исходным данным вне зависимости от сложности математических моделей этих задач. При этом конечному пользователю предоставляется возможность контролировать в режиме диалога все стадии вычислительного процесса. В общем случае, по описанию проблемы на языке предметной области обеспечивается автоматическое построение математической модели и автоматический синтез рабочих программ при формулировке функциональных задач из данной предметной области. Эти свойства реализуются благодаря наличию базы знаний в виде функциональной семантической сети и компонентов дедуктивного вывода и планирования.

В последнее время в специальный класс выделяются гибридные экспертные системы. Указанные системы должны вобрать в себя лучшие черты как экспертных, так и расчетно-логических и информационно-поисковых систем. Разработки в области гибридных экспертных систем находятся на начальном этапе.

Наиболее значительные успехи в настоящее время достигнуты в таком классе интеллектуальных систем, как экспертные системы (ЭС).

ЭС называют вычислительную систему использования знаний эксперта и процедур логического вывода для решения проблем, которые требуют проведения экспертизы и позволяют дать объяснение полученным результатам.

ЭС обладает способностями к накоплению знаний, выдаче рекомендаций и объяснению полученных результатов, возможностями модификации правил, подсказки пропущенных экспертом условий, управления целью или данными. ЭС отличаются следующие характеристики: интеллектуальность, простота общения с компьютером, возможность наращивания модулей, интеграция неоднородных данных, способность разрешения многокритериальных задач при учете предпочтений лиц, принимающих решения (ЛПР), работа в реальном времени, документальность, конфиденциальность, унифицированная форма знаний, независимость механизма логического вывода, способность объяснения результатов.

В настоящее время можно выделить следующие основные сферы применения ЭС: диагностика, планирование, имитационное моделирование, предпроектное обследование предприятий, офисная деятельность, а также некоторые другие.

Практика показывает, что по сравнению со статическими ЭС гораздо больший эффект дают ЭС, используемые в динамических процессах (экспертные системы реального времени — ЭСРВ), которые занимают около 70% рынка таких систем и находят все более широкое применение в управлении непрерывными процессами (химические производства, цементная промышленность, атомная энергетика и т.д.).

По сравнению с общей схемой (см. рис. 5.19) в ЭС часто отсутствует возможность общения с системой на близком к естественному языку или с использованием визуальных средств, поскольку взаимодействие с такой системой осуществляется с использованием языка типа ПРОЛОГ или с применением ПРОЛОГ-идей.

Важное место в теории искусственного интеллекта (ИИ) занимает проблема представления знаний. В настоящее время выделяют следующие основные типы моделей представления знаний:

1. Семантические сети, в том числе функциональные;
2. Фреймы и сети фреймов;
3. Продукционные модели.

Семантические сети определяют как граф общего вида, в котором можно выделить множество вершин и ребер. Каждая вершина графа представляет некоторое понятие, а дуга — отношение между парой понятий. Метка и направление дуги конкретизируют семантику. Метки вершин семантической нагрузки не несут, а используются как справочная информация.

Различные разновидности семантических сетей обладают различной семантической мощностью, следовательно, можно описать одну и ту же предметную область более компактно или громоздко.

Фреймом называют структуру данных для представления и описания стереотипных объектов, событий или ситуаций. Фреймовая модель представления знаний состоит из двух частей:

- набора фреймов, составляющих библиотеку внутри представленных знаний;
 - механизмов их преобразования, связывания и т.д.
- Существует два типа фреймов:
- образец (прототип) — интенциональное описание некоторого множества экземпляров;
 - экземпляр (пример) — экстенциональное представление фрейм-образца.

В общем виде фрейм может быть представлен следующим кортежем:

<ИФ, (ИС, ЗС, ПП), ..., (ИС, ЗС, ПП)>,

где ИФ — имя фрейма; ИС — имя слота; ЗС — значение слота; ПП — имя присоединенной процедуры (необязательный параметр).

Слоты — это некоторые незаполненные подструктуры фрейма, заполнение которых приводит к тому, что данный фрейм ставится в соответствие некоторой ситуации, явлению или объекту.

В качестве данных фрейм может содержать обращения к процедурам (так называемые присоединенные процедуры). Выделяют два вида процедур: процедуры-демоны и процедуры-слуги. Процедуры-демоны активизируются при каждой попытке добавления или удаления данных из слота. Процедуры-слуги активизируются только при выполнении условий, определенных пользователем при создании фрейма.

Продукционные модели — это набор правил вида «условия — действие», где условиями являются утверждения о содержимом базы данных, а действия представляют собой процедуры, которые могут изменять содержимое базы данных.

Формально продукция определяется следующим образом:

$$(i); Q; P; C; A \rightarrow B; N,$$

где (i) — имя продукции (правила); Q — сфера применения правила; P — предусловие (например, приоритетность); C — предикат (отношение); $A \rightarrow B$ — ядро; N — постусловия (изменения, вносимые в систему правил).

Практически продукции строятся по схеме «ЕСЛИ» (причина или иначе посылка), «ТО» (следствие или иначе цель правила).

Полученные в результате срабатывания продукции новые знания могут использоваться в следующих целях:

- понимание и интерпретация фактов и правил с использованием продукции, фреймов, семантических цепей;
- решение задач с помощью моделирования;
- идентификация источника данных, причин несовпадений новых знаний со старыми, получение метазнаний;
- составление вопросов к системе;
- усвоение новых знаний, устранение противоречий, систематизация избыточных данных.

Процесс рассмотрения компьютером набора правил (выполнение программы) называют консультацией. Ее наиболее удобная для пользователя форма — дружественный диалог с компьютером. Интерфейс может быть в форме меню, на языке команд и на естественном языке.

Диалог может быть построен на системе вопросов, задаваемых пользователем, компьютером, или фактов — данных, хранящихся в базе данных. Возможен смешанный вариант, когда в базе данных недостаточно фактов.

При прямом поиске пользователь может задавать две группы вопросов, на которые, компьютер дает объяснения:

1) КАК получено решение. При этом компьютер должен выдать на экран трассу в виде ссылок на использованные правила;

2) ПОЧЕМУ компьютер задал какой-то вопрос. При этом на экран выдается своеобразная трасса, которую компьютер хотел бы использовать для вывода после получения ответа на задаваемый вопрос. Вопрос ПОЧЕМУ может быть задан как в процессе консультации, так и после выполнения программы.

Специфичен алгоритм поиска, реализуемый логическими языками: он является фактически последовательным перебором по дереву сверху-вниз-слева-направо.

Выделим следующие характеристики ЭС: назначение, проблемная область, глубина анализа проблемной области, тип используемых методов и знаний, класс системы, стадия существования, инструментальные средства.

Назначение определяется следующей совокупностью параметров: цель создания экспертной системы — для обучения специалистов, для решения задач, для автоматизации рутинных работ, для тиражирования знаний экспертов и т.п.; основной пользователь — не специалист в области экспертизы, специалист, учащийся.

Проблемная область может быть определена совокупностью параметров предметной области и задач, решаемых в ней. Каждый из параметров можно рассматривать как с точки зрения конечного пользователя, так и разработчика экспертной системы.

С точки зрения пользователя предметную область можно характеризовать ее описанием в терминах пользователя, включающим наименование области, перечень и взаимоотношения подобластей и т.п., а задачи, решаемые существующими экспертными системами, — их типом. Обычно выделяют следующие типы задач:

- интерпретация символов или сигналов — составление смыслового описания по входным данным;
- диагностика — определение неисправностей (заболеваний) по симптомам;
- предсказание — определение последствий наблюдаемых ситуаций;
- конструирование — разработка объекта с заданными свойствами при соблюдении установленных ограничений;
- планирование — определение последовательности действий, приводящих к желаемому состоянию объекта;
- слежение — наблюдение за изменяющимся состоянием объекта и сравнение его показателей с установленными или желаемыми;
- управление — воздействие на объект для достижения желаемого поведения.

С точки зрения разработчика целесообразно выделять статические и динамические предметные области. Предметная область называется статической, если описывающие ее исходные данные не изменяются во времени (точнее, рассматриваются как не изменяющиеся за время решения задачи). Статичность области означает неизменность описывающих ее исходных данных. При этом производные данные (выводимые из исходных) могут и появляться заново, и изменяться (не изменяя, однако, исходных данных). Если ис-

ходные данные, описывающие предметную область, изменяются за время решения задачи, то предметную область называют динамической. Кроме того, предметные области можно характеризовать следующими аспектами: числом и сложностью сущностей, их атрибутов и значений атрибутов; связностью сущностей и их атрибутов; полнотой знаний; точностью знаний (знания точны или правдоподобны: правдоподобность знаний представляется некоторым числом или высказыванием).

Решаемые задачи, с точки зрения разработчика экспертной системы, также можно разделить на статические и динамические. Будем говорить, что ЭС решает динамическую или статическую задачу, если процесс ее решения изменяет или не изменяет исходные данные о текущем состоянии предметной области.

В подавляющем большинстве существующие ЭС исходят из предположения о статичности предметной области и решают статические задачи. Будем называть такие ЭС статическими. ЭС, которые имеют дело с динамическими предметными областями и решают статические или динамические задачи, будем называть динамическими.

Решаемые задачи, кроме того, могут характеризоваться следующими аспектами: числом и сложностью правил, используемых в задаче, их связностью, пространством поиска, числом активных агентов, изменяющих предметную область, классом решаемых задач.

По степени сложности выделяют простые и сложные правила. К сложным относятся правила, текст записи которых на естественном языке занимает $1/3$ страницы и больше. Правила, текст записи которых занимает менее $1/3$ страницы, относят к простым.

Можно сказать, что степень сложности задачи определяется не просто общим числом правил данной задачи, а числом правил в ее наиболее связной независимой подзадаче.

Пространство поиска может быть определено по крайней мере тремя факторами: размером, глубиной и шириной. Размер пространства поиска дает обобщенную характеристику сложности задачи. Выделяют малые (до $3,6 \cdot 10^6$ состояний) и большие (свыше $3,6 \cdot 10^6$ состояний) пространства поиска. Глубина пространства поиска характеризуется средним числом последовательно применяемых правил, преобразующих исходные данные в конечный результат, ширина пространства — средним числом правил, пригодных к выполнению в текущем состоянии.

Класс задач определяет методы, используемые ЭС для их решения. Данный аспект в ЭС принимает следующие значения: задачи расширения, доопределения, преобразования. Задачи доопределения и расширения являются статическими, а задачи преобразования — динамическими.

К задачам расширения относятся такие, в процессе решения которых осуществляется только увеличение информации о предметной области, не приводящее ни к изменению ранее выведенных данных, ни к другой области задач.

К задачам доопределения относятся задачи с неполной или неточной информацией о реальной предметной области, цель решения которых — выбор из множества альтернативных текущих состояний предметной области того, которое адекватно исходным данным. В случае неточных данных альтернативные текущие состояния возникают как результат ненадежности данных и правил, что приводит к многообразию различных доступных выводов из одних и тех же исходных данных. В случае неполных данных альтернативные состояния являются результатом доопределения.

Большинство существующих ЭС решают задачи расширения, в которых нет ни изменений предметной области, ни активных агентов, преобразующих ее. Подобное ограничение неприемлемо при работе в динамических областях.

По степени сложности структуры ЭС делят на поверхностные и глубинные. Поверхностные ЭС представляют знания об области экспертизы в виде правил (условие—действие). Условие каждого правила определяет образец некоторой ситуации, при соблюдении которой правило может быть выполнено. Поиск решения состоит в выполнении тех правил, образцы которых сопоставляются с текущими данными (текущей ситуацией в РП). При этом предполагается, что в процессе поиска решения последовательность формируемых таким образом ситуаций не оборвется до получения решения, т.е. не возникнет неизвестной ситуации, которая не сопоставится ни с одним правилом. Глубинные ЭС, кроме возможностей поверхностных систем, обладают способностью при возникновении неизвестной ситуации определять с помощью некоторых общих принципов, справедливых для области экспертизы, какие действия следует выполнить.

По типу используемых методов и знаний ЭС делят на традиционные и гибридные. Традиционные ЭС используют в основном неформализованные методы инженерии знаний и неформализованные знания, полученные от экспертов. Гибридные ЭС используют

методы инженерии знаний, формализованные методы, а также данные традиционного программирования и математики.

Совокупность рассматриваемых выше характеристик позволяет определить особенности конкретной ЭС. Однако пользователи зачастую стремятся охарактеризовать ЭС каким-либо одним обобщенным параметром. В этой связи говорят о поколениях ЭС. В настоящее время выделяют ЭС первого и второго поколений. Однако, по-видимому, следует говорить о трех поколениях ЭС. К первому поколению следует отнести статические поверхностные ЭС, ко второму — статические глубинные ЭС (иногда ко второму поколению относят гибридные ЭС), а к третьему — динамические ЭС (вероятно, они, как правило, будут глубинными и гибридными).

В последнее время выделяют два больших класса ЭС (существенно отличающихся по технологии их проектирования), которые мы условно называем простыми и сложными ЭС. К простым можно отнести поверхностную и традиционную (реже гибридную) ЭС, выполненные на персональной ЭВМ и содержащие от 200 до 1000 правил. К сложным ЭС относятся глубинная и гибридная ЭС, выполненные либо на символьной, либо на мощной универсальной ЭВМ, либо на интеллектуальной рабочей станции, содержащие от 1500 до 10 000 правил.

Стадия существования характеризует степень проработанности и отлаженности ЭС. Обычно выделяют следующие стадии: демонстрационный прототип, исследовательский прототип, действующий прототип, промышленная система, коммерческая система.

Демонстрационным прототипом называют ЭС, которая решает часть требуемых задач, демонстрируя жизнеспособность метода инженерии знаний. При наличии развитых интеллектуальных систем для разработки демонстрационного прототипа требуется примерно 1—2 мес. Демонстрационный прототип работает, имея 50—100 правил. Развитие демонстрационного прототипа приводит к исследовательскому прототипу.

Исследовательским прототипом называют систему, которая решает все требуемые задачи, но неустойчива в работе и не полностью проверена. Исследовательский прототип обычно имеет в базе знаний 200 — 500 правил, описывающих проблемную область.

Действующий прототип надежно решает все задачи, но для решения сложных задач может потребоваться чрезмерно много времени и (или) огромная память. Число правил в такой системе равно 500—1000.

Экспертная система, достигшая промышленной стадии, обеспечивает высокое качество решения всех задач при минимуме времени и памяти. Обычно процесс преобразования действующего прототипа в промышленную систему состоит в расширении числа правил до 1000—1500 и переписывании программ с использованием более эффективных интеллектуальных систем.

Обобщение задач, решаемых на стадии промышленной системы, позволяет перейти к стадии коммерческой системы, пригодной не только для собственного использования, но и для продажи различным потребителям. В базе знаний такой системы 1500—3000 правил.

Диапазон возможных средств построения ЭС простирается от языков высокого уровня до средств поддержки низкого уровня. Разделим инструментальные средства построения ЭС на четыре основных категории:

- языки программирования;
- языки инженерии знаний;
- вспомогательные средства;
- средства поддержки.

Языки программирования, применяемые для работы в области ЭС, — это, как правило, или проблемно-ориентированные языки (Фортран, Паскаль и т.д.), или языки обработки текстов (Лисп, Пролог). Проблемно-ориентированные языки разработаны для специального класса задач. Например, Фортран удобен для выполнения алгебраических вычислений и чаще всего применяется в научных, математических и статистических вычислениях. Языки обработки текстов разработаны для прикладных областей искусственного интеллекта. Например, Лисп имеет механизмы для манипулирования символами в форме списковых структур. Список является просто набором элементов, заключенных в скобки, где каждый элемент может быть или символом, или другим списком. Списковые структуры являются удобным строительным материалом для представления сложных понятий. В языке Лисп все отношения между объектами описываются через списки, содержащие отношения объекта с другими объектами.

Добавим, что Лисп существует в разных версиях. Например, Интерлисп и Маклисп имеют различные средства поддержки (редакторы и средства отладки), но одинаковый синтаксис.

Языки программирования, подобные Лиспу, представляют максимальную гибкость разработчику ЭС, но никак не подсказывают ему, как представлять знания или как построить механизм доступа к базе знаний. С другой стороны, языки инженерии знаний, такие

как KAS, обладают меньшей гибкостью, поскольку разработчик системы должен пользоваться схемой управления, определяемой встроенным в язык механизмом вывода. Эти языки, однако, обеспечивают некоторое руководство и готовые механизмы вывода для управления и использования базы знаний.

Язык инженерии знаний является искусным инструментальным средством разработки ЭС, погруженным в обширное поддерживающее окружение. Языки инженерии знаний можно разделить на скелетные и универсальные. Скелетный язык инженерии знаний является просто «раздетой» экспертной системой, т.е. ЭС без специальных предметных знаний, включающей в себя только механизм вывода и средства поддержки.

Универсальный язык инженерии знаний может быть применим к проблемам разного типа в различных прикладных областях. Он обеспечивает более широкие возможности управления поиском данных и доступом к ним, чем скелетные системы, но может оказаться, что его труднее использовать. Разные универсальные языки значительно варьируют в смысле общности и гибкости.

Вспомогательные средства построения ЭС состоят из программ, оказывающих помощь в приобретении знаний у эксперта, и представлений их, и программ, которые помогают разрабатывать проекты экспертных систем.

Средства поддержки — это просто пакеты программ, которые прилагаются к средству построения ЭС, чтобы упростить его использование, облегчить диалог и сделать его более эффективным. Это — средства отладки, ввода-вывода, объяснения, редакторы баз знаний.

Интеллектуальные системы расчетно-логического типа предполагают организацию базы знаний в виде функциональной семантической сети. Рассмотрим кратко алгоритмы поиска решений на функциональной семантической сети (ФСС). Первой задачей, которая должна быть решена, является выбор представления, в котором реализуются процедуры поиска решений и организации вычислительного процесса. При этом целесообразно выбрать представление в пространстве состояний. В данном представлении задачу поиска решений можно формально записать следующим образом:

$$T = \langle S, S_0, S_k, F \rangle,$$

где S_0 — начальное состояние; S_k — конечное состояние; S — множество промежуточных состояний; $F = \{F^n_i\}$ — множество операторов, которые переводят процесс поиска из одного состояния в дру-

гое. Каждому математическому отношению F_i , поставим в соответствие список (кортеж) параметров, которые в него входят. Таким образом, рассматриваемый алгоритм предусматривает работу со списочными структурами данных.

При поиске решений на ФСС в качестве множества операторов выступают разрешения математических отношений F^η , реализуемые в виде отдельных программных модулей, совокупность которых для данной проблемной области составляет локальную (может быть, одну из многих) базу процедур. Здесь верхний индекс η указывает на параметр, который в данном разрешении выступает как функция, а нижний индекс i — на номер соответствующего математического отношения в совокупности математических отношений. Задание исходных данных определяет начальное состояние S_0 , а искомое решение — конечное (целевое) состояние. Выбор на каждом очередном шаге некоторого конкретного оператора осуществляется в соответствии с некоторыми правилами, которые для данной проблемной области составляют локальную базу правил.

Первый алгоритм реализует стратегию обратной волны, начиная поиск решения задачи с целевого состояния, т.е. от искомого параметра. Суть алгоритма состоит в следующем. В соответствии с алгоритмом поиска решений Нильсона образуем следующие списки: S_1 — список параметров, которые должны быть рассчитаны; S_2 — список параметров, для которых выбраны разрешения для расчета. Дополнительно образуем еще два списка: S_3 — список разрешений, включаемых в план решения задачи, и S_4 — список оценок сложности реализации разрешения, выбранного в план решения задачи. Данные оценки позволяют при наличии нескольких планов выбрать наилучший, т.е. реализовать классическую постановку задачи принятия решений.

Во втором алгоритме реализуется стратегия прямой волны, т.е. планирование идет от исходных данных к целевому параметру.

Многофункциональность разрабатываемых систем обработки интеллектуальной информации может быть обеспечена за счет современного подхода к хранению и использованию знаний проектировщиков.

Основной принцип данного подхода заключается в том, что задачи решаются на основе не просто данных, а знаний. Последние являются существенно более мощными и позволяют решать на их основе сложные задачи.

Традиционные ЭС имеют лишь один механизм поддержки принятия решений — логический вывод и лишь одно средство пред-

ставления знаний — правила. В последнее время активно развивается новое поколение ЭС — гибридные экспертные системы (ГЭС).

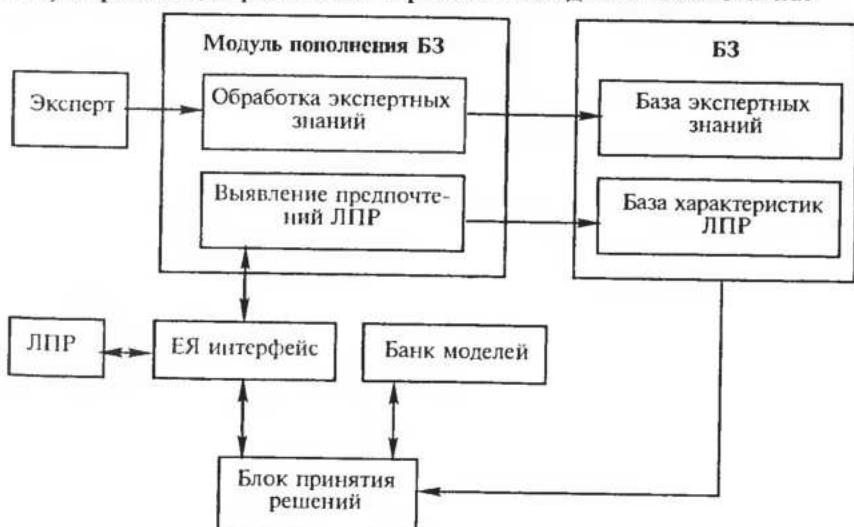
Для использования ГЭС в качестве средства поддержки принятия управленческих решений необходимо предусмотреть возможность учета характеристик лица, принимающего решение (ЛПР). В этом случае в экспертной системе должна присутствовать гибкая схема логического вывода, а поддержка принятия решений должна осуществляться в соответствии с конкретной аналитической моделью пользователя. На рис. 5.20 приведена упрощенная архитектура ГЭС.

Данная архитектура не претендует на полноту и характеризует отличие ГЭС от традиционных ЭС.

Эксперт соответствующей предметной области должен иметь возможность задавать оценки объектов, выявленные в результате его взаимодействия с подсистемой обработки экспертных знаний. Полученные таким образом экспертные знания будут храниться в базе экспертных знаний.

Одним из основных этапов решения задачи многокритериального выбора является настройка модели на систему предпочтений ЛПР. Она выявляется в результате взаимодействия ЛПР и подсистемы выявления предпочтений ЛПР. Найденные таким образом характеристики ЛПР сохраняются в базе характеристик ЛПР.

Банк моделей должен содержать широкий набор решающих правил, выражающих различные стратегии поведения пользователя.



Р и с. 5.20. Упрощенная архитектура ГЭС

Контрольные вопросы

1. Какие существуют типы базовых информационных технологий?
2. Каковы характерные особенности мультимедиа-технологий?
3. Каковы основные компоненты мультимедиа-среды?
4. Какие стандарты используются при создании мультимедиа-продуктов?
5. Какие задачи решают геоинформационные технологии?
6. Какие существуют типы геоинформационных систем?
7. Какие классы данных используются в геоинформационных системах?
8. Какие модели используются для представления данных в геоинформационных технологиях?
9. Каковы принципы построения цифровой карты?
10. Какие виды обработки информации используют современные геоинформационные системы?
11. Какие существуют виды информационных угроз?
12. Какие существуют способы защиты информации от нарушений работоспособности компьютерных систем?
13. Какие существуют виды преднамеренных информационных угроз?
14. Каковы основные способы запрещения несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем?
15. Что такое идентификация и аутентификация?
16. Какие существуют способы разграничения доступа к информационным ресурсам?
17. Что такое криптография и каковы ее основные задачи?
18. В чем отличие симметрических криптографических систем от ассиметрических?
19. Что понимают под остаточной информацией и каковы угрозы доступа к ней?
20. Какие существуют уровни защиты информации от компьютерных вирусов?
21. Каковы цели и способы защиты информации при сетевом обмене?
22. Что такое CASE-технология и какой подход к проектированию информационных систем она использует?
23. Какие компоненты включает в себя стандарт OMA для создания распределенных объектных систем?
24. Какие основные блоки содержит объектно-ориентированное CASE-средство?
25. Каковы основные критерии оценки и выбора CASE-средств?
26. Каковы разновидности архитектур компьютерных сетей?
27. Какие используются модели архитектуры «клиент—сервер»?
28. В чем отличие двухзвенной архитектуры «клиент—сервер» от трехзвенной?
29. Каковы особенности архитектуры «клиент—сервер», основанной на Web-технологии?
30. Каковы особенности Интернет-технологии?
31. Каковы основные компоненты Интернет-технологии?
32. Что такое браузер и какие его типы используются на практике?
33. Какие виды подключений используются для выхода в Интернет?
34. Какие протоколы используются для передачи данных в Интернете?
35. Каковы основные принципы и нормы работы Интернете?
36. Какие функции реализует интеллектуальная система?
37. Какова структура интеллектуальной системы?

38. Какие существуют разновидности интеллектуальных систем?
39. Каковы основные свойства информационно-поисковых систем?
40. Каковы основные свойства экспертных систем?
41. Каковы основные свойства расчетно-логических систем?
42. Каковы основные свойства гибридных экспертных систем?
43. Каковы типы моделей представления знаний в искусственном интеллекте?
44. В чем отличие фреймовых моделей от продукционных?
45. На какие типы предметных областей ориентированы экспертные системы?
46. Какие методы используются экспертными системами для решения задач?
47. В чем отличие поверхностных экспертных систем от глубинных?
48. По совокупности каких характеристик определяют особенности конкретной экспертной системы?
49. Что называют демонстрационным прототипом экспертной системы?
50. Какие инструментальные средства используются для построения экспертных систем?
51. Какие алгоритмы поиска решений используются в интеллектуальных системах расчетно-логического типа?
52. Каковы особенности гибридной экспертной системы?

Глава 6

Прикладные информационные технологии

Информационные технологии являются не только объектом исследований и разработки, но и средством создания информационных систем в различных предметных областях. Несмотря на специфику конкретных объектов, удалось разработать методологию, модели, методы и средства прикладных информационных технологий, что позволяет снизить затраты и сократить сроки информатизации. Спектр прикладных информационных технологий широк. Исходя из ограниченного объема учебника рассмотрены информационные технологии организационного управления (корпоративные информационные технологии), информационные технологии в промышленности и экономике, информационные технологии в образовании, информационные технологии автоматизированного проектирования.

Прикладные информационные технологии, основываясь на стандартных моделях, методах и средствах допускают формулировку, постановку и реализацию поставленных задач в терминах предметной области пользователя. Совершенствование данного класса технологий направлено на обеспечение автоматизированного формирования модели предметной области и погружения ее в стандартную инструментальную среду.

6.1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ (КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)

Корпоративное управление и создание корпоративных информационных систем в настоящее время опираются на различные информационные технологии, так как, к сожалению, не существует универсальной технологии. Можно выделить следующие три группы методов управления: ресурсами, процессами, корпоративными знаниями (коммуникациями). Среди информационных технологий в качестве наиболее используемых можно выделить следующие:

СУБД, Workflow (стандарты ассоциации Workflow Management Coalition), Интранет. На рис. 6.1 показаны место и назначение каждой из информационных технологий [1, 23].

На рис. 6.2 интенсивность цвета соответствует степени поддержки информационными технологиями методов управления.

Задача управления ресурсами относится к числу классических методик управления и является первой, где стали широко использоваться информационные технологии. Это связано с наличием хорошо отработанных экономико-математических моделей, эффективно реализуемых средствами вычислительной техники. Рассмотрим эволюцию задач управления ресурсами.

Первоначально была разработана методология планирования материальных ресурсов предприятия MRP (Material Requirements Planning), которая использовалась с методологией объемно-календарного планирования MPS (Master Planning Schedule). Следующим шагом было создание методологии планирования производственных ресурсов (мощностей) — CRP (Capacity Requirements Planning). Эта методология была принципиально похожа на MRP, но ориентирована на расчет производственных мощностей, а не



Рис. 6.1. Место и назначение информационных технологий

	Ресурсы	Процессы	Коммуникации- знания
СУБД			
Workflow			
Инtranет			

Рис. 6.2. Степень поддержки информационными технологиями методов управления

материалов и компонентов. Эта задача требует больших вычислительных ресурсов, даже на современном уровне.

Объединение указанных выше методологий привело к появлению задачи MRP «второго уровня» — MRP II (Manufacturing Resource Planning) — интегрированной методологии планирования, включающей MRP/CRP и использующей MPS и FRP (Finance Resource/requirements Planning) — планирование финансовых ресурсов. Далее была предложена концепция ERP (Economic Requirements Planning) — интегрированное планирование всех «бизнес-ресурсов» предприятия.

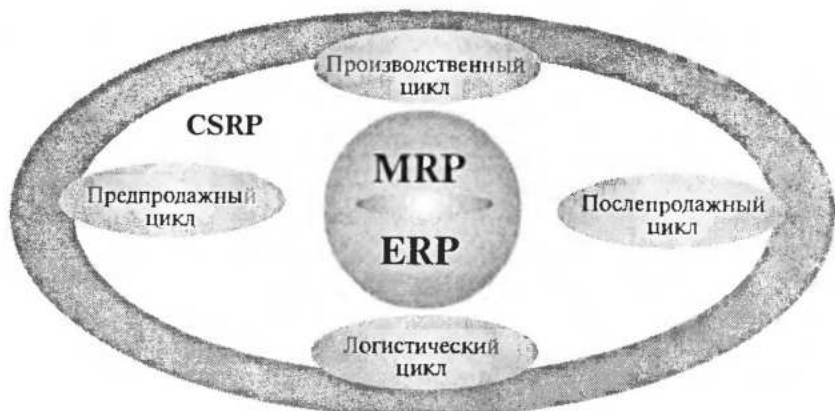
Эти методологии были поддержаны соответствующими инструментальными средствами. В большей степени к поддержке данных методологий применимы СУБД.

Следующим шагом было создание концепции управления производственными ресурсами — CSPP (Customer Synchronized Resource Planning) — планирование ресурсов, синхронизированное с потреблением. Отличием данной концепции является учет вспомогательных ресурсов, связанных с маркетингом, продажей и послепродажным обслуживанием. На рис. 6.3 показано соотношение между понятиями CSSP, ERP и стадиями жизненного цикла товара.

В связи с тем, что в современном производстве задействовано множество поставщиков и покупателей, появилась новая концепция логистических цепочек (Supply Chain). Суть этой концепции состоит в учете при анализе хозяйственной деятельности всей цепочки (сети) превращения товара из сырья в готовое изделие (рис. 6.4).

При этом акцент сделан на следующие факторы:

- стоимость товара формируется на протяжении всей логистической цепочки, но определяющей является стадия продажи конечному потребителю;
- на стоимости товара критическим образом сказывается общая эффективность всех операций;
- наиболее управляемыми являются начальные стадии производства товара, а наиболее чувствительными — конечные (продажные).

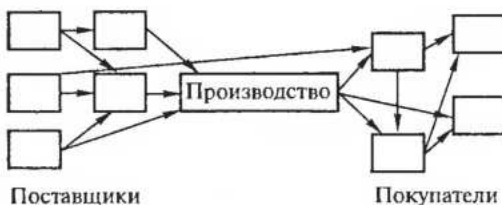


Р и с. 6.3. Соотношение между понятиями CSSP, ERP и стадиями жизненного цикла товара

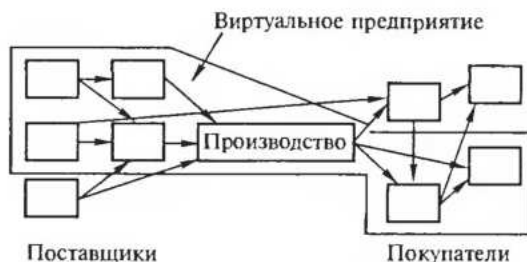
Дальнейшим развитием концепции логистических цепочек является идея виртуального бизнеса (рис. 6.5), представляющего распределенную систему нескольких компаний и охватывающего полный жизненный цикл товара, или разделение одной компании на несколько «виртуальных бизнесов».

Рассмотренные выше методологии нашли проявление как в отдельных программных продуктах, так и в рамках Интранета, как инструмента корпоративного управления.

Интранет представляет собой технологию управления корпоративными коммуникациями в отличие от Интернета, являющейся технологией глобальных коммуникаций. В телекоммуникационных технологиях выделяют три уровня реализации: аппаратный, программный и информационный. С этой точки зрения Интранет отличается от Интернета только информационными аспектами, где выделяются три уровня: универсальный язык представления корпоративных знаний, модели представления, фактические знания.



Р и с. 6.4. Концепция логистических цепочек



Р и с. 6.5. Идея виртуального бизнеса

Универсальный язык представления корпоративных знаний не зависит от конкретной предметной области и определяет грамматику и синтаксис. На данном этапе не существует единого языка описания и к этой категории может быть отнесен графический язык описания моделей данных, сетевых графиков, алгоритмов и др. Задачей универсального языка представления корпоративных знаний является: унификация представления знаний, однозначное толкование знаний, разбиение процессов обработки знаний на простые процедуры, допускающие автоматизацию.

Модели представления определяют специфику деятельности организации. Знания этого уровня являются метаданными, описывающими первичные данные.

Фактические знания отображают конкретные предметные области и являются первичными данными.

Инtranет дает ощутимый экономический эффект в деятельности организации, что связано в первую очередь с резким улучшением качества потребления информации и ее прямым влиянием на производственный процесс. Для информационной системы организации ключевыми становятся понятия «публикация информации», «потребители информации», «представление информации».

Архитектура Инtranета явилась естественным развитием информационных систем: от систем с централизованной архитектурой, через системы «клиент—сервер» к Инtranету.

Идея централизованной архитектуры была классически реализована в мэйнфреймах, отличительной чертой которых была концентрация вычислительных ресурсов в едином комплексе, где осуществлялось хранение и обработка огромных массивов информации. Достоинства: простота администрирования, защита информации.

При использовании персональных компьютеров появилась возможность переноса части информационной системы непосредственно на рабочее место. Таким образом, возникла необходимость

построения распределенной информационной системы. Этим целям соответствует архитектура «клиент—сервер», основанная на модели взаимодействия компьютеров и программ в сети (рис. 6.6).

В традиционном понимании системы «клиент—сервер» осуществляют поставку данных, и для них характерно следующее:

- на сервере порождаются данные, а не информация;
- для обмена данными между клиентами используется закрытый протокол;
- данные передаются на компьютеры клиентов, на них интерпретируются и преобразуются в информацию;
- фрагменты прикладной системы размещаются на компьютерах клиентов.

Основные достоинства систем «клиент—сервер»:

- низкая нагрузка на сеть (рабочая станция посылает серверу базы данных запрос на поиск определенных данных, сервер сам осуществляет поиск и возвращает по сети только результат обработки запроса, т.е. одну или несколько записей);
- высокая надежность (СУБД, основанные на технологии «клиент—сервер», поддерживают целостность транзакций и автоматическое восстановление при сбое);
- гибкая настройка уровня прав пользователей (одним пользователям можно назначить только просмотр данных, другим просмотр и редактирование, третьи вообще не увидят каких-либо данных);

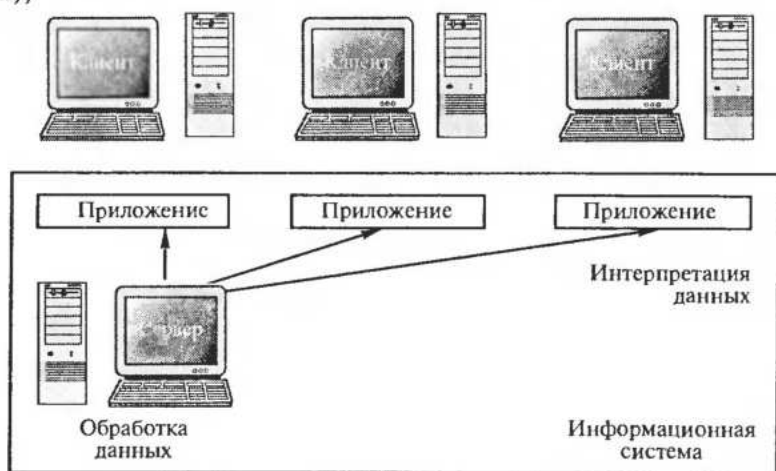


Рис. 6.6. Модель взаимодействия компьютеров и программ в сети

- поддержка полей больших размеров (поддерживаются типы данных, размер которых может измеряться сотнями килобайт и мегабайт).

Однако системам «клиент—сервер» присущ ряд серьезных недостатков:

- трудность администрирования, вследствие территориальной разобщенности и неоднородности компьютеров на рабочих местах;
- недостаточная степень защиты информации от несанкционированных действий;
- закрытый протокол для общения клиентов и сервера, специфичный для данной информационной системы.

Для устранения указанных недостатков была разработана архитектура систем Интранет, сконцентрировавших и объединивших в себе лучшие качества централизованных систем и традиционных систем «клиент—сервер» (рис. 6.7).

Вся информационная система находится на центральном компьютере. На рабочих местах находятся простейшие устройства доступа (навигаторы), предоставляющие возможность управления процессами в информационной системе. Все процессы осуществляются на центральной ЭВМ, с которой устройство доступа общается посредством простого протокола, путем передачи экранов и кодов нажатых клавиш на пульте.

Основные достоинства систем Интранет:

- на сервере вырабатывается информация (а не данные) в форме, удобной для представления пользователю;
- для обмена информацией между клиентом и сервером используется протокол открытого типа;



Р и с. 6.7. Архитектура систем «клиент—сервер»

- прикладная система сконцентрирована на сервере, на клиентах размещается только программа-навигатор;
- облегчено централизованное управление серверной частью и рабочими местами;
- унифицирован интерфейс, не зависящий от программного обеспечения, используемого пользователем (операционная система, СУБД и др.).

Важным преимуществом Интранета является открытость технологии. Существующее программное обеспечение, основанное на закрытых технологиях, когда решения разработаны одной фирмой для одного приложения, может быть, кажутся более функциональными и удобными, однако резко ограничивают возможности развития информационных систем. В настоящее время в Интранете широко используются открытые стандарты по следующим направлениям [15]:

- управление сетевыми ресурсами (SMTP, IMAP, MIME);
- телеконференции (NNTP);
- информационный сервис (HTTP, HTML);
- справочная служба (LDAP);
- программирование (Java).

Тенденции дальнейшего развития Интранета:

- интеллектуальный сетевой поиск;
- высокая интерактивность навигаторов за счет применения Java-технологии;
- сетевые компьютеры;
- превращение интерфейса навигатора в универсальный интерфейс с компьютером.

6.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКЕ

Внедрение информационных технологий в сферу производства, торговли, банковского дела первоначально развивалось по пути создания доморощенных информационных систем. Термин АСУП (автоматизированная система управления производством), появившийся в 60-е годы был на слуху десятки лет. Однако главная проблема комплексной автоматизации не была решена, но при этом был накоплен опыт разработок подобных систем и подготовлены специалисты, способные решать задачи внедрения информацион-

ных технологий в сферу управления бизнесом на современном уровне.

При проектировании АСУП зачастую игнорировались вопросы совместимости, стандартизации, что затрудняло внедрение современных технологий и приводило к большим затратам на модернизацию. В настоящее время, не смотря на специфику предметных областей, широкое распространение получили корпоративные информационные системы (КИС), базирующиеся на принципах корпоративных информационных технологий (см. подразд. 6.1) и современных стандартов (подразд. 8.3).

Выделяют три основных класса задач, решаемых с помощью КИС [27]. Это задачи:

- формирования отчетных показателей (налоговые службы, статистика, инвесторы и т.д.), получаемых на основе стандартной бухгалтерской и статистической отчетности;
- выработки стратегических управленческих решений по развитию бизнеса на основе базы высокоагрегированных показателей;
- выработки тактических решений, направленных на оперативное управление и решаемых на основе базы частных, высокодетализированных показателей, отражающих различные стороны локальных характеристик функционирования структуры.

Основной трудностью при внедрении КИС является диагностика.

Здесь можно выделить три этапа:

- 1) обследование, системный анализ и оценка существующей структуры и технологий управления;
- 2) разработка новых вариантов организационных структур и технологий управления на основе информационных технологий;
- 3) разработка положения по реорганизации управления, плана внедрения, регламента управленческого документооборота.

Условно выделяют тиражируемые, полузаказные и заказные КИС.

Тиражируемая КИС не требует доработки со стороны разработчика, существует сама по себе, не предоставляет возможности внесения изменений. Такие системы предназначены для малых предприятий.

Заказные системы при существующем уровне информационных технологий ушли в прошлое, они ненадежны, не соответствуют принятым стандартам и с трудом поддаются модернизации. Основная область их применения — производства с очень большой спецификой.

Полузаказные системы являются наиболее гибкими, в большей степени удовлетворяют требованиям заказчика, требуют меньших капитальных затрат. Основная область их применения — крупные предприятия (сотни документов в месяц и более пяти человек в цепочке бизнес-процессов).

В настоящее время на рынке корпоративных систем представлено большое число зарубежных разработок. Учитывая специфику принципов учета, управления, планирования, в российской экономике отечественные КИС занимают более прочные позиции. В табл. 6.1 представлены характеристики, функциональные возможности и области использования наиболее популярных отечественных КИС («Ай-Ти», «Галактика», «Парус», «1С») [8].

Т а б л и ц а 6.1

Характеристики	Фирма-разработчик			
	Ай-Ти	Галактика	Парус	1С
Тираж КИС:				
проданных лицензий	126	30000	300	30000
готовых проектов	2	600	1	Н/д
в стадии внедрения	10	150	5	Н/д
Управление финансами:				
главная книга	+	+	+	+
бюджет	+	+	+	+
расчеты с заказчиками и поставщиками	+	+	+	+
учет расчетов с подотчетными лицами	+	+	+	+
учет банковских операций	+	+	+	+
управление затратами центрами	+	+	+	*
субучет	+	+	+	+
финансовая отчетность и сводный баланс	+	+	+	+
организация произвольного состава справочников	+	+	+	+
организация произвольного набора документов, их структуры, взаимосвязей и алгоритмов обработки информации	+	+	*	+
построение произвольных отчетов (по выборке данных и формам представления)	+	+	*	+
организация многоуровневого учета средств по произвольному количеству ресурсов	Н/д	+	+	+
организация периодических расчетов произвольной глубины, периодичности и сложности	Н/д	—	+	+

Характеристики	Фирма-разработчик			
	Ай-Ти	Галактика	Парус	1С
поддержка многомерного и многоуровневого аналитического учета по бухгалтерским счетам	+	+	+	+
возможность работы в удаленных точках без использования серверов БД	+	+	+	+
произвольная настройка интерфейса и прав доступа для отдельных категорий пользователей	+	+	+	+
ведение журнала работы пользователем	+	+	+	+
отладка программных модулей пользователем	—	+	—	+
создание тиражных конфигураций, защищенных от изменений пользователем	+	+	+	+
финансовое планирование	+	+	+	+
финансовый анализ	+	+	+	+
календарное сетевое планирование	—	+	—	+
прогнозирование	+	+	+	—
производственное планирование	+	+	+	—
планирование потребностей в материалах	+	+	+	—
Управление персоналом:				
учет кадров	+	+	+	+
штатное расписание	+	+	+	+
расчет заработной платы	+	+	+	+
табельный учет	+	+	+	+
учет рабочего времени	+	+	+	+
Управление запасами:				
управление данными по запасам	+	+	В/р	—
статистическое управление запасами	+	+	В/р	—
управление размещением запасов	+	+	В/р	—
планирование распределения запасов	+	—	В/р	—
управление партиями	+	+	+	—
Управление снабжением:				
ведение предложений и контрактов	+	+	+	+
управление заказами	+	+	+	—
ведение статистики по снабжению	+	+	+	—
Управление сбытом:				
ведение предложений и контрактов на продажу	+	+	+	+

Характеристики	Фирма-разработчик			
	Ай-Ти	Галактика	Парус	IC
управление запасами на продажу	+	+	+	+
ведение статистики по реализации	+	+	+	+
управление маркетингом	—	+	В/р	Н/д
Управление производством:				
оперативное управление производством	—	+	В/р	—
техническая подготовка производства	—	+	—	+
калькуляция себестоимости продукции	—	+	В/р	—
техничко-экономическое планирование	—	+	В/р	—
планирование потребностей в производственных мощностях	+	+	+	—
ведение основных производственных данных по маршрутизации изделия	+	+	+	—
ведение основных производственных данных по составу изделия	+	+	+	—
учет затрат на производство	+	+	В/р	+
управление основными средствами и оборудованием	+	+	В/р	Н/д
Техническое обслуживание:				
организация техобслуживания и ремонта	+	+	В/р	+
обработка заявок	+	+	В/р	+
управление рекламациями	+	+	В/р	+
Управление проектами:				
финансовая подготовка проекта (сметы)	+	+	+	—
планирование проекта	+	+	—	—
конфигурация нестандартных изделий	+	+	—	—
Работа с торговым оборудованием:				
поддержка стандарта OPOS	—	—	—	+
фискальные контрольно-кассовые машины	—	+	—	+
POS-терминалы	—	+	—	+
электронные весы	—	+	—	+
принтеры штрих-кодов	—	+	—	+
сканеры штрих-кодов	—	+	—	+
терминалы сбора данных	—	—	—	+
Системные характеристики:				
поддержка работы с филиалами по единой базе данных	+	Репликация	Репликация	Репликация

Характеристики	Фирма-разработчик			
	Ай-Ти	Галактика	Парус	IC
ввод и обработка графической информации	+	—	—	+
электронное согласование документов	+	+	+	+
свободная компоновка рабочих мест	+	+	+	+
модернизация логики документооборота пользователем	+	+	+	+
реализованная модель архитектуры «клиент—сервер»	Трехуровневая	Двухуровневая	Двухуровневая	Двухуровневая
ОС сервера	Любая для Oracle Windows 95, NT	Любая для Oracle Windows 95, NT, DOS	Любая для Oracle Windows 95, NT	Любая для Windows NT
ОС рабочих станций	Oracle	Oracle	Oracle 7	Windows 95, NT
СУБД сервера КИС	Средства Oracle (Des/2000, Dev/2000, Prog/2000)	Прикладная часть — 4GL Vip, инструментальная часть — клиент — C++	Клиент — Delphi, сервер — PL/SQL	MS SQL 65
язык разработки КИС				MS C++, встроенный язык
Аппаратная платформа:				
клиентская часть	Intel	Intel	Intel	Intel
серверная часть	Любая для Oracle	Intel, любая для Oracle	Intel, HP 9000, DEC	Intel
Цены:				
базовый модуль ПО, долл. за 1 рабочее место	>1000	1000—2000	600—1000	280—960
зависимость цены от числа рабочих мест	Н/д	Линейная, скидки в зависимости от объемов	Скидки в зависимости от числа рабочих мест	Не зависит
обучение, долл./ч	>50	17	50	+
сопровождение	1 год бесплатно, далее 15% от стоимости лицензии	36% от стоимости лицензии	1 год бесплатно, далее 30% от стоимости лицензии	Линия технической поддержки бесплатно
замена версий	Входит в стоимость сопровождения	Входит в стоимость сопровождения	Входит в стоимость сопровождения	Модернизация за пол-цену
скидки для филиалов	+	+	+	+
скидки пользователям других КИС	Возможны	—	Возможны	—

Примечание: «+» — да; «—» — нет; «*» частично; В/р — находится в разработке; Н/д — нет данных.

В информатизации банковской деятельности происходили процессы, аналогичные рассмотренным выше. Выделяют два основных направления [8, 46]:

1) информатизация задач ввода и обновления оперативной информации, получения стандартной отчетности (OLTP-системы-On-Line Transaction Processing на базе промышленных СУБД);

2) информатизация аналитических задач высокого уровня (анализ деятельности банка, подготовка консолидированного отчета, расчет и управление рисками и др.).

В первом случае используются системы на базе промышленных СУБД, так называемые OLTP-системы.

Во втором случае используется технология информационных хранилищ (Data Warehouse) и приложений оперативной аналитической обработки OLAP (On-Line Analytic Processing). В табл. 6.2 представлены характеристики наиболее распространенных банковских информационных систем [52].

Таблица 6.2

№ п/п	Фирма-разработчик	Система	Базовый элемент технологий	СУБД	ОС сервера, БД	Инструмент разработки приложений	Число банков-клиентов
1	«R-Style Software Lab»	«RS-Bank 4»	Сделка	Btrieve	Novell NetWare; Windows NT	Си, Си++	600
2	«Диасофт»	«DiasoftBank 4.4»	Документ	Btrieve	Novell NetWare; Windows NT	Clarion for Windows	600
3	«Программ-Банк»	DOS-комплекс «Афина»	Проводка/документ	BtrieveOracle	Novell NetWare Unix; Windows NT	Clipper	400
4	«Инверсия»	«InvoBank» «Банк XXI век»	Сделка/документ Сделка/документ	Btrieve Oracle	Novell NetWare Unix; Windows NT	Си++ Developer 2000	250 6
5	ЦФТ	«IB System» «IB System Object»	Документ Документ	Btrieve Oracle	Novell NetWare; Windows NT Unix	Clipper IB Object	200 3
6	«Кворум»	«Банк-Кворум»	Операция	Btrieve	Novell NetWare; Windows NT; Unix	Турбо Паскаль 7.0, Атлантис	130
7	«CSBI EE»	«Банкир»	Документ	Progress	Unix; OS/2; Windows NT	4GL Progress	60

№ п/п	Фирма-разработчик	Система	Базовый элемент технологии	СУБД	ОС сервера, БД	Инструмент разработки приложений	Число банков-клиентов
8	«Форс»	«Ва-Банк»/ «Ва-Банк Старт»	Документ	Oracle	Novell NetWare, OS/2, Windows NT, Unix	Developer 2000	60
		«Ва-Банк» Плюс/Symbols-R»	Сделка- контракт	Oracle	Open Unix, VHS	Developer 2000, Oracle Forms 3.0	5
9	БИС	«Бисквит»	Доку- мент/сдел- ка	Progress 8.2	Unix	4GLProgress	61
10	«Кано- пус»	«Макро- Bank*2»	Проводка/ документ	Btrieve	Novell NetWare, Windows NT	СИ	40
		«Макро- Bank*3»	Документ/ сделка	MSSQL6.5	Novell NetWare, Windows NT	Delphi 3.0 (клиентская часть), Borland C++ Builder	1

Кроме КИС следует отметить программные системы, реализующие отдельные функции управления:

1. Бухгалтерские программы: 1С: Бухгалтерия, БЭСТ, Турбо-бухгалтер, Парус, Инфо-бухгалтер;
2. Системы автоматизации торговли: 1С: Торговля, Парус, БЭСТ 4, Фолио;
3. Информационно-справочные системы: Гарант, Консультант Плюс, Кодекс;
4. Программы для бизнес-планирования: Project Expert, Microsoft Project, Триумф-аналитик;
5. Системы автоматизации складского учета: 1С: Склад, Фолио, БЭСТ, Парус;
6. Системы автоматизации документооборота: Дело, Lotus Notus, 1С: Документооборот.

Отдельно от проблем построения КИС рассматривается направление создания автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Актуальность этой проблемы объясняется тем, что в старых системах зачастую выбранные элементы не стыкуются между собой, не удовлетворяют предъявляемым требованиям и нет средств и возможностей для исправления сложившейся ситуации. В настоящее время в области АСУ ТП гос-

подствующей является концепция открытых систем на основе системной интеграции, базирующаяся на следующих принципах [21]:

- совместимость программно-аппаратных средств различных фирм-производителей снизу-вверх;
- комплексная проверка и отладка всей системы на стенде фирмы-интегратора на основе спецификации заказчика.

В большинстве случаев АСУ ТП представляют двухуровневую систему управления. Нижний уровень включает контроллеры, обеспечивающие первичную обработку информации, поступающей непосредственно с объекта управления. Программное обеспечение контроллеров обычно реализуется на технологических языках типа языка релейно-контактных схем.

Верхний уровень АСУ ТП составляют мощные компьютеры, выполняющие функции серверов баз данных и рабочих станций, обеспечивающих хранение, анализ и обработку всей поступающей информации, а также взаимодействие с оператором. Основой программного обеспечения верхнего уровня являются пакеты SCADA (Supervision Control And DATA Acquisition).

Наиболее ярко концепция открытых систем прослеживается в открытой модульной архитектуре контроллеров — OMAC (Open Modular Architecture Controls), разработанной фирмой General Motors. Близкие к ним концепции предложены европейскими (European Open Systems Architecture for Control within Automation Systems — OSACA), японскими (Japan International Robotics and Factory Automation — IFORA, Japan Open Systems Environment for Controller Architecture — OSEC) и американскими (Technologies Enabling Agile Manufacturing — TEAM Projects) организациями. Содержание OMAC-требований заключается в основных терминах:

Open — открытая архитектура, обеспечивающая интеграцию аппаратного и программного обеспечения;

Modular — модульная архитектура, позволяющая использовать компоненты в режиме Plug and Play;

Scaleable — масштабируемая архитектура, позволяющая легко изменять конфигурацию для конкретных задач;

Economical — экономичная архитектура;

Maintenable — легко обслуживаемая архитектура.

Аппаратная платформа контроллеров базируется на миниатюрных PC-совместимых компьютерах, обладающих высокой надежностью, быстродействием, совместимостью в силу «родственности» с компьютерами верхнего уровня. Операционная среда PC-контроллеров также должна удовлетворять требованиям открытости.

Здесь наиболее распространенной является операционная система QNX (фирма QSSL, Канада). Архитектура QNX является открытой, модульной, легко модифицируемой. Спецификой работы с контроллерами является использование языков технологического программирования, описывающих сам технологический процесс и ориентированных на работу не программистов, а технологов. Накопленный опыт работы с подобными языками обобщен в стандарте IEC 1131-3, где определены пять основных языковых средств:

SFG — язык последовательных функциональных схем;

LD — язык релейных диаграмм;

FBD — язык функциональных блочных диаграмм;

ST — язык структурированного текста;

IL — язык инструкций.

6.3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Цель информатизации общества — создание гибридного интегрального интеллекта всей цивилизации, способного предвидеть и управлять развитием человечества. Образовательная система в таком обществе должна быть системой опережающей. Переход от консервативной образовательной системы к опережающей должен базироваться на опережающем формировании информационного пространства Российского образования и широком использовании информационных технологий [28].

Вхождение России в единое мировое информационное пространство ставит серьезные проблемы перед отечественным образованием. Начиная с 80-х годов, сумма знаний в обществе возрастает вдвое каждые 2 года. Изменится и структура знаний: доля традиционных знаний уменьшится с 70 до 40%, прагматических — с 15 до 10%, но возрастет доля новых знаний — с 5 до 15% и знаний, направленных на развитие творческих способностей личности — с 3 до 25%. Современное образование является поддерживающим, перспективное образование должно стать в информационном обществе опережающим.

Такое развитие информационного пространства требует обеспечения как психологической, так и профессиональной подготовленности всех участников образовательного процесса.

В условиях радикального усложнения жизни общества, его технической и социальной инфраструктуры решающим оказывается изменение отношения людей к информации, которая становится важнейшим стратегическим ресурсом общества. Успешность перехода к информационному обществу существенным образом зависит от готовности системы образования в кратчайшие сроки осуществить реформы, необходимые для ее приспособления к нуждам информационного общества.

По существу, речь идет о решении проблемы качественного изменения состояния всей информационной среды (пространства) обитания российского образования в сопряжении с отечественной наукой и общественной практикой, а также в сопряжении с мировой высшей школой и мировой наукой. Решение этой задачи открывает новые возможности для ускоренного прогрессивного индивидуального развития каждого человека в системе образования и для роста качества совокупного общественного интеллекта, что в перспективе окажет свое положительное влияние на все стороны общественной жизни России.

Эффективность процесса информатизации непосредственно зависит от эффективности процессов создания и использования информационного ресурса, т.е. всего информационного потенциала общества. Информационный ресурс фактически есть совокупность информации о прошлом и настоящем опыте человечества, база для воспроизводства новой информации.

По развитию информационного общества Россия отстала от многих западных стран. Это можно легко пронаблюдать на примере общего индекса зрелости информационного общества (Information Imperative Index). Он состоит из 20 четко сформулированных показателей из трех областей: социальной, информационной и компьютерной. Социальные показатели состоят из законодательной базы, регулирующих норм и политических факторов. Информационный показатель состоит в основном из сектора информатики и информационного бизнеса (программное обеспечение, мультимедиа и т.д.). Компьютерный показатель отражает объем и насыщенность рынка оборудования, такого как РС, Интернет, мобильные телефоны и пр. Россия находится на 34 месте из 54 стран, т.е. в группе III. Наилучшие показатели в России достигнуты в социальной сфере (20 место), затем идет информационная сфера (32 место), и наихудший уровень наблюдается в компьютерной сфере (46 место). Все это вместе составляет ясную картину, демонстрируя, что телекоммуникационная инфраструктура и аппаратное

обеспечение требуют в целом большего развития, чем законодательная база.

В процессе информатизации образования необходимо выделить следующие аспекты:

- методологический;
- экономический;
- технический;
- технологический;
- методический.

Проанализируем состояние и развитие каждого аспекта.

Методологический аспект. Здесь главной проблемой является выработка основных принципов образовательного процесса, соответствующих современному уровню информационных технологий. К сожалению, на данном этапе новые технологии искусственно накладываются на традиционные образовательные формы. Поэтому необходимо найти новые подходы к формированию основных требований к каждому уровню образования. Например, как сочетать традиционные требования умения грамотно писать и считать с возможностями компьютера, который это делает лучше и в силу присущей человеку лени не способствует формированию таких навыков. Аналогичный пример касается чтения. Легкий доступ к информационным ресурсам, создание которых никто не контролирует, атрофирует у человека стремление работать с литературой. Такие же тенденции прослеживаются в области черчения и других дисциплин. Реальные лабораторные исследования заменяются работой в виртуальной среде. Но поскольку технический прогресс остановить невозможно крайне важно выработать новые образовательные стандарты.

Экономический аспект. Экономической основой информационного общества являются отрасли информационной индустрии (телекоммуникационная, компьютерная, электронная, аудиовизуальная), которые переживают процесс технологической конвергенции и корпоративных слияний. Происходит интенсивный процесс формирования мировой «информационной экономики», заключающийся в глобализации информационных, информационно-технологических и телекоммуникационных рынков, возникновении мировых лидеров информационной индустрии, превращении «электронной торговли» по телекоммуникациям в средство ведения бизнеса.

К сожалению, наша страна активно не участвует в информационной индустрии, что во многом приводит к навязыванию западных стандартов в образовании.

Технический аспект. В настоящее время создано и внедрено достаточно большое число программных и технических разработок, реализующих отдельные информационные технологии. Но при этом используются различные методические подходы, несовместимые технические и программные средства, что затрудняет тиражирование, становится преградой на пути общения с информационными ресурсами и компьютерной техникой, приводит к распылению сил и средств. Наряду с этим различный подход к информатизации на школьном и вузовском уровнях вызывает большие трудности у учащихся при переходе с одного уровня обучения на другой, приводит к необходимости расходования учебного времени на освоение элементарных основ современных компьютерных технологий.

Отсутствие единой политики в области оснащения техническими и программными средствами в угоду сиюминутной выгоде инициирует использование устаревших информационных технологий, вызывает трудности при переходе с одного уровня обучения на другой, является препятствием для включения в мировую образовательную систему. Очень серьезным моментом, связанным с использованием низкосортной вычислительной техники, является игнорирование вопросов экологической безопасности работы с компьютерами. Этому аспекту за рубежом уделяется серьезное внимание и расходуются значительные средства на проведение в этой области научных исследований и практических мероприятий.

Поэтому необходима интеграция усилий участников образовательного процесса в рамках формирования единого информационного пространства общероссийского и регионального образования на единых концептуальных, методологических и технологических принципах. В связи с этим новизной данного проекта является разработка типовой модели информатизации со всеми компонентами компьютеризации и видами обеспечения. Научно-технический уровень современных базовых информационных технологий образования в целом, соответствует требованиям, предъявляемым прикладными информационными технологиями. Проблема заключается в недостаточном уровне проработки методологических вопросов.

При этом, как показывает анализ, огромные средства затрачиваются во всем мире на разработку многочисленных конкретных прикладных систем и уделяется совершенно недостаточное внимание методическим вопросам.

Технологический аспект. Технологической основой информационного общества являются телекоммуникационные и информационные технологии, которые стали лидерами технологического прогресса, неотъемлемым элементом любых современных технологий, они порождают экономический рост, создают условия для свободного обращения в обществе больших массивов информации и знаний, приводят к существенным социально-экономическим преобразованиям и, в конечном счете, к становлению информационного общества.

Методический аспект. Основные преимущества современных информационных технологий (наглядность, возможность использования комбинированных форм представления информации — данные, стереозвучание, графическое изображение, анимация, обработка и хранение больших объемов информации, доступ к мировым информационным ресурсам) должны стать основой поддержки процесса образования.

Усиление роли самостоятельной работы обучаемого позволяет внести существенные изменения в структуру и организацию учебного процесса, повысить эффективность и качество обучения, активизировать мотивацию познавательной деятельности в процессе обучения.

Основные факторы, влияющие на эффективность использования информационных ресурсов в образовательном процессе:

1. Информационная перегрузка — это реальность. Избыток данных служит причиной снижения качества мышления прежде всего среди образованных членов современного общества;

2. Внедрение современных информационных технологий целесообразно в том случае, если это позволяет создать дополнительные возможности в следующих направлениях:

- доступ к большому объему учебной информации;
- образная наглядная форма представления изучаемого материала;
- поддержка активных методов обучения;
- возможность вложенного модульного представления информации.

3. Выполнение следующих дидактических требований:

- целесообразность представления учебного материала;
- достаточность, наглядность, полнота, современность и структурированность учебного материала;
- многослойность представления учебного материала по уровню сложности;
- своевременность и полнота контрольных вопросов и тестов;
- протоколирование действий во время работы;
- интерактивность, возможность выбора режима работы с учебным материалом;
- наличие в каждом предмете основной, инвариантной и вариативной частей, которые могут корректироваться.

4. Компьютерная поддержка каждого изучаемого предмета, и этот процесс нельзя подменить изучением единственного курса информатики.

Положительным при использовании информационных технологий в образовании является повышение качества обучения за счет:

- большей адаптации обучаемого к учебному материалу с учетом собственных возможностей и способностей;
- возможности выбора более подходящего для обучаемого метода усвоения предмета;
- регулирования интенсивности обучения на различных этапах учебного процесса;
- самоконтроля;
- доступа к ранее недостижимым образовательным ресурсам российского и мирового уровня;
- поддержки активных методов обучения;
- образной наглядной формы представления изучаемого материала;
- модульного принципа построения, позволяющего тиражировать отдельные составные части информационной технологии;
- развития самостоятельного обучения.

Отрицательными последствиями использования информационных технологий в образовании являются следующие:

- психобиологические, влияющие на физическое и психологическое состояние учащегося, и, в том числе, формирующие мировоззрение, чуждое национальным интересам страны;
- культурные, угрожающие самобытности обучаемых;
- социально-экономические, создающие неравные возможности получения качественного образования;

- политические, способствующие разрушению гражданского общества в национальных государствах;

- этические и правовые, приводящие к бесконтрольному копированию и использованию чужой интеллектуальной собственности.

В этих условиях информатизация образования должна быть управляемой.

Наиболее важным при использовании компьютерных технологий являются следующие дидактические требования:

- целесообразность представления учебного материала;
- достаточность, наглядность, полнота, современность и структурированность учебного материала;
- многослойность представления учебного материала по уровню сложности;
- своевременность и полнота контрольных вопросов;
- протоколирование действий во время работы;
- интерактивность, возможность выбора режима работы с учебным материалом.

В настоящее время получили широкое применение следующие направления использования информационных технологий:

1. Компьютерные программы и обучающие системы, представляющие собой:

- компьютерные учебники, предназначенные для формирования новых знаний и навыков;
- диагностические или тестовые системы, предназначенные для диагностирования, оценивания и проверки знаний, способностей и умений;
- тренажеры и имитационные программы, представляющие тот или иной аспект реальности, отражающие его основные структурные и функциональные характеристики и предназначенные для формирования практических навыков;
- лабораторные комплексы, в основе которых лежат моделирующие программы, предоставляющие в распоряжение обучаемого возможности использования математической модели для исследования определенной реальности;
- экспертные системы, предназначенные для обучения навыкам принятия решений на основе накопленного опыта и знаний;
- базы данных и базы знаний по различным областям, обеспечивающие доступ к накопленным знаниям;
- прикладные и инструментальные программные средства, обеспечивающие выполнение конкретных учебных операций (об-

работку текстов, составление таблиц, редактирование графической информации и др.).

2. Системы на базе мультимедиа-технологии, построенные с применением видеотехники, накопителей на CD-ROM.

3. Интеллектуальные обучающие экспертные системы, которые специализируются по конкретным областям применения и имеют практическое значение как в процессе обучения, так и в учебных исследованиях.

4. Информационные среды на основе баз данных и баз знаний, позволяющие осуществить как прямой, так и удаленный доступ к информационным ресурсам.

5. Телекоммуникационные системы, реализующие электронную почту, телеконференции и т.д. и позволяющие осуществить выход в мировые коммуникационные сети.

6. Электронные настольные типографии, позволяющие в индивидуальном режиме с высокой скоростью осуществить выпуск учебных пособий и документов на различных носителях.

7. Электронные библиотеки как распределенного, так и централизованного характера, позволяющие по-новому реализовать доступ учащихся к мировым информационным ресурсам.

8. Геоинформационные системы, которые базируются на технологии объединения компьютерной картографии и систем управления базами данных. В итоге удастся создать многослойные электронные карты, опорный слой которых описывает базовые явления или ситуации, а каждый последующий — задает один из аспектов, процессов или явлений.

9. Системы защиты информации различной ориентации (от несанкционированного доступа при хранении, от искажений при передаче, от подслушивания и т.д.).

При создании компьютерных обучающих средств могут быть использованы различные базовые информационные технологии. Новые возможности, открываемые при внедрении современных информационных технологий в образовании, можно проиллюстрировать на примере мультимедиа-технологий. Появилась возможность создавать учебники, учебные пособия и другие методические материалы на машинном носителе. Они могут быть разделены на следующие группы:

1. Учебники, представляющие собой текстовое изложение материала с большим числом иллюстраций, которые могут быть установлены на сервере и переданы через сеть на домашний компьютер. При ограниченном количестве материала такой учебник может быть реализован в прямом доступе пользователя к серверу.

2. Учебники с высокой динамикой иллюстративного материала, выполненные на CD-ROM. Наряду с основным материалом они содержат средства интерактивного доступа, анимации и мультипликации, а также видеоизображения, в динамике демонстрирующие принципы и способы реализации отдельных процессов и явлений. Такие учебники могут иметь не только образовательное, но и художественное назначение. Огромный объем памяти носителя информации позволяет реализовывать на одном оптическом диске энциклопедию, справочник, путеводитель и т.д.

3. Современные компьютерные обучающие системы для проведения учебно-исследовательских работ. Они реализуют моделирование как процессов, так и явлений, т.е. создают новую учебную компьютерную среду, в которой обучаемый является активным участником и может сам вести учебный процесс.

4. Системы виртуальной реальности, в которых учащийся становится участником компьютерной модели, отображающей окружающий мир. Для грамотного использования мультимедиа-продуктов этого типа крайне важно изучение их психологических особенностей и негативных воздействий на обучаемого.

5. Системы дистанционного обучения. В сложных социально-экономических условиях дистанционное образование становится особенно актуальным для отдаленных регионов, для людей с малой подвижностью, а также при самообразовании и самостоятельной работе учащихся. Эффективная реализация дистанционного обучения возможна лишь при целенаправленной программе создания высококачественных мультимедиа-продуктов учебного назначения по фундаментальным, естественнонаучным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам. К сожалению, это требует значительных финансовых средств и пока не окупается на коммерческой основе, необходимы существенные бюджетные ассигнования в эту область. Реализация такой программы позволит по-новому организовать учебный процесс, увеличив нагрузку на самостоятельную работу обучаемого.

В процессе информатизации образования необходимо иметь в виду, что главный принцип использования компьютера — это ориентация на те случаи, когда человек не может выполнить поставленную педагогическую задачу. Например, преподаватель не может наглядно продемонстрировать большинство физических процессов без компьютерного моделирования. С другой стороны, компьютер должен помогать развитию творческих способностей учащихся, способствовать обучению новым профессиональным навыкам и умениям, развитию логического мышления. Процесс

обучения должен быть направлен не на умение работать с определенными программными средствами, а на технологии работы с различной информацией: аудио- и видео-, графической, текстовой, табличной.

Современные инструментальные средства позволяют реализовать всю гамму компьютерных обучающих средств. Однако их использование требует достаточно высокой квалификации пользователя. Поэтому в настоящее время разработаны и широко используются специальные инструментальные средства, характеристика которых представлена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

№ п/п	Название ИС, фирма-разработчик	Назначение	Возможности	Отличительные особенности
1	Адаптивная диалоговая информационная система АДОНИС (ADONIS), НПФ «Росфайл», г. Зеленоград	Организация библиотеки учебных курсов (УК). Резервирование УК в библиотеке. Формирование и корректировка параметров УК. Интерпретация УК в режиме обучения	Резервирование УК в библиотеке, формирование и корректировка параметров УК, интерпретация УК в режиме обучения и контроля с анализом свободно конструируемых ответов обучаемого с помощью развитого анализатора ответов и сбором статистики результатов обучения, распечатка содержимого курса	Введены векторные шрифты и трехмерная графика, расширены возможности текстового редактора, введены дополнительные утилиты
2	Автоматизированная обучающая система АОСМИКРО (AOSMICRO), Московский инженерно-физический институт (МИФИ)	Создание компьютерных обучающих программ	Связь между собой основных блоков и блока переменных, архивирование файлов графического материала. Рисунки формируются с помощью встроенного графического редактора	Удобный оконечный интерфейс пользователя; развитые возможности ввода ответов в форме чисел, текстовой строки, математической формулы, графики, структурной схемы; поддержка одновременного движения на экране до 15 графических объектов с возможностью управления с клавиатуры; высокая степень упаковки кадров

№ п/п	Название ИС, фирма-разработчик	Назначение	Возможности	Отличительные особенности
3	Универсальный редактор обучающих курсов УРОК (UROK), ТОО ДиСофт, Москва	Редактор обучающих курсов	Регистрация УК; формирование программ обучения; спецификация и хранение результатов обучения; формирование протокола обучения. Имеются однопользовательский и многопользовательский варианты для сетевой ОС Novell Netware	Развитые средства для анимации и моделирования динамических процессов, наличие сетевого варианта
4	СЦЕНАРИЙ (SCENARIO), Институт имитационных технологий, Санкт-Петербург	Создание компьютерных обучающих программ	Формальное описание набора компонентов компьютерной программы, порядка и правил их взаимодействия. Версии под MS DOS и Windows	Наглядная визуализация создаваемой программы в виде многоуровневой структурной схемы, каждый элемент которой может быть как отдельным блоком, так и новой структурной схемой
5	Слоистая машина (STRATUM COMPUTER), Уральский центр «Транслоерные технологии», г. Пермь	Разработка прикладных систем в различных сферах: обучение; графический дизайн, мультипликация; моделирование алгоритмизация; манипулирование данными и объектами	Фиксация неформальных образцов в виде чертежей, картинок, текстов, графиков, каркасных трехмерных изображений, музыкальных фрагментов. Моделирование, синтезирование и расчет всех объектов, поведение которых можно представить в математическом и алгоритмическом видах	—
6	Наставник (The Educator), Казанский научно-учебный центр НПО ВТИ	Разработка обучающих, контролирующих, демонстрационных курсов, тестирующих программ и рекламных «роликов» специалистами-предметниками без использования программирования	Позволяет создавать информационные компоненты (курсы, меню), служащие для объединения в иерархическую систему множества курсов, и глоссарии, дающие возможность произвольного доступа к информации	—

№ п/п	Название ИС, фирма-разработчик	Назначение	Возможности	Отличительные особенности
7	ТАМАС (TAMAS) Тамбовский ЦНИТ г. Тамбов	Создание электронного учебника на основе обобщенных страниц и его использование на основе принципа Multi Media при выводе разнородных страниц (графика, текст, музыка, речь)	Создание и редактирование текстового файла, графического файла в формате PCX, музыкального файла с пятиголосной мелодией по нотам, звукового файла формата Sound Digitizer и Sound Blaster, упакованной базы электронного учебника. Постраничный просмотр в режиме диалога кадров УК в произвольном порядке	—
8	Учитель и ученик (Teacher and Pupil), СП «Диалог» г. Набережные Челны	Обучение и контроль знаний	Для контроля знаний используется ответ в форме текстовой строки или выбор одного из предложенных ответов. Ведется статистика результатов контроля знаний	—
9	СИМТЕХ (SIMTEX), АО «СИМТЕХ», г. Омск	Обеспечивает решение прикладных задач	Реализация и анализ моделей и объектов различной физической природы, основанных на структурном представлении элементов типа «вход—выход», разработка обучающих систем по различным техническим дисциплинам, построение тренажеров для оперативного персонала и специалистов по автоматизации технологических объектов, разработка систем автоматизации испытаний и технической диагностики, сбор, обработка и анализ экспериментальных данных	—

№ п/п	Название ИС, фирма-разработчик	Назначение	Возможности	Отличительные особенности
10	Комплекс автоматизированных дидактических средств КАДИС, Самарский аэрокосмический университет	Технология дидактического проектирования, инструментальные средства и учебные комплексы по различным отраслям знаний	Просмотр теории, тренинг по теории, контроль по теории, работа со словарем терминов и понятий, решение задач с использованием специальных моделирующих или расчетных программ. Заполнение базы данных комплекса текстовой и графической информацией, упражнениями с выборочными, числовыми и конструируемыми ответами, подключение мультипликационных вставок, демонстрационных, расчетных и тренирующих программ	—
11	Универсальный инструмент разработки обучающих программ COSTOC (Computer Supported Of Computer science), MMT «International» и НПО «Центрпрограммсистем»	Создание компьютерных обучающих программ	Создание учебников по любому курсу обучения в вузе, техникуме, школе, управление обучением и контроль за выполнением заданий	—
12	Кобра (COBRA), Институт точной механики и оптики, Санкт-Петербург	Подготовка контролирующих программ	Регистрация и оценка результатов работы обучающегося, сбор статистики по всем обучающимся	Простота в использовании и высокая скорость подготовки учебного материала, достигаемые за счет ограничения возможностей по сравнению с универсальными системами благодаря наличию годовых форматов для контролирующих кадров различных типов. Работа с графическим редактором при отсутствии «мыши»

№ п/п	Название ИС, фирма-разработчик	Назначение	Возможности	Отличительные особенности
13	SHELP NOVEX Technology Ltd, Москва	Создание информационно-справочных систем, словарей, справочников, контекстных HELP, демонстрационных и обучающих программ	Автономные и резидентные информационно-справочные системы. Гипертекст для текстовых и графических кал-ров	Позволяет осуществлять вызов справочника из прикладной программы

К сожалению, большая часть учебных программных продуктов представляет собой аналоги существующих учебников. Более правильным является использование информационных технологий для изучения процессов и явлений, не поддающихся визуальному исследованию и изучению на основе существующих образовательных технологий. Другой сферой применения информационных технологий является домашнее образование.

Одним из направлений информатизации сферы образования, предлагаемых компанией ИВИТО (Интеграция и внедрение информационных технологий в образование) является разработка и поставка комплексных решений, включающих аппаратное и программное обеспечение, а также методическое сопровождение. В табл. 6.4 представлены программы, рекомендуемые для изучения компьютерных технологий в школе.

Таблица 6.4

Виды технологий	Программное обеспечение для Macintosh
Технологии работы с оперативной информацией	1. Graphic Converter, StuffIt Deluxe, DiskCopy, Chooser, Textar Converter 2. Adapted Toast, Camedia Master, Twinax Scanner 3. Adapted Toast, Camedia Master, Twinax Scanner
Сетевые технологии	1. AppleShare, AirPort 2. NetworkAssistant 3. Macintosh Manager, NetBoot
Технологии работы с операционными системами	1. Mac OS 9.1 2. Mac OS X, Windows 98 3. Linux, Unix, Windows NT
Издательские технологии	1. SimpleText, Маэстро, AppleWorks 2. Adobe PageMaker, PainterClassic 3. QuarkXPress, Acrobat, Photoshop, Illustrator, Freehand

Виды технологий	Программное обеспечение для Macintosh
Технологии работы с табличной информацией	1. AppleWorks 2. MS Excel, FileMaker 3. MS Excel, FileMaker
Технологии презентаций	1. AppleWorks 2. PowerPoint 3. OneApp SlideShope
Технологии работы с аудионформацией	1. SimpleSound, iTunes 2. ProTools 3. ProTools
Технологии работы с видеонформацией	1. iMovie 2. QuickTime, QuickTime VR 3. Final Cut Pro, Adobe Premiere
Технологии создания мультимедийных продуктов	1. KidPix, ЛогоМиры, HyperStudio 2. Macromedia Flash, Electrify, LiveStage 3. Macromedia Director
Интернет-технологии	1. Internet Explorer, Netscape Communicator, Microsoft Outlook, BBEdit, Dreamweaver 2. Adobe GoLive 3. Adobe GoLive
Технологии программирования	1. ПервоЛого, ЛогоМиры 2. RealBasic, JavaScript 3. AppleScript, JavaScript, Code Warrior Cold

Примечание: 1, 2, 3 — начальный, средний, специализированный уровни изучения информационных технологий.

Использование компьютеров Macintosh связано с тем, что фирма Apple, одна из немногих ориентирующих свою деятельность специально на образование.

Большое распространение в сфере образования получил Интернет. Ресурсы Интернета чрезвычайно обширны от компьютерных учебников, энциклопедий до шпаргалок. Диапазон применения Интернета простирается от самостоятельной работы до дистанционного образования, а круг пользователей включает и учащихся, и учителей. Большинство учебных заведений имеет собственные сайты.

Все существующие образовательные сайты можно разделить на две группы: «стихийные» и «организованные».

«Стихийные» сайты, пользующиеся большой популярностью, содержат рефераты, курсовые, дипломы и т.п. Они однотипны по своей структуре, как правило, включают тематические рубрики. Наиболее известны из таких WEB-ресурсов следующие адреса:

www.referat.ru; allreferats.narod.ru; www.referatov.net, <http://www.km.ru/education>.

«Организованные» сайты, имеют определенную структуру, направленную на решение ряда образовательных задач, и ориентированы на более широкий круг пользователей (преподавателей, учащихся, родителей). Портал «Поколение.ru» (www.pokoleniye.ru) включает разделы, являющиеся полноценными сайтами со своей структурой: «Учитель.ru», «Родитель.ru», «Писатель.ru» и др. Сайт <http://all.edu.ru> представляет официальную информацию Минобразования РФ, Федерации образования в Интернете, «Учительской газеты» и других организаций об образовании. Сайт emigrant.com.ru рассказывает о возможностях образования в Интернете за рубежом. Следует отметить, что дистанционное образование в Интернете, является бурно развивающимся направлением, приносящим большой доход. Основные достоинства такого обучения: низкая себестоимость, большая пропускная способность и интеграция в мировое образовательное пространство.

6.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Автоматизация проектирования традиционно является одной из эффективных задач в сфере любого производства. Так, например, в машиностроении производственный цикл предприятия, определяемый временем нахождения деталей, узлов и готовых изделий в цехах, составляет 1% всего времени от начала проектирования до выпуска готовой продукции, остальные 99% приходятся на опытно-конструкторскую, конструкторскую и технологическую подготовку производства. С другой стороны сложность решения задачи автоматизированного проектирования связана с многообразием и спецификой конкретных предметных областей.

Создание САПР-продуктов происходит в следующих направлениях [25]:

- универсальный графический пакет для плоского черчения, объемного моделирования и фотореалистической визуализации;
- открытая графическая среда для создания приложений (собственно САПР для решения разнообразных проектных и технических задач в различных областях);

- графический редактор и графическая среда приложений;
- открытая среда конструкторского проектирования;
- САПР для непрофессионалов (домашнего использования).

Наиболее полно возможности САПР-продукта на уровне универсального графического пакета можно проследить на примере AutoCAD 2000 — новой версии самого популярного в России чертежного пакета. Рассмотрим основные особенности новой разработки фирмы Autodesk [41]:

- возможность работы с несколькими файлами чертежей в одном сеансе без потери производительности;
- контекстное всплывающее меню, включающее группу операций буферного обмена, повтора последней операции, отмены действий и возврата отмененного действия, вызова динамических интерактивных операций панорамирования и зуммирования и др.;
- наличие средств моделирования, позволяющих редактировать твердотельные объекты на уровне ребер и граней;
- возможность обращения к свойствам объектов;
- возможность выбора, группировки и фильтрации объектов по типам и свойствам;
- наличие технологии создания и редактирования блоков;
- возможность вставки в чертеж гиперссылок;
- включение DesignCenter — нового интерфейса технологии drag-and-drop для работы с блоками, внешними ссылками, файлами изображений и чертежей;
- управление толщиной (весом) линий напрямую с воспроизводством на экране;
- возможность работы со слоями без вывода на печать;
- наглядная работа с размерами и размерными стилями;
- наличие средств управления видами и системами координат;
- наличие нескольких режимов визуализации от проволочного каркаса до закраски;
- наличие средств обеспечения точности ввода при создании и редактировании;
- возможность компоновки чертежей и вывода на печать;
- работа с внешними базами данных;
- наличие средств настройки с помощью редакторов Visual LISP и Visual Basic;

- совместимость версий (в форматах DWG AutoCAD R14, R13 и форматах DXF AutoCAD R14, R13, R12).

По оценкам специалистов AutoCAD 2000 является почти идеальным универсальным 2D/3D (двух- и трехмерной геометрии) графическим пакетом средней ценовой категории.

Создание приложений связано со спецификой конкретной предметной области и решается эта задача на различных инструментальных платформах. Рассмотрим эту проблему применительно к САПР в радиоэлектронике. Радиоэлектроника является очень широкой научно-технической областью, поэтому остановимся только на проблеме проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Основные требования, предъявляемые к САПР в области проектирования РЭА [13]:

- решение всего комплекса задач проектирования РЭА: ввод структурной, функциональной и принципиальной схем; проведение расчетов; моделирование; конструирование аппаратуры; технологическая подготовка производства и изготовление;

- наличие полной библиотеки элементов и узлов, источников (генераторов) сигналов и шумов, с большим набором параметров и возможностью их легкой модификации;

- наличие справочной базы данных и ГОСТов;

- проведение необходимых расчетов (надежности, мощности, рабочих режимов и других параметров);

- возможность импорта и экспорта информации из других информационных систем;

- поддержка разнообразной периферии.

Процесс проектирования РЭА принято разбивать на этапы (системный, схемный, конструкторский, технологический, производственный), а саму проектируемую РЭА на уровни (система, подсистема или аппаратура, прибор, блок, ячейка или узел). Исходя из такого разбиения, представляется естественным требование, чтобы САПР поддерживали все этапы и уровни проектирования в полном объеме. К сожалению, на практике данный подход полностью не реализован. Ниже в табл. 6.5 представлены наиболее распространенные в России САПР и обозначены обеспечиваемые ими этапы проектирования [13].

№ п/п	Система проектирования	Этапы проектирования							
		Схемный				Конструкторский			
		Уст- ройст- во	При- бор	Блок	Ячей- ка	Уст- ройст- во	При- бор	Блок	Ячей- ка
1	OrCAD	—	—	+	+	—	—	—	+
2	OrCAD Capture	—	—	+	+	—	—	—	—
3	P-CAD	—	—	+	+	—	—	—	+
4	ACCEL EDA	—	—	+	+	—	—	—	+
5	DesignLab	—	—	+	+	—	—	—	+
6	Симпатия	—	—	+	+	—	—	—	—
7	MR-CAD	—	—	—	+	—	—	—	—
8	TangoPRO	—	—	—	+	—	—	—	+
9	CADdy	—	—	—	+	—	—	—	+
10	SUSIE	—	—	—	+	—	—	—	—
11	Pspice	—	—	—	+	—	—	—	—
12	CircuitMaker	—	—	—	+	—	—	—	—
13	Dynamo	—	—	+	+	—	—	—	—
14	MicroCAP	—	—	—	+	—	—	—	—
15	Electronics Workbench	—	—	—	+	—	—	—	—
16	HyperSignal Block Diagram	—	+	+	+	—	—	—	—
17	System View	—	+	+	+	—	—	—	—
18	AutoCAD	—	—	—	—	+	+	+	+
19	T-FLEX CAD	—	—	—	—	+	+	+	+
20	EUCLID	—	—	—	—	+	+	+	+

Приведенные в табл. 6.5 САПР условно подразделяются на три группы:

- САПР уровня ячеек (P — CAD, OrCAD, DesignLab, ACCEL EDA, CADdy), обеспечивающие ввод схемы, разводку и производство печатных плат;

- схемотехнические САПР (PSPICE, MicroCAP, Electronics Workbench, SISIE, MR-CAD, Симпатия, CircuitMaker, Dynamo), обеспечивающие ввод схемы и ее моделирование;

- САПР объемных конструкций (AutoCAD, EUCLID, T-FLEX CAD и др.), обеспечивающие разработку и выпуск конструкторской документации.

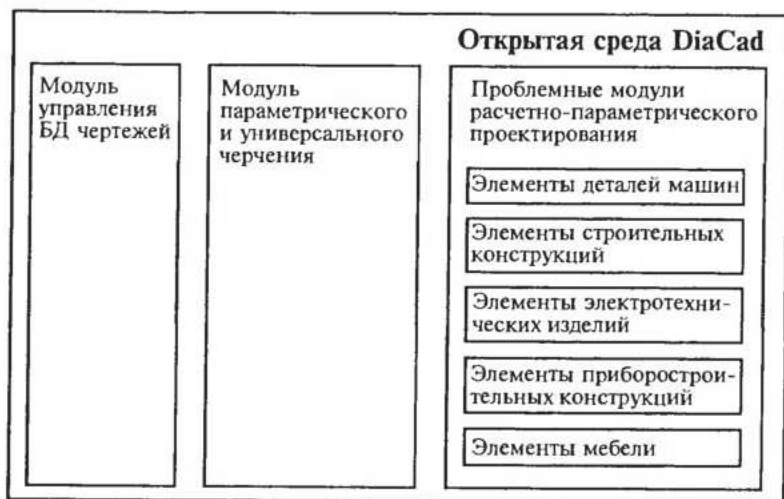
В последние годы большой интерес вызывают САПР для непрофессионалов (домашнего использования). Области их использования: индивидуальное строительство, любительское моделирование и конструирование, планирование ландшафта, интерьера и

др. Основные требования к системам подобного класса — приемлемая стоимость и невысокие требования к ресурсам компьютера. В табл. 6.6 приведены характеристики таких САПР, представленных на рынке [6].

Т а б л и ц а 6.6

№ п/п	Система проектирования	Характеристики компьютера	Возможности
1	ExtraCAD 3	Минимально допустимая конфигурация: процессор — 486/66, память — 8 Мб, ОС — DOS, видео — VGA. Оптимальная конфигурация: процессор — P90, память — 16 Мб, ОС — Windows 95, видеокарта 3D	Основные функции: дуги, сплайны, многоугольники, штриховка. Интерфейс — трудоемок. Документация — краткое описание
2	TurboCAD 4	Минимально допустимая конфигурация: процессор — 486DX/2, память — 8 Мб, ОС — DOS, видео — VGA. Оптимальная конфигурация: процессор — P90, память — 16 Мб, ОС — Windows 95, видеокарта 3D	Основные функции: дуги, сплайны, многоугольники, штриховка, проволоочные модели трехмерных объектов и их рендеринг, импорт чертежей из двумерных программ. Интерфейс — упорядочен, широкие возможности. Документация полная
3	TotalCAD	Минимально допустимая конфигурация: процессор — 486/66, память — 8 Мб, ОС — DOS, видео — VGA. Оптимальная конфигурация: процессор — P90, память — 16 Мб, ОС — Windows 95, видеокарта 3D	Основные функции: является упрощенной версией TurboCAD, отсутствуют трехмерное моделирование, штриховка области, смещение сетки. Интерфейс — удобный, широкие возможности. Документация — электронная версия
4	DesignCAD LT	Минимально допустимая конфигурация: процессор — 386, память — 8 Мб, ОС — DOS, видео — VGA. Оптимальная конфигурация: процессор — P90, память — 16 Мб, ОС — Windows 95, видеокарта 3D	Основные функции: двух- и трехмерное моделирование, сканирование чертежей, трассировка в векторный формат, экспорт в формате VRML. Интерфейс — широкие возможности, недостаточно удобен. Документация полная

Наиболее перспективным в области автоматизированного проектирования является использование открытых сред, основной особенностью которых является автоматизация процесса проектирования: выбор структуры объекта проектирования; необходимые расчеты, включая геометрические и т.д. Примером реализации такого подхода является СПРУТ-технология, реализованная в виде



Р и с. 6.8. Возможности проблемной ориентации DiaCAD

графической оболочки со сменной проблемной ориентацией DiaCAD [25]. На рис. 6.8 представлены возможности проблемной ориентации DiaCAD, а на рис. 6.9 возможные варианты реализации конструкторских систем проектирования.

Однако DiaCAD является только составной частью СПРУТ-технологии (рис. 6.10) и используется в тех случаях, когда удастся формализовать процесс проектирования в данной предметной среде. Там, где это невозможно, используются средства интерактивно-



Р и с. 6.9. Возможные варианты реализации конструкторских систем проектирования



Рис. 6.10. СПРУТ-технология

го черчения, так же как в известных средствах графического редактирования.

Возможности DiaCAD определяются перечнем решаемых задач:

- оперативная разработка чертежей с соблюдением требований ГОСТов;
- создание и использование иерархических графических баз данных;
- интерактивная параметризация чертежа и его типовых фрагментов;
- интеллектуальное редактирование (редактирование чертежа путем изменения значений размеров);
- получение параметризованных программ без программирования.

Функционально DiaCAD можно разделить на две части: среда администратора графической базы данных и среда конструктора.

Среда администратора графической базы данных предназначена для работы с иерархическими графическими базами данных и позволяет решать следующие задачи:

- создание базы данных с произвольной иерархической структурой;
- оперативный просмотр чертежа;
- копирование данных из одного чертежа в другой;
- вывод чертежа на графопостроитель или печатающее устройство.

Среда конструктора позволяет создавать и редактировать чертежи и геометрические модели.

Принципиальной отличительной особенностью DiaCAD является возможность создания на ее основе с использованием единой интегрированной среды СПРУТ собственной САПР.

Контрольные вопросы

1. Какие информационные технологии используются в корпоративном управлении?
2. Какие экономико-математические модели используются в корпоративном управлении?
3. В чем идея виртуального бизнеса?
4. На каких принципах основана архитектура «клиент—сервер»?
5. На каких принципах основана архитектура Интранета?
6. Какие открытые стандарты используются в архитектуре Интранета?
7. Определите классы задач, решаемых с помощью корпоративных информационных систем.
8. Какие существуют типы корпоративных информационных систем?
9. Сформулируйте основные направления информатизации банковской деятельности.
10. Какие программные системы используются в информатизации финансовой деятельности?
11. Назовите принципы информатизации управления технологическими процессами.
12. Что представляет собой модульная архитектура контроллеров?
13. Определите основополагающие аспекты информатизации образования.
14. Определите факторы, влияющие на эффективность использования информационных ресурсов в образовательном процессе.
15. Сформулируйте отрицательные последствия использования информационных технологий в образовании.
16. Назовите дидактические требования при использовании компьютерных технологий в образовании.
17. Каковы отрицательные и положительные качества использования информационных технологий в образовании?
18. Каковы основные направления использования информационных технологий в образовании?
19. Перечислите типы компьютерных обучающих программ, используемых в учебном процессе.
20. Сформулируйте основные направления создания САПР-продуктов.
21. Каковы основные особенности AutoCAD 2000?
22. Укажите основные требования, предъявляемые к САПР в области проектирования радиоэлектронной аппаратуры.
23. Что понимают под открытой средой в САПР-технологиях?
24. В каких случаях используется система DiaCAD?

Глава 7

Информационная технология построения систем

Практическое использование информационных технологий тесно связано с вопросами маркетинга и менеджмента информационных ресурсов, технологий и услуг, методологией проектирования информационных систем, управления качеством и стандартизации информационных технологий. В настоящее время в целом сформировалась идеология и практика применения информационных технологий. Однако необходима организация информационных процессов и технологий, как системы, для построения которой целесообразно применить системный подход.

Наиболее полно системный подход проявился при проектировании информационных систем. Предложена методология проектирования информационных систем, как коллективного процесса. Проанализированы основные этапы и задачи внедрения и сопровождения информационных технологий на основе объектно-ориентированной технологии, как основы создания открытых, гибких, многофункциональных систем для различных предметных областей. Значительное внимание уделено вопросам формирования модели предметной области использования различных средств для автоматизации процесса проектирования, анализу качества проектирования.

7.1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Классическое проектирование ИС берет свое начало в 70-х годах прошлого столетия. Одно из первых направлений получило название «каскадной» схемы проектирования. Она широко использовалась при проектировании АСУ и включала следующие стадии проекта: запуск, обследование, концепция технического задания, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, ввод в действие (внедрение). Основной особенностью данной методики является последовательная организация работ при разбиении структуры ИС на заранее определенный ряд подсистем: орга-

низационное, методическое, информационное, программное и аппаратное обеспечения. В западной литературе такая схема организации работ получила название «водопадной модели» (waterfall model) и включала дополнительно итерационные процедуры уточнения требований к системе и рассмотрения вариантов проектных решений. Основными недостатками «каскадной» схемы проектирования являются запаздывание получения конечных результатов и низкая эффективность.

В процессе совершенствования появилась схема непрерывной разработки ИС (рис. 7.1), использовавшаяся при реализации больших проектов фирмы IBM в 1970—1980 гг. Характерной особенностью данной методики стал непрерывный спиральный процесс разработки ИС с планируемыми точками передачи в эксплуатацию новых версий и новых функциональных подсистем.

Развитие схемы непрерывной разработки связано с совершенствованием циклических форм проектирования. Примером такого подхода является ускоренный метод проектирования, получивший название «Быстрое прототипирование». В проектный цикл дополнительно были включены стадии разработки макета-прототипа и его опробование. Недостатками схемы непрерывной разработки является жесткость используемых моделей проектирования и закрытость создаваемых ИС.

Следствием недостатков классических методов проектирования явился переход к системному проектированию.

Системный подход оперирует рядом категориальных понятий. Его фундаментальным понятием является понятие системы, давая которое необходимо преследовать определенную цель. Если целью является познание уже существующей системы, то вполне пригодным оказывается дескриптивное определение системы, которое заключается в следующем: система — это совокупность объектов, свойства которой определяются отношением между этими объектами [48]. Объекты называют подсистемами или элементами системы. Каждый объект при самостоятельном исследовании может рассматриваться как система. Функции объекта определяются его внутренним устройством. Таким образом, дескриптивное определение системы играет познавательную роль для объяснения

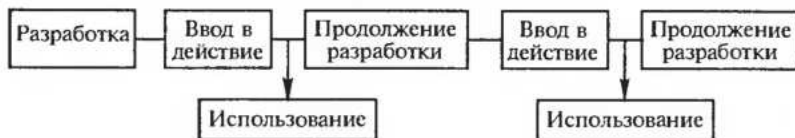


Рис. 7.1. Схема непрерывной разработки

функций, реализуемых ею. Функции системы проявляются в процессе ее взаимодействия с внешней средой. При этом важно определить границу между внешней средой и создаваемой системой. Это можно осуществить на основе конструктивного определения системы. Особое значение конструктивный подход имеет для технических систем.

Любая техническая система создается с заранее известной целью. Цель такой системы обычно является субъективной, поскольку она предлагается разработчиком, но эта цель должна исходить из объективных потребностей общества. Таким образом, можно считать, что цель формируется в процессе взаимодействия между явлениями окружающей нас действительности. При этом возникает ситуация, которая заставляет строить новую систему. Ситуация может стать проблемной, если она не разрешается имеющимися средствами. Могут создаваться новые недостающие средства, и в этом смысле ярким примером является информационная технология.

В обществе уже давно сформировались идеология и практика применения различных средств сбора, передачи, хранения, обработки и представления информации. Однако их разрозненное применение или использование их ограниченной совокупности не позволяло до сих пор получить значительный системный эффект. Необходим подход к информационным технологиям как к системе. Такой подход является обоснованным ввиду того, что информационная технология обладает единой целью, а именно — необходимостью формирования информационного ресурса в обществе, имеет сопрягаемые взаимодействующие средства ее реализации, характеризуется тенденцией развития в связи с интенсивным обновлением средств вычислительной техники и техники связи. Анализ информационных технологий как системы следует выполнять на основе дескриптивного определения, разработка информационных технологий должна базироваться на конструктивном подходе. Такой подход предполагает необходимость возникновения проблемной ситуации для разработки системы. Можно считать, что возникающая проблема порождает будущую систему. Прежде всего разработчик должен определить границы системы, полагая, что цель ее функционирования известна. Необходимо в состав системы включить те элементы, которые своим функционированием обеспечивают реализацию заданной цели, а следовательно, конструктивное определение системы состоит в следующем: система — это конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, которые выделяются из окружающей среды в соответствии с поставленной целью в рамках

определенного временного интервала ее реализации [48]. Все то, что не вошло в состав системы, относят к окружающей среде. Очевидно, что окружающая среда включает в себя другие системы, которые реализуют свои цели функционирования. Входы и выходы системы связаны с внешней средой. На модельном уровне выделяют модель системы, модель внешней среды на входе системы, модель внешней среды на выходе системы и модели связей между системой и внешней средой на входе и выходе. Внешней средой для информационной технологии могут выступать производство, научное исследование, проектирование, обучение и т. д. Связи между информационной технологией и внешней средой носят чисто информационный характер. В процессе взаимодействия с внешней средой реализуются основные функции информационной технологии. Функции как проявление свойств системы во времени тесно связаны с ее структурой. Deskриптивный подход реализуется путем изучения функции либо структуры системы. В соответствии с этим в теории систем получили применение функциональный и структурный подходы.

Учитывая, что структура отображает связи между элементами системы с учетом их взаимодействия в пространстве и во времени, можно утверждать, что структурный подход есть развитие deskриптивного подхода. Он служит для изучения (познания) какой-то существующей системы. Функциональный подход отображает функции системы, реализуемые в соответствии с поставленной перед ней целью. Поэтому функциональный подход есть развитие конструктивного. Функции системы должны быть заданы при ее построении и должны реализовываться при функционировании системы.

Структура системы описывается на концептуальном, логическом и физическом уровнях. Концептуальный уровень позволяет качественно определить основные подсистемы, элементы и связи между ними. На логическом уровне могут быть сформированы модели, описывающие структуру отдельных подсистем и взаимодействия между ними. Физический уровень означает реализацию структуры на известных программно-аппаратных средствах. Так как техническая система создается искусственно, то цель ее функционирования заранее субъективно известна. Можно считать, что этой цели соответствуют определенный перечень функций и некоторая оптимальная структура системы. Такая структура получила название формальной. Под ней понимают совокупность функциональных элементов и отношений между ними, необходимых и достаточных для достижения системой заданной цели. Формальная структура есть некоторая идеальная структура, не имеющая физического наполнения. Эта структура реализуется различными средствами, поэтому ей может соот-

ветствовать ряд реальных наполнений. Внешняя среда, взаимодействуя с информационной технологией как с системой, может выступать как метасистема, ставя перед ней определенные задачи и формулируя цели. Внедрение информационных технологий в жизнь общества за конечный временной интервал будет иметь эффект, если будут типизированы системы, в которые внедряются информационные технологии, и определены типовые структуры последних. В зависимости от системы, в которую внедряются информационные технологии, возможно различное пространственное распределение пользователей и средств информационной технологии. Разным может быть и комплекс решаемых задач. Характер и временной интервал реализации целей информационной технологии также зависят от того, в какой области она используется: в промышленности, научных исследованиях, проектировании, обучении и т.д. Весьма важным является согласование структуры информационной технологии с организационной структурой той системы, в которой она используется. Отсутствие типовых структур организационного управления предприятием, производственными процессами значительно затрудняет возможности использования информационных технологий. Возникает задача создания широкого набора конкретных информационных технологий, настроенных на параметры реальных систем. Таким образом, для инженера-системотехника информационная технология становится массовым объектом разработки.

При использовании информационных технологий в системном аспекте необходимо соблюдать следующие принципы:

1. Наличие сформулированной единой цели у информационных технологий в рамках разрабатываемой системы.

Для глобальной информационной технологии такой целью является формирование информационного ресурса в обществе. Для базовой информационной технологии целью может быть накопление информации и формирование знаний для создания концептуальной модели производства конечного продукта. Для каждого вида информационной технологии должны быть сформулированы свои локальные цели с подчинением их единой цели, определенной метасистемой.

2. Согласование информационных технологий по входам и выходам с окружающей средой.

В информационных технологиях как системе должны быть определены оптимальные точки доступа пользователей при условии их высокой интеллектуализации, что будет способствовать широкому внедрению информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Структура информационной технологии должна орга-

нически вписываться в организационную структуру той системы, где она применяется. Необходимо выполнить оптимальное распределение средств информационных технологий с адаптацией их к возможностям пользователей на всех уровнях управления производством, научным исследованием, проектированием.

3. Типизация структур информационных технологий.

Это прежде всего относится к базовым информационным технологиям. Должны быть проведены типизация систем, в которые внедряются информационные технологии, и типизация структур базовых технологий по областям их применения. Очевидны специфические особенности структурной реализации технологии в производстве, научном исследовании, комплексном испытании, проектировании, обучении. Особое внимание желательно обратить на конкретные информационные технологии с тем, чтобы имелась возможность их настройки на реальные параметры системы.

4. Стандартизация и взаимная увязка средств информационной технологии.

Опыт внедрения информационных технологий в различных предметных областях показал, что только при максимальной типизации проектных решений и стандартизации их реализаций возможен успех в использовании новой техники.

5. Открытость информационных технологий как системы.

При разработке информационной технологии исходная цель ее создания в ряде случаев будет неполной, поэтому создаваемая информационная технология должна быть способна к развитию как по вертикали, так и по горизонтали и охватывать все уровни управления и автоматизации производства. В процессе функционирования информационная технология за счет работы проектировщика должна пополняться новыми решениями задач. Необходимо предусмотреть и расширение модели предметной области, на которую настроены информационные технологии.

7.2. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Отличительная черта проектирования информационных систем (ИС) — коллективное проектирование. В связи с этим важное значение приобретает методология, основной целью которой является уменьшение цикличности и увеличение линейности проектирования.

Проектирование можно рассматривать как процесс, который дает начало изменениям в искусственной среде. Такое определение акцентирует внимание на последствиях внедрения. Проектировщик должен предвидеть конечный результат осуществления своего проекта и определять меры, необходимые для достижения этого результата. Важной чертой современного проектирования является усиление аспекта, отражающего изменения, которые должны произойти в среде использования результатов проектирования (производстве, экономике, управлении, образовании и т.п.). Основные принципы и закономерности проектирования определяются системотехникой.

Системотехника — направление в кибернетике, изучающее вопросы планирования, проектирования, конструирования и поведения сложных информационных систем, основу которых составляют универсальные средства преобразования информации — электронные вычислительные машины (ЭВМ).

Проектирование можно представить как цикл, каждая итерация которого отличается большей детализацией и меньшей общностью (рис. 7.2.)

Основными свойствами процесса проектирования являются дивергенция, трансформация, конвергенция.

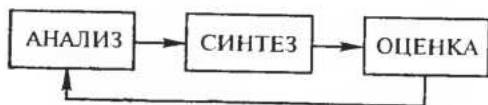
Дивергенция — расширение границ проектной ситуации с целью обеспечения более обширного пространства поиска решения.

Трансформация — стадия создания принципов и концепций (исследование структуры проблемы).

Конвергенция охватывает традиционное проектирование (программирование, отладка, проработка деталей).

Учитывая сложность проектирования ИС следует заострить внимание на трудностях этого процесса:

- предположение о конечном результате проектирования приходится делать еще до того, как исследованы средства его достижения;
- часто случается, что в ходе исследования событий в обратном порядке (от конечного результата) обнаруживаются непредвиденные трудности или открываются новые, более благоприятные возможности;



Р и с. 7.2. Процесс проектирования

• самая интересная и самая сложная часть разработки — это как раз поиск решения путем изменения формулировки задачи.

Основными особенностями исходных данных для проектирования ИС являются следующие:

• большое число действий, подлежащих реализации (многофункциональность);

• значительный объем и сложность ограничений на взаимосвязи проектируемой системы с окружением и трудности их формального описания;

• распределенный и асинхронный режим обработки данных;

• многообразие используемых информационных объектов и их свойств;

• нечеткость требований, их субъективный характер;

• неполнота требований, их расширение в процессе проектирования, необходимость учета развития системы.

Перечисленные особенности исходных данных обосновывают необходимость развития такого направления в проектировании информационных систем как функциональные спецификации (ФС).

Функциональные спецификации — это часть исходных данных для проектирования информационно-управляющей системы, определяющая, что должна сделать система и как она должна быть взаимосвязана с окружением. Разработка ФС тесно связана с обоснованием включения тех или иных действий в функциональные требования, но не заменяет его. Для математически определенного действия достаточно включить его наименование с указанием типов исходных данных. Однако при проектировании ИС именно выявление сущности выполняемого действия составляет один из важнейших элементов проектирования.

Процесс проектирования ИС требует больших временных, трудовых и материальных затрат, а ошибки при реализации проекта приводят к значительным экономическим потерям. Поэтому важна оценка риска проекта, при этом рассматривают характеристики трех составляющих:

- заказчика;
- исполнителя;
- проекта.

Характеристики заказчика, влияющие на оценку риска проекта:

- стабильность организационной структуры;
- удовлетворенность заказчика организационной структурой;
- уровень формализации процессов обработки данных в существующей технологии;
- существующий уровень автоматизации процессов сбора и обработки данных;
- уровень подготовки кадров в области автоматизированной технологии обработки данных.

Характеристики исполнителя, влияющие на оценку риска проекта:

- опыт разработки прикладного программного обеспечения (ПО);

- опыт работы с системным ПО;
- опыт работы с техническими средствами;
- предполагаемая смена технической и программной среды;
- наличие в группе специалистов в данной предметной области.

Общие показатели проекта, влияющие на оценку его риска:

- уровень охвата автоматизацией процессов обработки данных;
- наличие территориально разнесенных подразделений;
- объем обрабатываемых данных;
- наличие прототипов;
- требования к времени ответа;
- требования к достоверности данных;
- требования к надежности;
- требования к обслуживающему персоналу;
- характер обработки данных (сбор, поиск, представление, оптимизация).

Проектирование информационных систем будем рассматривать в следующих трех аспектах:

- стадии разработки;
- модели представления;
- уровни детализации.

Стадии разработки определяют в наиболее общей форме состав действий по проектированию ИС, их последовательность и требования к составу и содержанию проектной документации. Стадии разработки регламентируются ГОСТами и отраслевыми стандартами.

Модели представления определяют совокупность понятий (видов элементов и отношений между ними), привлекаемых для описания проектных решений в рамках конкретной предметной области на определенной стадии разработки, выбранной методики проектирования.

Уровни детализации определяют иерархическую декомпозицию компонентов проектируемой системы. Они могут регламентироваться в рамках определенной методики проектирования.

Модель представления — это синтаксически и семантически определенная средствами ядра совокупность конфигураций, позволяющая описывать, анализировать и документировать заданные аспекты проектируемой системы на заданных стадиях разработки с различными уровнями детализации ее элементов.

Предлагается ввести пять основных моделей представления для проектирования информационных систем:

- функциональная модель;
- модель данных;
- модель пользовательского интерфейса;
- структура программных модулей;
- логика.

Первые две модели представления в качестве основных используют следующие виды элементов:

- действие;
- данное;
- систему;
- объект;
- атрибут.

Функциональная модель ориентирована на описание систем, способных выполнять действия над данными.

Модель данных ориентирована на описание структуры информационных объектов, их функциональных взаимосвязей, необходимых для поддержания заданных действий.

Указанные две модели взаимно дополняют друг друга, разрабатываются совместно и не требуют привлечения понятий языков программирования высокого уровня.

Модель пользовательского интерфейса ориентирована на описание взаимодействий пользователей с проектируемой системой, состава форм представления и команд управления заданиями.

Структура программных модулей ориентирована на описание статической структуры программой системы и опирается на понятия языков программирования высокого уровня.

Логика ориентирована на описание потока управления (последовательности выполнения) операторов программной системы и действий пользователей.

Для представления структуры ИС может быть использована информационно-логическая модель, основу описания которой представляет граф, отражающий типизированные связи между типизированными компонентами. Каждый компонент представляется парой: <имя типа><имя компонента>

Каждая связь представляется совокупностью элементов:

<имя типа>

<имя исходного компонента>

<имя вида отношения>

<имя типа>

<имя связанного компонента>

Метаобъекты — это базовые компоненты для конструирования модели предметной области.

Виды элементов — это экземпляры конкретного метаобъекта.

Модель представления конкретной предметной области есть описание совокупности видов элементов и их взаимосвязей.

Элемент — это экземпляр вида элемента.

Конкретные проектные данные представляются в виде совокупности элементов и их разнообразных взаимосвязей.

Используется три вида цепочек связей:

метаобъект.<имя метаобъекта> — описание структуры метаобъектов;

<имя метаобъекта>.<имя вида элемента> — описание структуры видов элементов;

<имя вида элемента>.<имя элемента> — описание связей элементов.

Важным элементом проектирования ИС является ядро моделей представления функциональных спецификаций, опирающееся на следующие компоненты: конфигурацию и структуру.

Конфигурация определяется как граф, представляющий интересующий разработчика аспект проектируемой системы. Вершинам этого графа ставятся в соответствие элементы различных видов системы. Дугам графа ставятся в соответствие интересующие отношения между элементами.

С дугами и вершинами могут быть связаны разнообразные количественные меры, задаваемые соответствующими функциями принадлежности.

Структура — это совокупность конфигураций. Таким образом, структура системы определяется через множество выбранных видов элементов, множество элементов, множество рассматриваемых видов отношений и множество функций принадлежности, характеризующих количественно связи элементов.

Структура (лат. *structura*) — прочная, относительно устойчивая связь (отношение) и взаимодействие элементов, сторон, частей предмета, явления, процесса как целого.

Ядро — это система понятий, посредством которой можно определять интересующие разработчика конфигурации и структуры проектируемой системы. Основными понятиями ядра являются:

вид_элемента — определяет устойчивый для конкретной предметной области набор свойств, объединяющий конкретные проектируемые компоненты в группы;

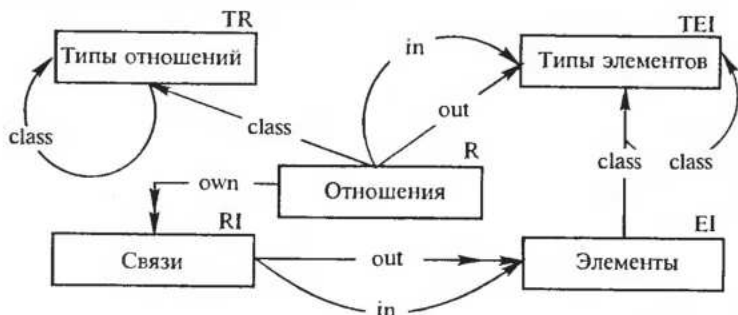
вид_отношения — определяет устойчивые для конкретной предметной области группы связей между проектируемыми компонентами;

отношение — определяется видами элементов, вступающими во взаимосвязь и видом отношения, задающим семантику связей.

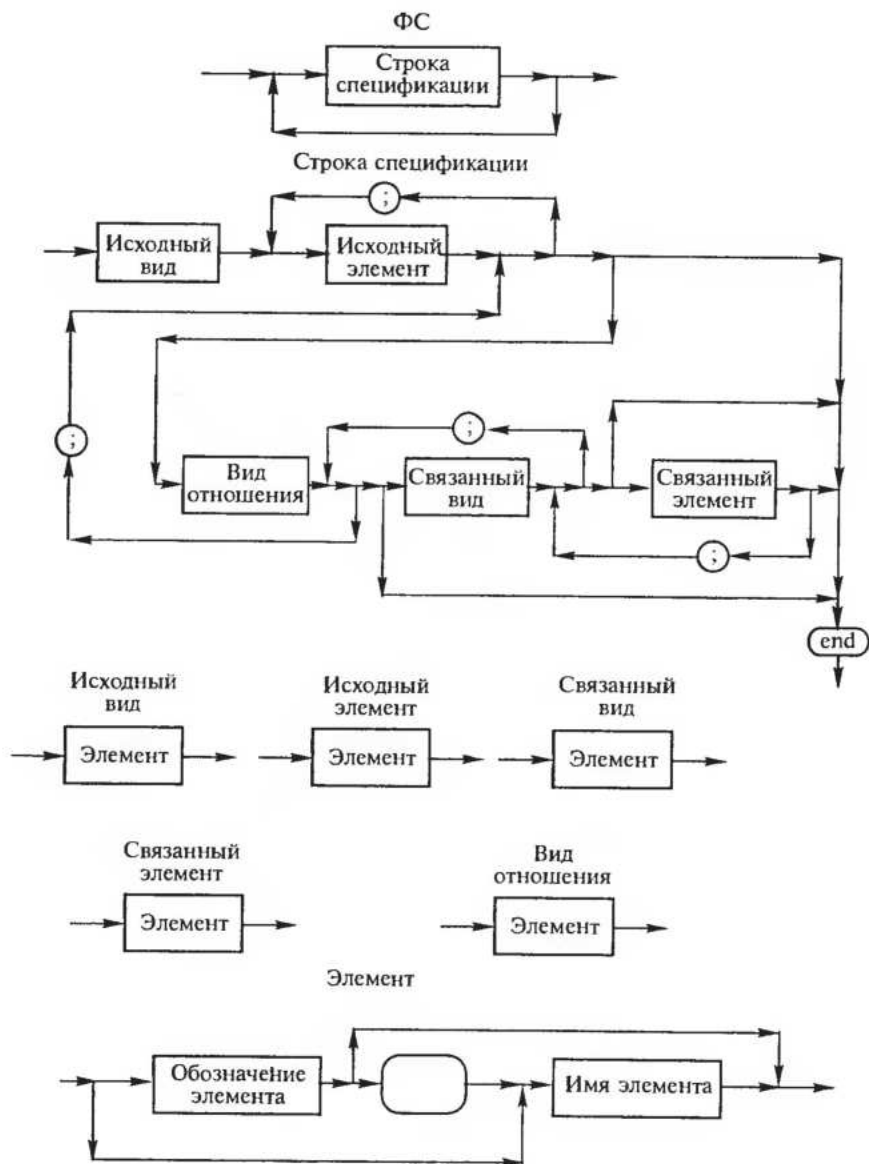
Ядро позволяет описывать требуемые виды отношений, виды элементов и отношения.

На рис. 7.3 показана схема ядра моделей представления функциональных спецификаций ИС.

Синтаксис языка функциональных спецификаций представлен в виде синтаксических диаграмм на рис. 7.4.



Р и с. 7.3. Схема ядра моделей представления функциональных спецификаций ИС



Р и с. 7.4. Синтаксис языка функциональных спецификаций ПО

7.3. ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Современный уровень инструментальных средств позволяет работать на компьютере на определенном уровне, например, при использовании редакторов, многим пользователям. Однако при углубленной работе с информацией, связанной с ее сбором, созданием базы данных, обработкой информации, представлением для дальнейшего использования возникают значительные трудности. Это связано с невозможностью работы в компьютерной среде на естественном языке. Вся информация, описывающая конкретную предметную область должна быть определенным образом абстрагирована и формализована.

Основными направлениями формализации информации о предметной области являются:

- теория классификации, базирующаяся на таксономическом и мерономическом описании информации. Таксономическое описание основано на идеологии множеств, а мерономическое осуществляется через строго формализованное определение классов;
- теория измерений, предлагающая базу для качественных и количественных измерений через классификационные и порядковые шкалы;
- семиотика, изучающая знаковые системы с точки зрения синтактики, семантики и прагматики.

Прежде чем перейти непосредственно к вопросам формализации и абстрагированного описания кратко коснемся вопросов терминологии.

Понятие информации в общем плане должно быть связано с определенной предметной областью, свойства которой она отражает. В более узком плане понятие информации связано с определенным объектом. При этом наблюдается относительная независимость информации от носителя, поскольку возможны ее преобразование и передача по различным физическим средам с помощью разнообразных физических сигналов безотносительно к ее содержанию, т.е. к семантике, что и явилось центральным вопросом многих исследований, в том числе и в философской науке. Информация о любом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурного либо вычислительного эксперимента, а также на основе логического вывода. Поэтому говорят о доопытной, или априорной информации и послеопытной, т.е. апостериорной, полученной в итоге эксперимента.

Предметная область — реальный мир, который должен быть отражен в информационной базе.

Факты — результат наблюдения за состоянием предметной области.

Данные — вид информации, отличающийся высокой степенью форматированности в отличие от более свободных структур, характерных для речевой, текстовой и визуальной информации

Информационная база (база данных) — совокупность данных, предназначенных для совместного применения.

Знания — итог теоретической и практической деятельности человека, отражающий накопление предыдущего опыта и отличающийся высокой степенью структуризации.

В знаниях можно выделить три основные составные части:

- декларативные (факторальные знания), представляющие общее описание объекта, что не позволяет их использовать без предварительной структуризации в конкретной предметной области;
- понятийные (системные) знания, содержащие помимо первой части, взаимосвязи между понятиями и свойства понятий;
- процедурные (алгоритмические) знания, позволяющие получить алгоритм решения.

Предмет — всякая материальная вещь, объект познания. В логике предметом называется все то, на что направлена наша мысль; все то, что может быть как-то воспринято, названо и т.д. В этом смысле предметом считаются также суждение, понятие, умозаключение. В математической логике предметы обозначаются символами — предметными константами и предметными переменными.

Свойство — то, что присуще предметам, что отличает их от других предметов или делает их похожими на другие предметы. Каждый предмет обладает бесчисленным множеством свойств. Свойства проявляются в процессе взаимодействия предметов.

Признак — все то, в чем предметы, явления сходны друг с другом или в чем они отличаются друг от друга; показатель, сторона предмета или явления, по которой можно узнать, определить или описать предмет или явление.

Атрибут (лат. *attributum* — предназначенное, наделенное, присвоенное) — неотъемлемое, существенное, необходимое свойство, признак предмета или явления, без которого они не могут существовать, быть самими собой, в отличие от случайных, преходящих, несущественных свойств, или акциденций.

Таким образом, для современного состояния информационных технологий необходим переход от информационного описания предметной области к представлению на уровне данных, осуществляемый на основе декомпозиции, абстракции, агрегирования.

Декомпозиция — это разбиение системы (программы, задачи) на компоненты, объединение которых позволяет решить данную задачу.

Абстракция позволяет правильно выбрать нужные компоненты для декомпозиции.

Абстракция представляет собой эффективный способ декомпозиции, осуществляемый посредством изменения списка декомпозиции.

Абстракция предполагает продуманный выбор компонент. Процесс абстракции может быть рассмотрен как некоторое обобщение. Он позволяет забыть о различиях и рассматривать предметы и явления так, как если бы они были эквивалентны.

Выделение общего у процессов и явлений есть основа классификации. Иерархия абстракций представляет собой фактически схему классификации.

Агрегирование — процесс объединения предметов в некоторую группу не обязательно в целях классификации. Агрегирование выполняется с некоторой целью.

Способы абстрагирования:

- абстракция через параметризацию;
- абстракция через спецификацию.

Абстракция через параметризацию — выделение формальных параметров с возможностью их замены на фактические в различных контекстах.

Выделение формальных параметров позволяет абстрагироваться от конкретного приложения и базируется на общности определенных свойств конкретных приложений.

Абстракция через спецификацию позволяет абстрагироваться от внутренней структуры до знания свойств внешних проявлений (результата).

Модель данных — модель, используемая при абстрагировании. **Концептуальная модель** — абстрагированное описание предметной области.

После знакомства с вопросами терминологии Вы получили возможность разговаривать на профессиональном языке и можно перейти к проблемам конструирования информационного обеспечения. Первой в этом ряду стоит проблема анализа предметной области.

При анализе предметной области принято выделять три этапа:

- анализ требований и информационных потребностей;

- определение информационных объектов и связей между ними;

- конструирование концептуальной модели предметной области.

Этап анализа требований и информационных потребностей включает следующие задачи:

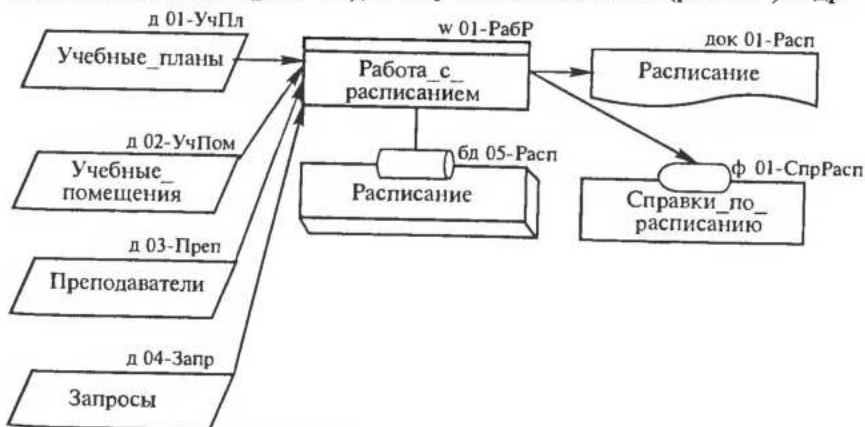
- определение перечня задач по извлечению, обработке, хранению, транспортировке и представлению (в том числе документированию) информации;

- определение требований к составу, структуре, формам представления информации;

- прогнозирование возможных изменений информационных ресурсов как в количественном, так и в содержательном плане.

Рассмотрим пример анализа предметной области. Выберем область деятельности, знакомую всем студентам — учебный процесс. Предположим, нам поручили разработать информационную систему «Расписание занятий».

Каждый из участников действия имеет свое представление об информации данной предметной области. Нашей задачей является обобщение этих представлений, получаемых путем опроса участников информационных процессов и анализа документов. Все действия желательно фиксировать в виде определенных документов на бумаге или в памяти компьютера. Форма фиксации может быть любая: структурная схема, блок-схема, таблица и т.д. Например, в качестве таковых можно использовать следующие виды документов: схему внешних информационных связей (рис. 7.5), схему детализации действия (рис. 7.6), схему потоков данных (рис. 7.7) и др.



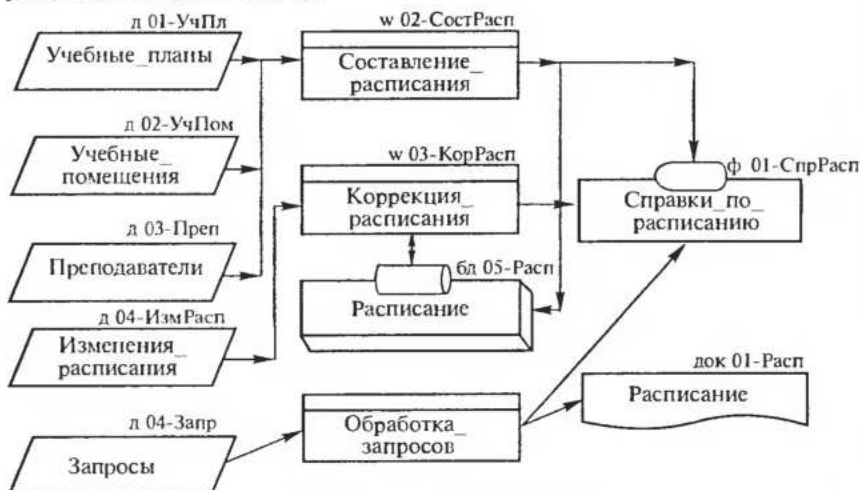
Р и с. 7.5. Схема внешних информационных связей



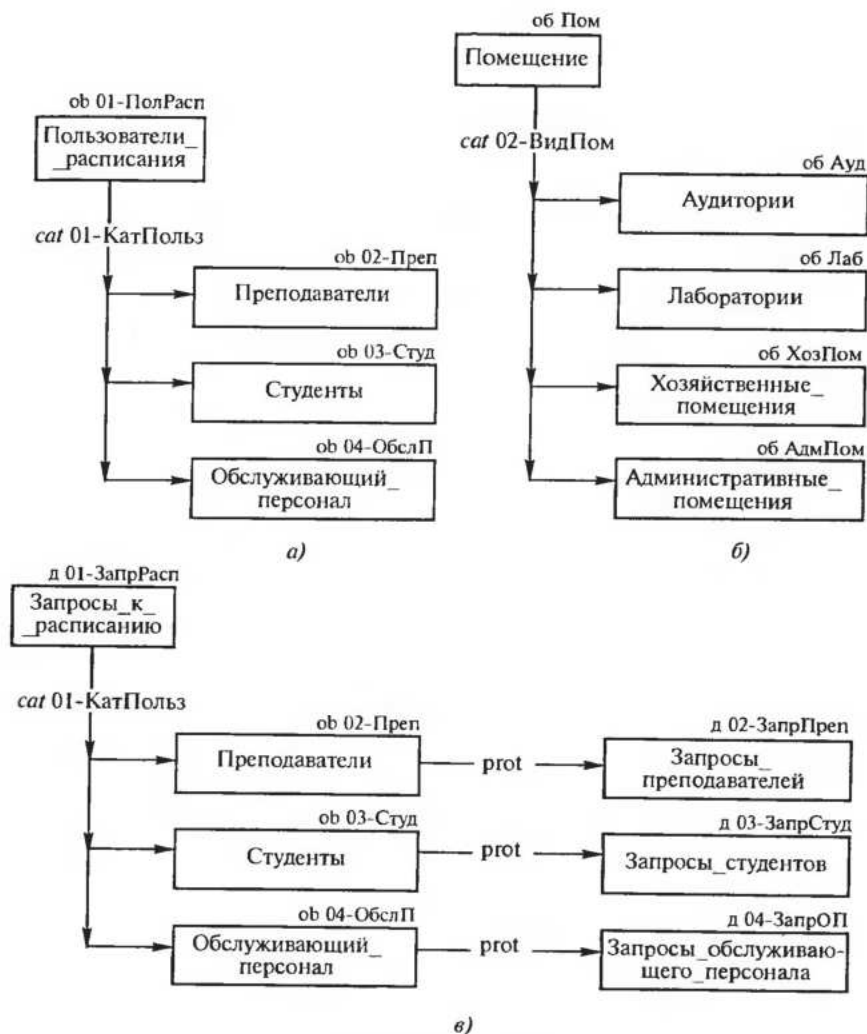
Р и с. 7.6. Схема детализации действия

Используем предложенные типы документов.

1. Схема внешних информационных связей. Действие — Работа_с_расписанием.
2. Схема детализации действия. Действие — Работа_с_расписанием.
3. Схема потоков данных. Действие — Работа_с_расписанием.
4. Схемы классификации: объект — пользователи расписания (рис. 7.8, а); объект — помещение (рис. 7.8, б); данные — запросы к расписанию (рис. 7.8, в).



Р и с. 7.7. Схема потоков данных



Р и с. 7.8. Схемы классификации

5. Схема детализации. Данные — справки по расписанию (рис. 7.9).

6. Схема классификации. Данные — справки по расписанию (рис. 7.10).

Тщательность проведения этапа анализа определяет в дальнейшем эффективность работы информационной системы, возмож-



Р и с. 7.9. Схема детализации

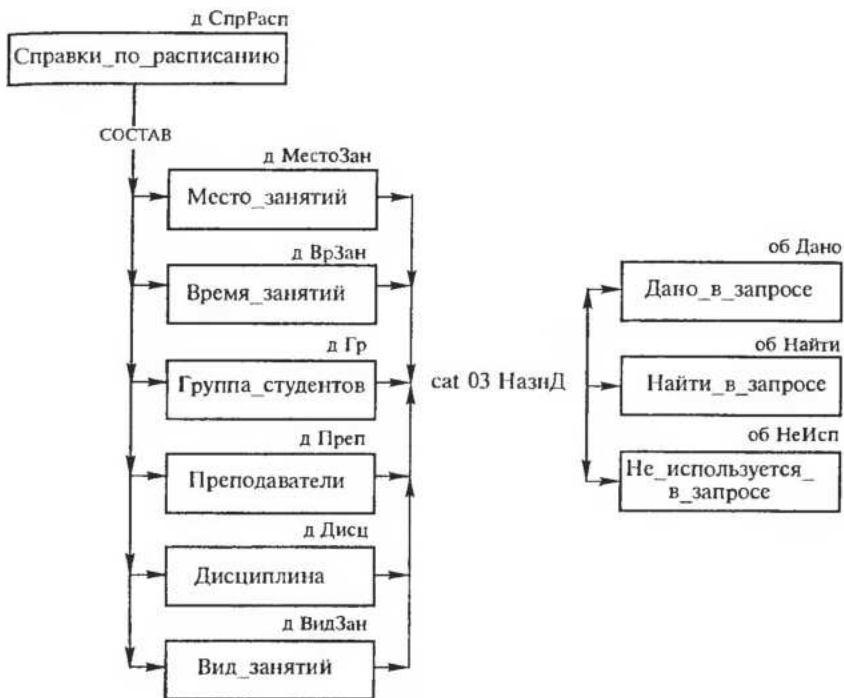
ность дальнейшего наращивания информационных ресурсов, адаптируемость к изменению требований к системе.

После анализа требований и информационных потребностей можно перейти к следующей фазе — определению информационных объектов и связей между ними.

Основной задачей данного этапа является разбиение предметной области на составные части путем декомпозиции, осуществляемой по определенным правилам.

На данный момент существуют два основных подхода к этому процессу, отличающихся критериями декомпозиции: функционально — модульный (структурный) и объектно-ориентированный.

Функционально-модульный подход основан на принципе алгоритмической декомпозиции с выделением функциональных элементов и установлением строгого порядка выполняемых действий, т.е. в основе лежит иерархический подход с выделением вначале функциональных действий, затем независимых компонентов с дальнейшей их детализацией.



Р и с. 7.10. Схема классификации

Объектно-ориентированный подход основан на объектной декомпозиции с описанием поведения системы в терминах взаимодействия объектов.

Главным недостатком функционально-модульного подхода является однонаправленность информационных потоков и недостаточная обратная связь. В случае изменения требований к системе это приводит к полному перепроектированию, поэтому ошибки, заложенные на ранних этапах, сильно сказываются на продолжительности и стоимости разработки. Другой важной проблемой является неоднородность информационных ресурсов, используемых в большинстве информационных систем. В силу этих причин в настоящее время наибольшее распространение получил объектно-ориентированный подход.

Основные понятия, используемые при декомпозиции предметной области на основе объектно-ориентированного подхода — объект, класс, экземпляр, атрибут, связь между объектами, связь между атрибутами.

Объект — это абстракция множества предметов реального мира, обладающих одинаковыми характеристиками и законами поведения. Объект характеризует собой типичный неопределенный элемент такого множества. Основной характеристикой объекта является состав его атрибутов (свойств). Иным образом, объект можно характеризовать как факт, лицо, событие, предмет, определяемый совокупностью данных. В примитивном плане — объект это то, что отвечает на вопрос «кто?», «что?». Объект может быть реальным (например, человек, предмет, географический пункт) и абстрактным (например, событие, счет покупателя, изучаемый учебный курс).

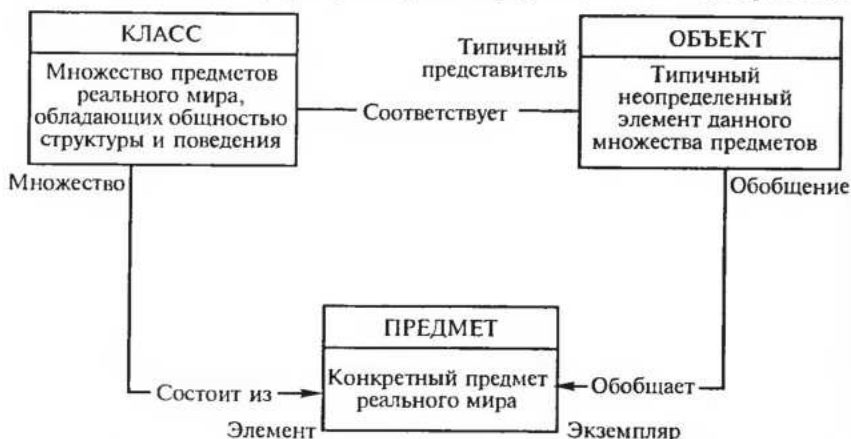
Атрибут — информационное отображение свойств объекта.

Экземпляр объекта — это конкретный, определенный элемент множества. Например объектом может являться государственный номер автомобиля, а экземпляром этого объекта — номер К 173 ПА.

Класс — это множество предметов реального мира, связанных общностью структуры и поведением.

Элемент класса — это конкретный элемент данного множества. Например, класс регистрационных номеров автомобиля.

Обобщая эти определения, можно сказать, что объект — это типичный представитель класса, а термины «экземпляр объекта» и «элемент класса» равнозначны. На рис. 7.11 показаны отношения между классами, объектами и предметами реального мира. Связь между объектами (атрибутами) — информационное отображение



Р и с. 7.11. Отношения между классами, объектами и предметами реального мира

функциональной, «родственной», видовой или иной зависимости (подчиненности).

При выделении информационных объектов можно проследить следующую последовательность действий:

- формирование классов, на которые можно разбить данные, подлежащие хранению;
- присвоение уникального имени каждому классу объектов;
- выделение информационных объектов путем анализа информационных потоков, документальных источников и интервьюирования участников информационного взаимодействия;
- присвоение уникального имени каждому объекту данных и проверка их синтактики и семантики;
- определение набора характеристик каждого объекта и формирование на этой основе состава атрибутов;
- присвоение уникальных имен выбранным атрибутам;
- задание ограничений на объекты и их атрибуты (количественные ограничения — диапазон изменения: максимальное (минимальное) значение и др., ограничение целостности (неизменности состояния объекта в рассматриваемом интервале времени).

В процессе отражения между состояниями взаимодействующих объектов возникает определенная связь. Информация как результат отражения одного объекта другим выявляет степень соответствия их состояний.

Выделяют три типа связи: связь «один к одному» (1:1), связь «один ко многим» (1:M), связь «многие ко многим» (M:N).

Примеры этих связей:

больной $\frac{1:1}{\text{—}}$ койка

студент $\frac{1:1}{\text{—}}$ зачетная книжка

больной $\frac{M:1}{\text{—}}$ палата

студент $\frac{M:1}{\text{—}}$ группа

больной $\frac{M:N}{\text{—}}$ врач

студент $\frac{M:N}{\text{—}}$ преподаватель

Связь «один к одному» (1:1) отображает однозначную зависимость между объектами (больной Иванов лежит на койке 73 — на койке 73 лежит больной Иванов; студент Петров имеет зачетную книжку №131056 — зачетная книжка №131056 принадлежит студенту Петрову).

Связь «один ко многим» (1:M) или «многие к одному» (M:1) отображает неоднозначную зависимость одного объекта по отношению к другому (больной Иванов лежит в палате №6 — в палате №6 лежат больные Иванов, Петров, Сидоров, Михайлов; студент Петров учится в группе №131 — в группе №131 учатся студенты Петров, Максимов, Коробкин, Ильин, Круглова и др.).

Связь «многие ко многим» (M:N) отображает неоднозначную зависимость объектов по отношению друг к другу (больной Иванов лечится у врачей Соколова, Воробьева, Воронова — врач Соколов лечит больных Иванова, Петрова, Сидорова; студент Петров посещает лекции профессоров Яшина, Васильева, Волкова — профессор Яшин читает лекции студентам Петрову, Максиму, Коробкину, Ильину, Кругловой и др.).

Выделение этих связей является крайне важным, так как связи 1:M и M:N имеют внутреннюю неопределенность, что сказывается при операциях поиска и модификации (изменения) данных. Для преодоления неопределенности на этапе реализации логической модели требуется вводить избыточную информацию.

Заключительной фазой анализа предметной области является проектирование определенной информационной структуры в виде концептуальной модели. Для построения концептуальной модели используются операции агрегации и обобщения.

Агрегация основана на объединении информационных объектов в один на основе семантических связей между объектами. Например, самолет типа X перевозит груз из пункта отправления А в пункт назначения В. Используя агрегацию создаем информационный объект РЕЙС с атрибутами «тип самолета», «пункт отправления», «пункт назначения», «рейс самолета».

Обобщение основано на объединении родственных информационных объектов в родовой объект. Например, объекты АВТОМОБИЛЬ, САМОЛЕТ, КОРАБЛЬ, ВЕЛОСИПЕД, МОТОЦИКЛ объединяем в объект ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО. Одним из атрибутов этого объекта будет атрибут «тип транспортного средства».

Этап концептуального проектирования является специфическим, так как здесь требуется одновременно знание особенностей предметной области и методологии проектирования. Характерным является использование различных моделей (модели «сущность — связь», бинарных моделей данных, семантических сетей, инфологических моделей данных и др.). Отрицательным моментом является неадекватность получаемых результатов как при использовании различных моделей, так и в рамках коллектива исполните-

лей. Особенностью концептуальной модели является ее ориентация с одной стороны на информационные интересы пользователя, с другой — на информационные потребности самой предметной области. Пользователям на выбор предлагается две модели:

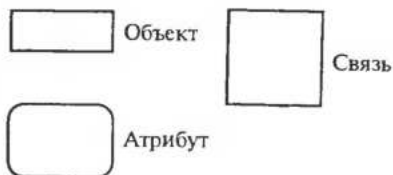
модель «сущность — связь» и простая реляционная модель с указанием функциональных взаимосвязей между атрибутами.

Одной из распространенных моделей является модель «сущность — связь» («entity» — «relationship»), в литературе наряду с этим используется термин «ER-модель», или «модель Чена».

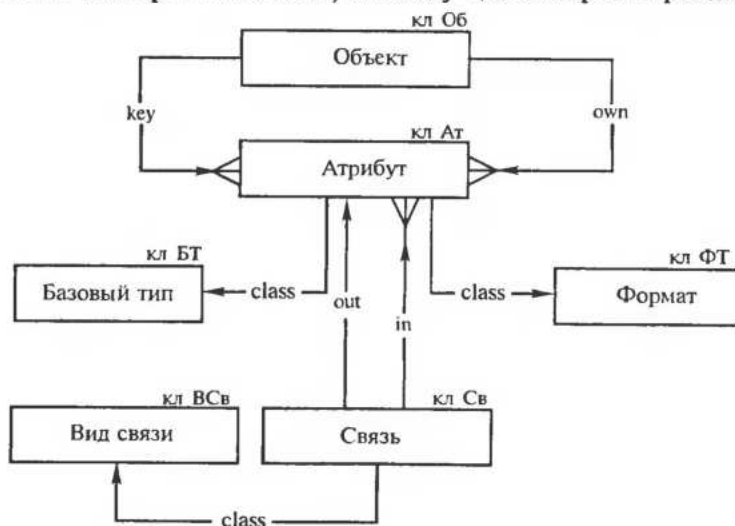
Базовыми структурами в ER-модели являются типы сущностей и типы связей (рис. 7.12). Отличие типа связи от типа сущности — в установлении зависимости реализации одного типа от реализации другого.

Пример: ЛИЧНОСТЬ — тип сущности, тип СОСТОИТ В БРАКЕ — нет, так как реализация последнего типа не существует, если не существует двух личностей. Поэтому, тип связи можно рассматривать как агрегат двух или более типов сущностей.

Реляционная модель является наиболее распространенной на практике в современных ИС, поэтому целесообразно рассмотреть



Р и с. 7.12. Элементы ER-диаграммы



Р и с. 7.13. Семантическая диаграмма реляционной модели

блема, то она решается только на данной стадии проекта, не затрагивая предыдущих стадий. Недостаточная обратная связь приводит к ограниченным исправлениям, что в свою очередь приводит к деформированным реализациям. Ориентация на функционально-модульный подход увеличивает вероятность потери контроля над решением возникающих проблем.

Объектно-ориентированная технология проектирования ИС [3, 9, 24, 26] предоставляет мощную, гибкую, универсальную концептуальную основу для конструирования информационно-управляющих систем в различных областях хозяйственной деятельности и управления, сочетающую использование моделей современной логики, объектного подхода к компонентам предметной области, современных инструментальных средств визуального программирования и СУБД с SQL-интерфейсом.

Объектно-ориентированная технология проектирования ИС включает в себя следующие компоненты:

- технологию конструирования концептуальной объектно-ориентированной модели предметной области;
- инструментальные средства спецификации проектных решений;
- библиотеки типовых компонентов модели предметной области;
- типовые проектные решения для ряда функциональных областей.

В основу объектно-ориентированной технологии проектирования ИС положены разработка, анализ и спецификация концептуальной объектно-ориентированной модели предметной области.

Концептуальная объектно-ориентированная модель предметной области является основой проекта и реализации системы и обеспечивает:

- необходимый уровень формализации описания проектных решений;
- высокий уровень абстрагирования, типизации и параметризации проектных решений;
- компактность описания;
- удобство сопровождения готовой системы.

Отличительными чертами предлагаемой методологии являются следующие:

- наличие единого методологически обоснованного ядра, обеспечивающего открытость технологии для модификации, расширения и создания новых моделей представления проектных решений;

- наличие единого формального аппарата анализа проектных решений для используемых моделей представления;

Отличительными чертами предлагаемой технологии являются:

- совместное рассмотрение информационных, материальных и финансовых потоков;

- первичная и вторичная классификация объектов предметной области с обязательным указанием оснований классификации;

- наличие конструктивных методик декомпозиции и агрегирования компонентов проекта, использующих результаты классификации;

- наличие формальных методов оценки связности и сцепления компонентов проекта;

- использование функциональной модели данных с атрибутами — функциями доступа и атрибутами — категориями в качестве основы концептуальной модели данных.

При всем разнообразии моделей предметных областей концептуального уровня (Power Designer «Моделирование бизнеса» (Sybase), Oracle Method, Rational Rose — Гради Буч, Object — Oriented Design Language (OODLE) — Салли Шлеер и Стефан Меллор) отсутствуют такие модели, которые бы позволяли в полной мере использовать знания по классификации элементов предметной области для описания свойств ее элементов, и в то же время, сохраняли преимущества традиционных функционального и информационного подходов, основанных на модели данных. «Чистый» объектный подход (Гради Буч) уже на ранних стадиях требует представлять данные о классификации в виде диаграмм классов. Это слишком жесткое требование. Выделение иерархии классов требует проведения объемного и тонкого анализа различных аспектов взаимосвязей объектов предметной области. В рамках самого объектного подхода подобных методик нет. С другой стороны, попытки совместить чистый объектный подход с традиционными подходами (Салли Шлеер) оказываются неудачными, так как последние рассматриваются не как обоснование решений объектного подхода, а как средство моделирования последнего.

Предлагаемая технология совмещает объектный, функциональный и информационный подходы. Используется «слабый» объектный подход, включающий идеи классификации объектов, функциональной поддержки объектов и наследование свойств. Как правило, в рамках данной технологии классы в традиционном их виде конструируются на завершающих стадиях концептуального проектирования.

Модель предметной области характеризуется открытым множеством элементов различной природы и множеством взаимосвязей между ними также различной природы. Подобное представление используется во многих моделях концептуального уровня. Однако в большинстве из них задаются жесткие ограничения на множество видов элементов и множество связей. При этом связям классификации по различным основаниям классификации практически не уделяется внимания. Предлагаемый подход делает связи классификации основополагающими при построении модели.

Применительно к описанию хозяйственной деятельности на концептуальном уровне предлагается использовать многоаспектную, многоуровневую классификацию компонентов предметной области с последующим формированием схем вторичной (косвенной) классификации сильно связанных компонентов. Указанная классификация становится основой для формирования конкретных элементов предметной области, которые участвуют в хозяйственных операциях.

Выделим следующие этапы проектирования ИС:

I. Исследование предметной области;

II. Разработка архитектуры системы;

III. Реализация проекта;

IV. Внедрение системы;

V. Сопровождение системы;

I. Исследование предметной области предусматривает следующие шаги:

1. Спецификацию деятельности в предметной области;

2. Анализ деятельности в предметной области;

2.1. Структурно-логический анализ деятельности:

2.1.1. Анализ путей;

2.1.2. Анализ связности (прочности и сцепления) компонентов предметной области;

2.2. Анализ производительности;

2.3. Экономический анализ.

II. Разработка архитектуры системы включает в себя разработку следующих компонентов:

1. Спецификации требований к проектируемой системе;

2. Конструирование концептуальной модели предметной области;

3. Спецификации обработки данных в проектируемой системе;

4. Спецификации пользовательского интерфейса системы;

5. Спецификации деятельности в предметной области с учетом внедрения системы.

Процесс проектирования ИС базируется на следующих моделях представления проектных решений:

1. Модели классификации объектов;
2. Модели декомпозиции компонентов предметной области;
3. Моделях потоков;
4. Модели данных предметной области;
5. Модели классов;
6. Модели пользовательского интерфейса;
7. Модели логики.

Модель классификации ориентирована на группирование объектов предметной области в соответствии с различными аспектами классификации и важность тех или иных свойств этих объектов.

Модель декомпозиции ориентирована на описание систем, способных выполнять действия над данными. Различают виды декомпозиции действий на основе:

- состава выходных данных;
- входных данных;
- представлений о промежуточных результатах;
- представлений о фазах обработки;
- представлений об альтернативных действиях.

Модели потоков отражают движение различных видов носителей (материальных, финансовых, информационных и др.).

Модель данных предметной области ориентирована на описание структуры информационных объектов, их функциональных взаимосвязей, необходимых для поддержания заданных действий.

Модель классов определяет систему классификации информации о предметной области, основанную на семантическом анализе. Среди важных характеристик модели классов можно выделить отношения наследования, включения или использования. В основе лежит объектно-ориентированный подход, в основе которого находится представление о предметной области, как совокупности взаимодействующих друг с другом объектов, рассматриваемых как экземпляр определенного класса. Классы образуют иерархию на основе наследования. Объектно-ориентированный подход содержится в современных языках высокого уровня Smalltalk, Object Pascal, C++, Java.

Модель пользовательского интерфейса ориентирована на описание взаимодействий пользователей с проектируемой системой, состава форм представления и команд управления заданиями.

Модели логики ориентированы на описание потока управления (последовательности выполнения) операторов программной системы и действий пользователей.

Для отображения результатов проектирования на различных этапах используются следующие виды схем представления проектных решений:

1. Схемы первичной классификации;
2. Схемы вторичной классификации;
3. Схемы детализации;
4. Схемы спецификации функциональных возможностей;
5. Схемы локальных моделей данных;
6. Схемы потоков;
7. Диаграммы переходов;
8. Схемы спецификации пользовательского интерфейса;
9. Схемы распределенной обработки данных;
10. Структурированные карты объектов.

Схема классификации описывает многомерную одноуровневую классификацию одного элемента. Каждый признак (основание) классификации имеет глобальный идентификатор и имя:

cat.<ид. признака классификации>—<имя признака классификации>.

Дуги на схеме классификации помечаются соответствующими элементами типа cat.

По способу формирования будем различать первичные и вторичные варианты оснований классификации.

Первичные основания характеризуют, как правило, наличие различных существенных отличительных свойств у каждого подкласса рассматриваемого класса элементов.

Вторичные основания классификации элемента формируются в соответствии с основаниями классификации элементов, которые сильно связаны с данным элементом.

Схемы потоков являются средством более детальной спецификации функциональных или организационных элементов. В соответствии с типами потоков будем различать схемы:

- материальных потоков;
- финансовых потоков;
- информационных потоков;
- потоков событий;
- отражающие сразу несколько типов потоков.

Правила конструирования схем потоков следующие:

- вся схема строится для одного исходного функционального или организационного элемента;
- каждый функциональный и организационный элементы спецификации должны иметь уникальный идентификатор;
- каждый поток должен иметь тип, уникальный идентификатор и, возможно, спецификацию;
- каждый поток, кроме потока событий, должен связывать накопитель соответствующего вида и функциональный элемент или такие элементы должны быть специфицированы в организационных элементах, связанных потоком;
- накопителями информационных потоков в зависимости от их вида являются базы данных (информационные объекты) или папки документов;
- накопителями финансовых потоков являются счета бухгалтерского учета;
- накопителями материальных потоков являются места постоянного или временного размещения материальных ценностей;
- предполагается, что всякий организационный элемент имеет в своем составе накопитель документов и накопитель финансовых средств с идентификатором этого элемента.

Реализация информационных систем на основе информационных технологий должна быть основана на инженерных подходах, предполагающих качественные, оптимальные по используемым ресурсам, эффективные и удобные в эксплуатации разработки. В достаточной степени разработана технология проектирования программного обеспечения (ПО). Однако в ИС кроме программной составляющей существенную роль играет информационная составляющая, определяющая структуру, атрибутику и типизацию данных, ограничения целостности для баз данных, логику управления последними. Поэтому при проектировании ИС приоритет отдается информационной модели, на основе которой реализуются остальные компоненты, включая диалог.

Рассмотрим кратко основные аспекты и сложившиеся подходы к реализации ИС.

ИС принято разделять по масштабу выполняемых функций на одиночные, групповые и корпоративные.

Одиночные ИС реализуются на автономном компьютере (чаще всего ПК), могут содержать несколько простых приложений, рассчитаны на работу одного пользователя или группы пользователей, разделяющих по времени одно рабочее место. Подобные приложе-

ния создаются с помощью так называемых «настольных» СУБД или с помощью файловой системы и диалоговой оболочки для ввода, редактирования и обработки данных.

Групповые ИС ориентированы на коллективное использование информации членами обособленной рабочей группы, обычно, строятся как локальная вычислительная сеть ПК или реже как многотерминальная вычислительная система. Однотипные или специализированные рабочие места обеспечивают вызов одного или нескольких приложений. Общий информационный ресурс представляет собой базу данных или совокупность файловых структур. При разработке таких систем используются «настольные» СУБД, серверы БД для рабочих групп и соответствующие инструменты разработки.

Корпоративные ИС ориентированы на использование в масштабе предприятия (организации) для различных рабочих групп, могут поддерживать территориально разнесенные узлы или сети. Отличительная особенность таких систем — обеспечение доступа из подразделений к центральной или распределенной БД предприятия (организации), а также к информационным ресурсам рабочей группы. Такие системы реализуются на основе архитектуры «клиент—сервер» со специализацией серверов. При этом используются корпоративные SQL-серверы и соответствующие инструментальные средства.

Групповые и корпоративные информационные системы могут строиться на основе следующих способов:

- многотерминальные централизованные вычислительные системы;
- системы на основе локальной сети ПК;
- системы с архитектурой «клинет—сервер»;
- системы с распределенными вычислениями;
- офисные системы;
- системы на основе Интернет/Инtranет-технологий.

Среди средств разработки информационных систем выделяют следующие основные группы:

- традиционные систем программирования;
- инструменты для создания файл-серверных приложений;
- средства разработки приложений «клиент—сервер»;
- средства автоматизации делопроизводства и документооборота;
- средства разработки Интернет/Инtranет-приложений;
- средства автоматизации проектирования (CASE-технологии).

Традиционные систем программирования представлены средствами создания приложений на алгоритмических языках программирования (Си, Паскаль, Бейсик и др.). Инструментальные средства программирования могут быть представлены набором утилит (редактор текстов, компилятор, компоновщик и отладчик) или интегрированной программной средой. Развитием традиционных систем программирования является объектно-ориентированное и визуальное программирование.

Основой разработки файл-серверных приложений для локальных сетей ПК являются инструментальные средства «персональных» СУБД, реализованные в виде диалоговой интегрирующей среды, предоставляющей три уровня доступа:

- программирование и создание приложений;
- создание и ведение структуры БД, а также интерактивная генерация макетного приложения и его компонентов (меню, форм или окон, отчетов, запросов и программных модулей);
- использование диалоговой среды и генераторов конечным пользователем для создания, ведения и просмотра БД, а также формирования простых отчетов и запросов.

Среди инструментальных средств реализации приложений с архитектурой «клиент—сервер» выделяют следующие:

- среды разработки приложений для серверов баз данных;
- независимые от СУБД инструменты для создания приложений «клиент—сервер»;
- средства поддержки распределенных информационных приложений.

Среди этой группы следует выделить инструментальные средства быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development), обеспечивающие реализацию удаленного доступа к СУБД по двухзвенной схеме «клиент—сервер»; связь клиентских приложений с серверами БД с помощью непроцедурного языка структурированных запросов SQL; целостность БД, включая целостность транзакций; поддержку хранимых процедур на серверах БД; реализацию клиентских и серверных триггеров-процедур; генерацию элементов диалогового интерфейса и отчетов.

Средства автоматизации делопроизводства и документооборота подразделяются на следующие подгруппы:

- средства автоматизации учрежденческой деятельности Office Automation;
- системы управления электронным документооборотом EDMS;

- EDI — электронный документооборот и UN/EDIFACT — европейский стандарт EDI в задачах логистики;
- средства обеспечения коллективной работы Groupware;
- средства автоматизации документооборота Workflow.

Данная группа средств включает в свой состав: текстовые редакторы для подготовки и корректировки документов; процессоры электронных таблиц для расчетов, анализа и графического представления данных; программы генерации запросов по образцу из различных БД; сетевые планировщики для назначения рабочих встреч и совещаний; средства разработки и демонстрации иллюстративных материалов для презентаций; словари и системы построения перевода и др. Эти средства представляют собой отдельные пакеты (Win Word, Word Perfect, Excel, Lotus), интегрированный пакет программ (MS Works) или согласованный набор пакетов (Microsoft Office, Corel Perfect Office).

Новый спектр средств Интернет/Инtranet-приложений подробно представлен в подразд. 5.5. Средства программирования Internet/Intranet-приложений представлены различными системами программирования на интерпретируемых языках Java, Java Script, Tcl и др. Построенные с использованием этих средств приложения могут загружаться с любого Web-сервера сети и интерпретироваться на клиентском узле. Это обеспечивает платформенную независимость при расширении функциональных возможностей.

Средства автоматизации проектирования приложений (CASE-технологии) предназначенные для анализа предметной области, проектирования и генерации программных реализаций, подробно описаны в подразд. 5.4. Новые тенденции в реализации приложений связаны с промышленным характером разработки программного обеспечения. Среди существующих инструментальных средств такого типа целесообразно выделить следующие:

- комплект специальных инструментальных средств быстрой разработки прикладных ИС — RAD (Rapid Application Development);
- технологический комплекс разработки программного обеспечения RUP (Rational Unified Process) фирмы Rational Software;
- технология разработки программного обеспечения Extreme Programming (XP).

Средства RAD базируются на объектно-ориентированном подходе, когда информационные объекты формируются как действующие модели и их функционирование согласовывается с пользователем. Разработка приложений на основе RAD ведется с использованием

множества готовых объектов, хранимых в виде базы данных. Объектно-ориентированные инструменты RAD в среде GUI позволяют на основе набора стандартных объектов, для которых инкапсулированы атрибуты и внутренние процедуры, формировать простые приложения без написания кода программы. Использование в RAD визуального программирования позволяет еще более упростить и ускорить процесс создания информационных систем. Логика приложения, реализованного с помощью RAD является событийно-ориентированной, что подразумевает наличие определенного набора событий: открытие и закрытие окон, нажатие клавиши клавиатуры, срабатывание системного таймера, получение и передача управления каждым элементом экрана, некоторые элементы управления базой данных.

Наиболее полным описанием процесса разработки программного обеспечения, включающим методики выполнения работ на каждой стадии жизненного цикла системы, является Rational Unified Process (RUP), уникальность которого заключается в том, что это стандартизованный процесс разработки программного обеспечения, используемый многими крупными компаниями по всему миру. RUP обладает следующими преимуществами, по сравнению с другими процессами:

- обеспечивает четко организованный подход к назначению задач и требований в рамках организации разработки;
- основан на объектно-ориентированных технологиях разработки программного обеспечения и может использоваться для широкого круга проектов и организаций;
- является итеративным процессом, который допускает расширение проблемы и круга задач по мере последовательного усовершенствования модели и программного обеспечения, позволяя увеличить коэффициент эффективности на протяжении нескольких итераций, что дает большую гибкость в приспособлении к новым требованиям и допускает идентификацию и разрешение рисков разработки заранее;
- создает описание программного продукта, позволяющего восстановить процесс его разработки;
- осуществляет полную поддержку различными инструментальными средствами, позволяющими автоматизировать работы на всех стадиях жизненного цикла программы и сохранить артефакты разработки в электронном виде;
- предоставляет возможность гибкой и перенастраиваемой конфигурации, позволяющей использовать его как для малых групп разработчиков, так и для больших организаций.

В качестве графической нотации в RUP используется Unified Modeling Language (UML), являющийся стандартом для представления объектных моделей. В UML артефакты разработки представляются диаграммами, описывающими структуру программы и ее поведение.

Другим подходом к разработке программного обеспечения является технология Extreme Programming или XP. Основными элементами данного подхода являются:

- быстрая разработка программного продукта на основе стандартных шаблонов проектирования;
- постоянное взаимодействие разработчиков с заказчиками системы;
- минимизация затрат на документирование проекта;
- максимальное использование программных тестов («unit tests») для проверки функциональности и корректности исходных кодов программ;
- использование рефакторингов для расширения функциональности системы и устранения ее недостатков.

XP предназначена для использования небольшими группами разработчиков, которым необходимо быстро создать программное обеспечение в условиях постоянно изменяющихся требований.

Разработка программной системы редко начинается «с нуля». Обычно программная система имеет некоторую предысторию в виде совокупности программ, реализующих — частично или полностью — требования к системе. Разработка программ на основе ранее созданных компонент базируется на процессе реинжиниринга программных кодов, при котором путем анализа текстов программ восстанавливается исходная модель программной системы, которая затем используется в новой программе. Главная цель реинжиниринга программного обеспечения — облегчить процесс разработки программных систем за счет повторного использования проверенных решений, а также при переходе на другую аппаратную платформу или на другую среду программирования. Основными задачами реинжиниринга программного обеспечения являются:

- восстановление информации о программной системе, ее документации и спецификаций;
- обнаружение аномалий в архитектуре программной системы, моделях и исходном коде;
- проверка соответствия исходного кода программы решениям, принятым на этапах анализа и проектирования;
- перевод исходных кодов программ с одного языка программирования на другой.

7.5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Качество ИС связано с дефектами, заложенными на этапе проектирования и проявляющимися в процессе эксплуатации. Любые свойства ИС, в том числе и дефектологические, могут проявляться лишь во взаимодействии с внешней средой, включающей технические средства, персонал, информационное и программное окружение.

В зависимости от целей исследования и этапов жизненного цикла ИС дефектологические свойства разделяют на дефектогенность, дефектабельность и дефектоскопичность [7].

Дефектогенность определяется влиянием следующих факторов:

- численностью разработчиков ИС, их профессиональными и психофизиологическими характеристиками;
- условиями и организацией процесса разработки ИС;
- характеристиками инструментальных средств и компонент ИС;
- сложностью задач, решаемых ИС;
- степенью агрессивности внешней среды (потенциальной возможностью внешней среды вносить преднамеренные дефекты, например, воздействие вирусов).

Дефектабельность характеризует наличие дефектов ИС и определяется их количеством и местонахождением. Другими факторами, влияющими на дефектабельность являются:

- структурно-конструктивные особенности ИС;
- интенсивность и характеристики ошибок, приводящих к дефектам.

Дефектоскопичность характеризует возможность проявления дефектов в виде отказов и сбоев в процессе отладки, испытаний или эксплуатации. На дефектоскопичность влияют:

- количество, типы и характер распределения дефектов в ИС;
- устойчивость ИС к проявлению дефектов;
- характеристики средств контроля и диагностики дефектов;
- квалификация обслуживающего персонала.

Оценка качества ИС является крайне сложной задачей ввиду многообразия интересов пользователей. Поэтому невозможно предложить одну универсальную меру качества и приходится использовать ряд характеристик, охватывающих весь спектр предъявляемых требований. Наиболее близки к задачам оценки качества ИС модели качества программного обеспечения, являющегося од-

ной из важных составных частей ИС. В настоящее время используется несколько абстрактных моделей качества программного обеспечения, основанных на определениях характеристики качества, показателя качества, критерия и метрики.

Критерий может быть определен как независимый атрибут ИС или процесса ее создания. С помощью такого критерия может быть измерена характеристика качества ИС на основе той или иной метрики. Совокупность нескольких критериев определяет показатель качества, формируемый исходя из требований, предъявляемых к ИС. В настоящее время наибольшее распространение получила иерархическая модель взаимосвязи компонент качества ИС. В начале определяются характеристики качества, в числе которых могут быть, например, общая полезность, исходная полезность, удобство эксплуатации. Далее формируются показатели, к числу которых могут быть отнесены: практичность, целостность, корректность, удобство обслуживания, оцениваемость, гибкость, адаптируемость, мобильность, возможность взаимодействия. Каждому показателю качества ставится в соответствие группа критериев. Для указанных выше показателей ниже приведены возможные критерии. Надо отметить, что один и тот же критерий может характеризовать несколько показателей;

практичность — работоспособность, возможность обучения, коммуникативность, объем ввода, скорость ввода-вывода;

целостность — регулирование доступа, контроль доступа;

эффективность — эффективность использования памяти, эффективность функционирования;

корректность — трассируемость, завершенность, согласованность;

надежность — точность, устойчивость к ошибкам, согласованность, простота;

удобство обслуживания — согласованность, простоту, краткость, информативность, модульность;

оцениваемость — простоту, наличие измерительных средств, информативность, модульность;

гибкость — распространяемость, общность, информативность, модульность;

адаптируемость — общность, информативность, модульность, аппаратную независимость, программную независимость;

мобильность — информативность, модульность, аппаратную независимость, программную независимость;

возможность взаимодействия — модульность, унифицируемость процедур связи, унифицируемость данных.

С помощью метрик можно дать количественную или качественную оценку качества ИС. Различают следующие виды метрик и шкал для измерения критериев.

Первый тип — метрики, которые используют интервальную шкалу, характеризуемую относительными величинами или реально измеряемыми физическими показателями, например, временем наработки на отказ, вероятностью ошибки, объемом информации и др.

Второй тип — метрики, которым соответствует порядковая шкала, позволяющая ранжировать характеристики путем сравнения с опорными значениями.

Третий тип — метрики, которым соответствуют номинальная или категоризованная шкала, определяющая наличие рассматриваемого свойства или признака у рассматриваемого объекта без учета градаций по этому признаку. Так, например, интерфейс может быть «простым для понимания», «умеренно простым», «сложным для понимания».

Развитием иерархического подхода является представленная на рис. 7.15 модель классификации критериев качества информационных систем. С помощью функциональных критериев оценивается степень выполнения ИС основных целей или задач. Конструктив-



Рис. 7.15. Модель классификации критериев качества информационных систем

ные критерии предназначены для оценки компонент ИС, не зависящих от целевого назначения.

Одним из путей обеспечения качества ИС является сертификация. В США Радиотехническая комиссия по авионавигации в своем руководящем документе определяет процесс сертификации следующим образом: «Сертификация — процесс официального утверждения государственным полномочным органом ... выполняемой функции системы ... путем удостоверения, что функция ... удовлетворяет всем требованиям заказчика, а также государственным нормативным документам». К сожалению, в настоящее время не существует стандартов, полностью удовлетворяющих оценке качества ИС. В западно-европейских странах имеется ряд стандартов, определяющих основы сертификации программных систем. Стандарт Великобритании (BS750) описывает структурные построения программных систем, при соблюдении которых может быть получен документ, гарантирующий качество на государственном уровне. Имеется международный аналог указанного стандарта (ISO9000) и аналог для стран членов НАТО (AQAP1). Существующая в нашей стране система нормативно-технических документов относит программное обеспечение к «продукции производственно-технического назначения», которая рассматривается как материальный объект. Однако программное обеспечение является скорее абстрактной нематериальной сферой. Существующие ГОСТы (например, ГОСТ 28195 — 89. «Оценка качества программных средств. Общие положения») явно устарели и являются неполными.

Контрольные вопросы

1. В чем суть «каскадной» схемы проектирования информационных систем?
2. Укажите основные преимущества схемы непрерывной разработки.
3. Сформулируйте основные понятия системного подхода.
4. В чем различие дескриптивного и конструктивного подходов?
5. Поясните суть концептуального, логического и физического уровня описания структуры системы.
6. Сформулируйте основные принципы использования информационных технологий в системном аспекте.
7. Укажите основные свойства процесса проектирования информационных систем.
8. Перечислите основные особенности исходных данных для проектирования информационных систем.
9. Что такое функциональные спецификации?
10. Укажите основные факторы, влияющие на оценку риска проекта информационной системы.
11. Определите основные аспекты проектирования информационных систем.

12. Охарактеризуйте основные модели представления для проектирования информационных систем.
13. Какими средствами описывается информационно-логическая модель?
14. Дайте определение метаобъекта.
15. Определите содержание ядра моделей представления функциональных спецификаций.
16. Охарактеризуйте синтаксис языка функциональных спецификаций.
17. Дайте определение теории классификации и теории измерений.
18. Что такое абстрагирование и формализация информации?
19. Укажите три основные составные части знаний.
20. Дайте определение декомпозиции, абстракции, агрегирования.
21. Охарактеризуйте основные способы абстрагирования.
22. Каковы основные этапы анализа предметной области?
23. Какие виды документов используются при анализе предметной области?
24. В чем суть функционально-модульного и объектно-ориентированного подходов при декомпозиции предметной области?
25. Укажите основные понятия, используемые при декомпозиции предметной области.
26. Какие типы связей используются для описания взаимодействия объектов предметной области?
27. Дайте характеристику концептуальной модели предметной области.
28. Охарактеризуйте основные виды концептуальных моделей.
29. Укажите основные компоненты объектно-ориентированной технологии проектирования информационных систем.
30. Перечислите основные этапы проектирования информационных систем.
31. Дайте краткую характеристику моделей представления проектных решений.
32. Какие схемы используются для представления проектных решений.
33. Укажите правила конструирования схем потоков.
34. Охарактеризуйте основные аспекты и сложившиеся подходы к реализации информационных систем.
35. Перечислите основные способы построения групповых и корпоративных информационных систем.
36. Какие средства используются при разработке информационных систем?
37. Какова главная цель реинжиниринга программного обеспечения?
38. Дайте определение лектотогенности, дефетабельности и дефетоскопичности.
39. Укажите основные критерии качества информационных систем.
40. Каково назначение метрик и шкал для измерения критериев?

Глава 8

Инструментальная база информационных технологий

Орудия производства в виде инструментов и технологической оснастки являются необходимой составляющей любой технологии. Не являются исключением и информационные технологии, функционирующие на основе инструментальной базы, включающей программные, технические и методические средства. Главным фактором успешного развития и внедрения технологии на промышленном уровне является унификация и стандартизация всех компонентов, в том числе и инструментальной базы. Проведенный анализ всех составляющих инструментальной базы показывает существующие тенденции их развития, позволяет ориентироваться на сложившемся рынке вычислительных и сетевых видов продукции. Для вхождения в единое информационное пространство необходимо ориентироваться на мировые стандарты, которым уделено значительное внимание при рассмотрении методических средств.

8.1. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Программные средства информационных технологий можно разделить на две большие группы: базовые и прикладные.

Базовые программные средства относятся к инструментальной базе информационных технологий и включают в себя:

- операционные системы (ОС);
- языки программирования;
- программные среды;
- системы управления базами данных (СУБД).

Прикладные программные средства предназначены для решения комплекса задач или отдельных задач в различных предметных областях. Подробно они рассмотрены в гл. 6.

ОС предназначены для управления ресурсами ЭВМ и процессами, использующими эти ресурсы. В настоящее время существуют

две основные линии развития ОС: Windows и Unix. Генеалогические линии данных ОС развивались следующим образом:

1. CP/M → QDOS → 86-DOS → MS-DOS → Windows;
2. Multics → UNIX → Minix → Linux.

В свою очередь каждый элемент линии имеет свое развитие, например, Windows развивался в такой последовательности: Windows 95, 98, Me, NT, 2000. Соответственно, Linux развивался следующим образом: версии 0.01, 0.96, 0.99, 1.0, 1.2, 2.0, 2.1, 2.1.10. Каждая версия может отличаться добавлением новых функциональных возможностей (сетевые средства, ориентация на разные процессоры, многопроцессорные конфигурации и др.).

Большинство алгоритмических языков программирования (Си, Паскаль) созданы на рубеже 60-х и 70-х годов (за исключением Java). За прошедший период времени периодически появлялись новые языки программирования, однако на практике они не получили широкого и продолжительного распространения. Другим направлением в эволюции современных языков программирования были попытки создания универсальных языков (Алгол, PL/I, Ада), объединявших в себе достоинства ранее разработанных.

Появление ПК и ОС с графическим интерфейсом (Mac OS, Windows) привело к смещению внимания разработчиков программного обеспечения в сферу визуального или объектно-ориентированного программирования, сетевых протоколов, баз данных. Это привело к тому, что в настоящее время в качестве инструментальной среды используется конкретная среда программирования (Delphi, Access и др.) и знания базового языка программирования не требуется. Поэтому можно считать, что круг используемых языков программирования стабилизировался.

Анализ синтаксиса и семантики языков программирования показывает, что их родственные конструкции различаются главным образом «внешним видом» (набором ключевых слов или порядком следования компонентов). Содержимое практически идентично, за исключением небольших различий, не имеющих существенного значения. Таким образом, конструкции современных языков имеют общее содержание (семантику), различный порядок следования компонент (синтаксис) и разные ключевые слова (лексику). Следовательно, различные языки предоставляют пользователю одинаковые возможности при различном внешнем виде программ.

Стандартизацию языков программирования в настоящее время осуществляют комитеты ISO/ANSI, однако их деятельность направлена в основном на неоправданное синтаксическое расширение языков. Для исключения существующих недостатков предложены способы задания семантического и синтаксического стандартов языков программирования.

Семантическое описание любой конструкции языка (оператора, типа данных, процедуры и т.д.) должно содержать не менее трех обязательных частей:

- список компонент (в Типе Указателя это компоненты Имя Типа и Базовый Тип);
- описание каждой компоненты;
- описание конструкции в целом.

Для синтаксического описания обычно используется формальное описание конструкции, например, в виде БНФ. Синтаксическое описание присутствует в любом языке, начиная с Алгола.

Среди большого числа языков самую заметную роль в развитии программирования сыграли три пары: Алгол-60 и Фортран, Паскаль и Си, Java и Си++. Эти языки не случайно объединены в пары, так как противостояние заложенных в них идей способствовало прогрессивному развитию.

В табл. 8.1 приведены основные сведения о наиболее распространенных языках, а в табл. 8.2 — о языках специального назначения (экспериментальных и промышленных) [39]. Виды (парадигмы) языков по областям применения:

Т а б л и ц а 8.1

Язык программирования	Год создания	Вид	Фирма	Стандарт
Фортран (FORTRAN)	1954	A	IBM	ISO 1539:1997
Лисп (LISP)	1958	F	MIT	—
Алгол-60 (Algol 60)	1960	A	IFIP	—
Кобол (COBOL)	1960	A	COLASYL Committee	ISO 1989:1985
Симула (Simula)	1962	B	—	—
Бейсик (BASIC)	1963	A	Darmouth College	ISO 10279:1991
ПЛ/1 (PL/1)	1964	A	IBM	ISO 6160:1979
Алгол-68 (Algol 68)	1968	A	IFIP	—
Паскаль (Pascal)	1970	C	ETH	ISO 7185:1990
Форт (FORTH)	1970	A*	Mohasco Industrie	ISO 15145:1997
Си (C)	1972	C*	AT&T Bell Labs	ISO 9899:1999
Smalltalk	1972	B	Xerox PARC	—
Пролог (Prolog)	1973	E	Univ. of Aix-Marseille	ISO 13211:1995
Ада (Ada)	1980	H*	Cil Honeywell	ISO 8652:1995
Си++	1984	H*	AT&T Bell Labs	ISO 14882:1998
Java	1995	H	Sun Labs	—

* Поддержка системного программирования.

Таблица 8.2

Язык программирования	Год создания	Вид	Фирма	Стандарт
АПЛ (APL)	1957	I	Harvard Univ	ISO 8485:1989
Снобол (Shobol)	1962	I	AT&T Bell Labs	—
Сетл (SETL)	1969	I	IBM	—
Параллельный Паскаль Concurrent Pascal	1974	G	CIT	—
CLU	1974	D	MIT	—
Schema	1975	F	MIT	—
Mesa	1976	D*	Xerox PARC	—
Icon	1977	I	AT&T Bell Labs	—
Модула-2 (Modula-2)	1979	D*	ETH	ISO 10514:1996
Оккам (Occam)	1982	G*	Inmos	—
Cedar	1983	H*	Xerox PARC	—
Common Lisp	1984	F	MIT	—
Objective C	1984	H*	Productivity Products	—
Эйфель (Eiffel)	1986	D*	ISE	—
Оберон (Oberon)	1988	D*	ETH	—
Модула-3 (Modula-3)	1988	H*	DEC SRC	—
Оберон 2 (Oberon-2))	1991	D*	ETH	—
Limbo	1996	D*	Bell Labs (Lucent)	—
Component Pascal	1997	D*	Microsystems	—
C#	2000	H*		—

*См. табл. 8.1.

- А — процедурное программирование;
 В — объектно-ориентированное программирование;
 С — структурное программирование;
 D — модульное (компонентное программирование);
 E — логическое (реляционное) программирование;
 F — функциональное программирование;
 G — параллельное программирование;
 H — гибрид (смесь парадигм B+C+D+G);
 I — специализированный язык.

Сокращения, встречающиеся в табл. 8.1 и 8.2: MIT — Massachusetts Institute of Technology; PARC — Palo Alto Research Center; ETH — Swiss Federal Institute of Technology; SRC — Systems Research Center; ISE — Interactive Software Engineering; ISO —

International Standard Organisation; CIT — California Institute of Technology.

Важно различать язык программирования и его реализацию. Сам язык — это система записи, набор правил, определяющих синтаксис и семантику программы. Реализация языка — это программа, которая преобразует запись высокого уровня в последовательность машинных команд. Существуют два способа реализации языка: компиляция (рис. 8.1) и интерпретация (рис. 8.2).

При компиляции специальная рабочая программа (компилятор) осуществляет перевод рабочей программы в эквивалентную на машинном коде и в дальнейшем ее выполнение совместно с данными. В методе интерпретации специальная программа (интерпретатор) устанавливает соответствие между языком и машинными кодами, применяя команды к данным. В принципе любой язык программирования может быть как интерпретируемым, так и компилируемым, но в большинстве случаев есть свой предпочтительный способ реализации. К сожалению, в настоящее время не существует универсального компилятора, который мог бы работать с любым существующим языком. Это объясняется отсутствием единой семантической базы. Хотя современные языки программирования похожи друг на друга, идентичность их далеко не полная. На рис. 8.3 представлены области пересечения и объединения языков программирования. Таким образом, существует общая семантическая зона, в которую входят конструкции, принадлежащие всем языкам программирования (или большинству из них), и область объединения, содержащая конструкции специфические для данного языка. Поэтому создание универсального компилятора возможно двумя путями:



Рис. 8.1. Схема компиляции



Рис. 8.2. Схема интерпретации

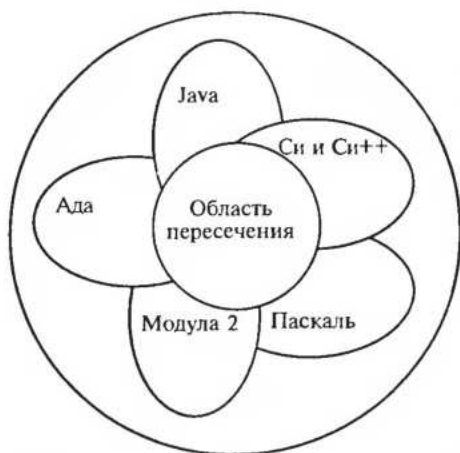


Рис. 8.3. Области пересечения и объединения языков программирования

1. Использование общих конструкций (область пересечения), исключение специфических конструкций языков (область объединения). Это приведет к «обеднению» всех языков программирования.

2. Использование всех имеющихся конструкций (область объединения + область пересечения). Такой подход приведет к значительному расширению семантической базы и использованию дополнительных ресурсов.

Многие годы идет спор о том, что такое программирование — наука, искусство или производственный процесс. Надо

признать, что право на существование имеют все три определения. Однако в связи с появлением информационных технологий на первый план выходит промышленный характер программирования, который соответствует традиционным стадиям жизненного цикла программного продукта:

- анализ требований;
- разработка спецификаций;
- проектирование;
- макетирование;
- написание исходного текста;
- отладка;
- документирование;
- тестирование и сопровождение.

Наряду с этим направлением развивается так называемое исследовательское программирование. Например, предложенное Э. Раймондом самоорганизующееся, анархичное программирование, получившее название «базар». Отличительными чертами его являются отсутствие четкого плана, минимальное управление проектом, большое число сторонних территориально удаленных разработчиков, свободный обмен идеями и кодами.

Программные среды реализуют отдельные задачи и операции информационных технологий. К их числу относятся:

1. Текстовые процессоры: Microsoft Word, Лексикон, Lotus Word Perfect, Corel Word Pro, Sun Star Office Writer и др.;
2. Электронные таблицы: Microsoft Excel, Corel Quattro Pro, Lotus 1-2-3, Sun Star Office Calc и др.;
3. Личные информационные системы: Microsoft Outlook, Lotus Organizer, Lotus Notes, Sun Star Office Schedule и др.;
4. Программы презентационной графики: Microsoft Power Point, Lotus Freelance Graphics, Corel Presentations, Sun Star Office Impress и др.;
5. Браузеры: Microsoft Internet Explorer, Netscape Navigator, Opera и др.;
6. Редакторы WEB-страниц: Microsoft Front Page, Netscape Composer, Macromedia Free Hand и др.;
7. Почтовые клиенты: Microsoft Outlook, Microsoft Outlook Express, Netscape Messenger, The Bat и др.;
8. Редакторы растровой графики: Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint и др.;
9. Редакторы векторной графики: Corel Draw, Adobe Illustrator и др.;
10. Настольные издательские системы: Adobe Page Maker, Quark Xpress, Corel Ventura, Microsoft Publisher и др.;
11. Средства разработки: Borland Delphi, Microsoft Visual Basic, Borland C++ Builder, Microsoft Visual C++ и др.

8.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Основу технического обеспечения информационных технологий составляют компьютеры, являющиеся ядром любой информационной системы. Первоначально компьютеры были созданы для реализации большого объема вычислений, представляющих длинные цепочки итераций. Главным требованием при этом были высокая точность и минимальное время вычислений. Такие процессы характерны для числовой обработки.

По мере внедрения ЭВМ, их эволюционного развития, в частности, создания персональных компьютеров, стали возникать другие области применения, отличные от вычислений, например, обработка экономической информации, создание информационно-справочных систем, автоматизация учрежденческой деятельности и т.п. В данном случае не требовались высокая точность и

большой объем вычислений, однако объем обрабатываемой информации мог достигать миллионов и миллиардов записей. При этом требовалось не только обработать информацию, а предварительно ее найти и организовать соответствующую процедуру вывода. Указанные процессы характерны для нечисловой обработки, требующей в большинстве случаев больших затрат машинного времени. Рассмотренные аспекты оказали решающее влияние на развитие архитектуры ЭВМ.

ЭВМ классической (фоннеймановской) архитектуры состоит из пяти основных функциональных блоков (рис. 8.4):

- запоминающего устройства (ЗУ);
- устройства управления;
- устройств управления и арифметически-логического устройства, рассматриваемых вместе и называемых центральным процессором;
- устройства ввода;
- устройства вывода.

В фоннеймановской архитектуре для обработки огромного объема информации (миллиарды байт) используется один процессор. Связь с данными осуществляется через канал обмена. Ограничения пропускной способности канала и возможностей обработки в центральном процессоре приводят к тупиковой ситуации при нечисловой обработке в случае увеличения объемов информации. Для выхода из тупика было предложено два основных изменения в архитектуре ЭВМ:



Рис. 8.4. Фоннеймановская архитектура ЭВМ

- использование параллельных процессоров и организация параллельной обработки;
- распределенная логика, приближающая процессор к данным и устраняющая их постоянную передачу.

Другой недостаток фоннеймановской архитектуры связан с организацией процесса обращения к ЗУ, осуществляемого путем указания адреса для выборки требуемого объекта из памяти. Это приемлемо для числовой обработки, но при нечисловой обработке обращение должно осуществляться по содержанию (ассоциативная адресация). Поскольку для нечисловой обработки в основном используется та же архитектура, необходимо было найти способ организации ассоциативного доступа. Он осуществляется путем создания специальных таблиц (справочников) для перевода ассоциативного запроса в соответствующий адрес. При такой организации обращения к ЗУ, называемом эмуляцией ассоциативной адресации, в случае работы с большими объемами информации резко падает производительность ЭВМ. Это связано с тем, что нечисловая обработка это не только просмотр, но и обновление данных.

Для преодоления ограничений организации памяти были предложены ассоциативные запоминающие устройства.

Таким образом, ЭВМ для нечисловой обработки должна удовлетворять следующим требованиям: ассоциативность, параллелизм, обработка в памяти. Кроме этого на более высоком уровне к архитектуре предъявляются следующие требования:

- перестраиваемость параллельных процессоров и запоминающих устройств;
- сложные топологии соединений между процессорами;
- мультипроцессорная организация, направленная на распределение функций.

Перечисленные выше ограничения и требования были реализованы в машинах баз данных (МБД).

Подытоживая выше сказанное, приведем классификацию архитектур ЭВМ, предложенную в [35]:

- архитектура с одиночным потоком команд и одиночным потоком данных (SISD);
- архитектура с одиночным потоком команд и множественным потоком данных (SIMD);
- архитектура с множественным потоком команд и одиночным потоком данных (MISD);
- архитектура с множественным потоком команд и множественным потоком данных (MIMD).

К классу SISD относятся современные фоннеймановские однопроцессорные системы. В этой архитектуре центральный процессор работает с парами «атрибут—значение». Атрибут (метка) используется для локализации соответствующего значения в памяти, а одиночная команда, обрабатывающая содержимое накопителя (регистра) и значение выдает результат. В каждой итерации из входного потока данных используется только одно значение.

К классу SIMD относят большой класс архитектур, основная структура которых состоит из одного контроллера, управляющего комплексом одинаковых процессоров. В зависимости от возможностей контроллера и процессорных элементов, числа процессоров, организации поиска и характеристик маршрутных и выравнивающих сетей выделяют четыре типа SIMD:

- *матричные процессоры*, организованы так, что при выполнении заданных вычислений, инициированных контроллером, они работают параллельно. Предназначены для решения векторных и матричных задач, относящихся к числовой обработке;

- *ассоциативные процессоры*, обеспечивающие работу в режиме поиска по всему массиву за счет соединения каждого процессора непосредственно с его памятью. Используются для решения нечисловых задач;

- *процессорные ансамбли*, представляющие совокупность процессоров, объединенных определенным образом для решения заданного класса задач, ориентированных на числовую и нечисловую обработку;

- *конвейерные процессоры* (последовательные и векторные) осуществляющие выполнение команд и обработку потоков данных по принципу, аналогичному транспортному конвейеру. В этом случае каждый запрос использует одни и те же ресурсы. Как только некоторый ресурс освобождается, он может быть использован следующим запросом, не ожидая окончания выполнения предыдущего. Если процессоры выполняют аналогичные, но не тождественные задания, то это последовательный конвейер, если все задания одинаковы — векторный конвейер.

К классу MISD может быть отнесена единственная архитектура—конвейер, но при условии, что каждый этап выполнения запроса является отдельной командой.

К классу MIMD, хотя и не всегда однозначно, относят следующие конфигурации:

- мультипроцессорные системы;
- системы с мультиобработкой;

- вычислительные системы из многих машин;
- вычислительные сети.

Общим для данного класса является наличие ряда процессоров и мультиобработки. В отличие от параллельных матричных систем число процессоров невелико, а термин мультиобработка понимают в широком смысле для обозначения функционально распределенной обработки (сортировки, слияния, ввода-вывода и др.)

Другим направлением развития вычислительной техники является нейрокомпьютеринг, основанный на нейронных сетях. Разработки проводятся в двух направлениях: аппаратном и программном. Нейрокомпьютеры обладают сверхвысокой производительностью, но благодаря сложным технологиям имеют очень высокую стоимость. Поэтому они используются узким кругом пользователей для решения суперзадач.

В последние годы ведутся работы по созданию биокомпьютера на основе молекулярных технологий. Идея молекулярного вычислителя состоит в представлении «машинного» слова в виде состояний молекул.

Несмотря на развитие средств вычислительной техники наиболее популярными в настоящее время остаются компьютеры с традиционной фоннеймановской архитектурой. ЭВМ такой архитектуры в процессе эволюции последовательно прошли этапы аппаратной реализации от электронно-ламповой, далее транзисторной, интегрально-схемной до СБИС. В настоящее время наиболее распространенным типом ЭВМ являются персональные компьютеры (ПК), относящиеся к фоннеймановской архитектуре. Поэтому кратко остановимся на устройстве персонального компьютера в плане его комплектации.

Системный блок является основным конструктивным элементом ПК. Он предназначен для размещения всех самых важных узлов. В нем располагаются источник питания, процессор компьютера, оперативная память, накопители на магнитных дисках, устройство для чтения оптических (лазерных) дисков, специальные электронные элементы и платы, с помощью которых осуществляется подключение и управление работой внешних устройств компьютера. Системные блоки имеют различное конструктивное исполнение и размеры. Для настольных ПК они могут иметь горизонтальное или вертикальное исполнение. Для блокнотных ПК системный блок совмещен с клавиатурой.

Устройство для чтения CD-ROM (Compact Disk — Read Only Memory — компакт-диск, предназначенный только для чтения) служит только для воспроизведения аудио-, видео- и цифровой ин-

формации, записанной только на оптических (лазерных) компакт-дисках.

CD-ROM предназначен для хранения информации. Он представляет собой пластмассовый диск диаметром 12 см, одна из поверхностей которого покрыта металлической фольгой. Лазерным лучом на фольгу наносят углубления, с помощью которых фиксируется представляемая информация. Наиболее важными характеристиками таких устройств являются: емкость и скорость.

Емкость одного компакт-диска достигает 620 Мбайт информации (около 250 000 страниц текста). Вторая характеристика определяется скоростью доступа устройства чтения к информации на компакт-диске (скорость чтения особенно важна при воспроизведении аудио- и видеоинформации). Что означает название «восьмикоростной CD-ROM»? Это и есть характеристика быстродействия устройства чтения. Она означает, что скорость устройства чтения в 8 раз больше чем у однокоростного устройства. Сейчас уже имеются 24-скоростные CD-ROM.

Для записи информации на компакт-диск используются специальные устройства — CD-R (Compact Disk — Recordable). Информацию, содержащуюся на CD-ROM, нельзя перезаписать. Для многократной записи информации используются магнитно-оптические компакт-диски (CD MO), но они существенно дороже обычных.

Накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД) служит для чтения и записи информации на гибкие магнитные диски. Прежде всего, он предназначен для оперативного переноса небольших объемов информации с одного компьютера на другой или для их долговременного хранения.

Гибкие магнитные диски различаются геометрическими размерами, конструктивным исполнением и емкостью. Бывают диски двух диаметров: 5,25 и 3,5 дюйма (1 дюйм = 2,54 см).

Диски первого вида в настоящее время используются все реже из-за своих конструктивных недостатков (они больше по размерам, меньше по емкости, более медленны, более подвержены механическим воздействиям, менее надежны в эксплуатации).

Стандартная емкость дисков второго вида (3,5 дюйма) составляет 1,44 Мбайт (это приблизительно 550 — 600 страниц текста). Диски такой емкости имеют обозначение 2HD (High Density — высокая плотность). Перед первым использованием гибкий магнитный диск должен быть специально подготовлен — отформатирован.

Достоинства НГМД: простота, дешевизна, возможность многократной перезаписи информации, отсутствие необходимости в дополнительных аппаратных средствах (все ПК обеспечиваются хотя бы одним НГМД). Недостатки: малая емкость, низкое быстродействие.

Манипулятор мышь — это устройство, позволяющее перемещать курсор в нужную точку экрана, выбирать объекты и выполнять другие действия непосредственно на экране монитора (нажимать экранные клавиши, выбирать позицию меню, рисовать и т.д.).

Мыши бывают разных конструкций: с двумя или тремя клавишами. Чаще всего используется левая клавиша (при ее нажатии инициализируется действие, соответствующее объекту, на который указывает курсор мыши). Правая клавиша используется реже (в некоторых программах, например в Windows, при ее нажатии вызывается, так называемое, конкретное меню).

В настоящее время появились устройства аналогичного назначения, использующие другие принципы работы. Например, есть сенсорные планшеты, в которых перемещение курсора на экране достигается перемещением пальца по поверхности планшета. Для рисования используются специальные планшеты с электронным карандашом, рисовать которым значительно удобнее.

Клавиатура предназначена для ввода информации и команд в компьютер при работе человека с программой или с операционной системой.

Количество клавиш, их расположение в различных типах клавиатур могут быть различными. Чаще всего используются 101-клавишные клавиатуры.

Буквенные клавиши позволяют вводить буквы латинского и русского (или другого национального) алфавита. Поддержка национальных алфавитов обычно осуществляется с помощью специальных программ — драйверов клавиатуры. Переключение клавиатуры с одного языка на другой чаще всего выполняется одновременным нажатием некоторых специальных клавиш. Какие клавиши используются для этого, зависит от установленного драйвера клавиатуры. Например, для этих целей иногда используются клавиши Alt+Shift.

Монитор (дисплей) предназначен для отображения текстовой и графической информации на экране при оперативном взаимодействии человека с компьютером. Качество изображения, которое можно получить на экране, определяется как свойствами самого монитора, так и характеристиками адаптера (видеокарты), с помощью которого монитор подключается к системной магистрали ПК.

Существует ряд стандартов, определяющих характеристики мониторов и адаптеров: CGA, EGA, VGA, SVGA. Эти же обозначения используются для определения типа монитора и карты. Стандарты CGA и EGA устарели. Чаще всего в настоящее время используется стандарт SVGA.

Монитор может оказывать вредное воздействие на организм человека (особенно при длительной работе на компьютере), поэтому при его приобретении необходимо обращать внимание на степень биологической защиты, обеспечиваемой выбранным монитором.

Основные характеристики мониторов SVGA:

- цветность (цветные и монохромные);
- размер экрана по диагонали (от 14 до 21 дюйма);
- шаг точек на экране (от 0,25 до 0,28 мм, чем меньше шаг точек, тем качественнее изображение (меньше его зернистость));
- максимальная разрешающая способность (от 640 × 480 до 1600 × 1280 точек. Первое число определяет количество точек по горизонтали, второе — по вертикали, чем выше разрешение, тем лучше качество изображения на экране, возможность получения высокого разрешения зависит от объема оперативной памяти видеокарты);
- частота вертикальной развертки (рекомендуется не менее 72 Гц, при меньшей частоте становится заметным мелькание изображения, что приводит к утомлению глаз);
- биологическая защита (необходимо чтобы монитор соответствовал стандарту MPR — II, определяющему максимально доступные уровни вредных излучений, еще лучше, если монитор удовлетворяет стандарту TCO).

Печатающие устройства (принтеры) предназначены для получения так называемых твердых копий документов, текстов, рисунков на бумаге или на специальных пленках (для использования, например, в диапроекторах).

Общая классификация принтеров, говорит о наличии трех видов печатающих устройств, отличающихся скоростью работы и качеством получаемых документов. В этой классификации отсутствуют литерные принтеры, но они в настоящее время с персональными компьютерами используются очень редко.

Разработкой и производством принтеров занимаются десятки фирм. В настоящее время существуют десятки, если не сотни марок принтеров, поэтому выбрать подходящий не так просто. С точки зрения пользователя, важнейшими характеристиками принтера являются скорость работы, качество печати, стоимость.

Матричные принтеры в основном предназначены для распечатки текстовых документов, хотя на них можно выводить и рисунки, но качество рисунков оставляет желать лучшего.

Качество печати определяется конструкцией печатающей головки: чем больше иглоков в матрице печатающей головки, тем лучше качество печати (количество иглоков — от 9 до 24, и даже 48). Качественную печать можно обеспечить и на принтерах с небольшим числом иглоков в матрице за счет нескольких проходов при печати одного и того же текста, но это приведет к значительному снижению скорости. Поэтому, чем больше иглоков, тем и скорость работы выше. Вообще же скорость работы матричных принтеров невелика — от 10 до 60 с на страницу.

Основным достоинством таких принтеров является их относительная дешевизна и небольшие затраты на расходные материалы (необходимо только изредка менять красящую ленту).

С точки зрения рынка аппаратных средств информационных технологий их можно разделить на три группы: компьютеры, сетевые средства, средства оргтехники. Ниже приведены самые распространенные аппаратные средства.

1. Настольные компьютеры:

- отечественной сборки: Формоза FP, R.&K. Wiener, техника-Сервис TS и др.;

- зарубежного производства: Hewlett-Packard Vectra, Compaq Presario, Acer Verition FP и др.;

2. Ноутбуки (переносные компьютеры): Fujitsu-Siemens C-, RoverBook Navigator, Apple iBook и др.;

3. Карманные компьютеры: (Compaq, Rison, Palm и др.);

4. Процессоры: AMD Athlon, AMD Duron, Intel Celeron, Intel Pentium III, Intel Pentium IV, VIA Cyrix III (C3) и др.;

5. Графические станции: (Desten (однопроцессорные), MultiCo (однопроцессорные и двухпроцессорные));

6. Мониторы жидко-кристаллические (ЖК-мониторы);

7. Принтеры:

- струйные: HP Deskjet, Epson Stylus Color, Canon BJ, Lexmark Z и др.;

- лазерные и светодиодные: HP Laserjet, Oki OkiPage, Lexmark и др.;

8. Сканеры: Agfa e, HP Scanjet, Umax Astra и др.;

9. Системные платы: ASUSTeK, MSI, GigaByte и др.;

10. Видеоадаптеры: ASUS V, ATI Radeon, Matrox, 3dfx Voodoo5 и др.;

11. Звуковые платы: Creative Lads Sound Blaster Lave! Platinum, Diamond Monster, Turtle Beach Santa Cruz и др.;

12. Модемы: US Robotics Courier 56 K, ZyXEL Omni Pro, D-Link-DFM 56 K и др.;

13. Дисководы DVD-ROM: Creative Labs PC-DVD Encore, Hitachi GD-, Pioneer и др.;

14. Дисководы на съемных носителях: Iomega Zip, CD-RW Teac, CD-RW Ricoh, CD-RW HP и др.;

15. Внешние переносные дисководы: Iomega Zip, CD-RW HP, CD-RW Iomega Predator и др.;

16. Цифровые камеры: Nikon, Olympus Camedia, Canon и др.;

17. Мыши: Genius (KYE System), Microsoft, Logitech и др.;

18. Лучшие портативные MP3-плееры: Lenoxx MP-786, I&C Co, Ltd. MPMaster IM-600B, Winstar Eline MP3P-CD, Iomega HipZip и др.;

19. Платы для видеомонтажа: Pinnacle Systems DV500plus, Matrox RT2000 и др.;

20. TV-тюнеры: Pinnacle Systems Studio PCTV, ATI-TV Wonder VE, Eline TVMaster и др.

8.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для большинства технологий характерной чертой их развития является стандартизация и унификация.

Стандартизация — нахождение решений для повторяющихся задач и достижение оптимальной степени упорядоченности.

Унификация — относительное сокращение разнообразия элементов по сравнению с разнообразием систем, в которых они используются.

Если в области традиционного материального производства уже давно сложилась система формирования и сопровождения стандартов, то в области информационных технологий многое предстоит сделать.

Главная задача стандартизации в рассматриваемой области — создание системы нормативно-справочной документации, определяющей требования к разработке, внедрению и использованию всех компонентов информационных технологий. На сегодняшний день в области информационных технологий наблюдается неоднородная картина уровня стандартизации. Для ряда технологических

процессов характерен высокий уровень стандартизации (например для транспортирования информации), для других — он находится в зачаточном состоянии.

Многообразные стандарты и подобные им методические материалы упорядочим по следующим признакам [43]:

1. По утверждающему органу:

- официальные международные стандарты;
- официальные национальные стандарты;
- национальные ведомственные стандарты;
- стандарты международных комитетов и объединений;
- стандарты фирм-разработчиков;
- стандарты «де-факто».

2. По предметной области стандартизации:

- функциональные стандарты (стандарты на языки программирования, интерфейсы, протоколы, кодирование, шифрование и др.);

- стандарты на фазы развития (жизненного цикла) информационных систем (стандарты на проектирование, материализацию, эксплуатацию, сопровождение и др.).

В зависимости от методического источника в качестве стандартов могут выступать метод, модель, методология, подход. Следует отметить, что указанные стандарты обладают разной степенью обязательности, конкретности, детализации, открытости, гибкости и адаптируемости.

В качестве примера рассмотрим ряд стандартов различного уровня.

Международный стандарт ISO/OSI разработан международной организацией по стандартизации (International Standards Organization — ISO), предназначен для использования в области сетевого информационного обмена, представляет эталонную семиуровневую модель, известную как модель OSI (Open System Interconnection — связь открытых систем). Первоначально усилия были направлены на разработку структуры (модели) протоколов связи цифровых устройств. Основная идея была связана с разбиением функций протокола на семь различных категорий (уровней), каждый из которых связан с одним более высоким и с одним более низким уровнем (за исключением самого верхнего и самого нижнего). Идея семиуровневого открытого соединения состоит не в попытке создания универсального множества протоколов связи, а в реализации «модели», в рамках которой могут быть использованы уже имеющиеся различные протоколы. В последнее время достиг-

нут значительный прогресс в реализации различных типов протоколов, о чем говорит успешное функционирование многих сетей передачи данных, например, Интернета. Более подробно данный стандарт изложен в подразд. 3.2.

Международный стандарт ISO/IEC 12207:1995-08-01 — базовый стандарт процессов жизненного цикла программного обеспечения, ориентированный на различные его виды, а также типы информационных систем, куда программное обеспечение входит как составная часть. Разработан в 1995 г. объединенным техническим комитетом ISO/IEC JTC1 «Информационные технологии, подкомитет SC7, проектирование программного обеспечения». Включает описание основных, вспомогательных и организационных процессов.

Основные процессы программного обеспечения:

- процесс приобретения, определяющий действия покупателя, приобретающего информационную систему, программный продукт или его сервис;
- процесс поставки, регламентирующий действия поставщика, снабжающего указанными выше компонентами;
- процесс разработки, определяющий действия разработчика принципов построения программного изделия;
- процесс функционирования, определяющий действия оператора, обслуживающего информационную систему в интересах пользователей и включающий помимо требований инструкции по эксплуатации консультирование пользователей и организацию обратной связи с ними;
- процесс сопровождения, регламентирующий действия персонала по модификации программного продукта, поддержке его текущего состояния и функциональной работоспособности.

Вспомогательные процессы регламентируют документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификацию, аттестацию, совместную оценку, аудит.

Степень обязательности для организации, принявшей решение о применении ISO/IEC 12207, обуславливает ответственность в условиях торговых отношений за указание минимального набора процессов и задач, требующих согласования с данным стандартом.

Стандарт содержит мало описаний, направленных на проектирование баз данных, что объясняется наличием отдельных стандартов по данной тематике.

ГОСТ 34 в качестве объекта стандартизации рассматривает автоматизированные системы различных видов и все виды их компонентов, в том числе программное обеспечение и базы данных. Стандарт в основном рассматривает проектные документы, что отличает его от стандарта ISO/IEC 12207. В структуре стандарта выделяют стадии и этапы разработки автоматизированных систем (АС).

Рассмотрим краткую характеристику:

1. Формирование требований к АС:

- обследование объекта и обоснование необходимости создания АС;
- формирование требований пользователя к АС;
- оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико-технического задания);

2. Разработка концепции АС:

- изучение объекта;
- проведение необходимых научно-исследовательских работ;
- разработка вариантов концепции АС, удовлетворяющей требованиям пользователя;

- оформление отчета о выполненной работе;

3. Техническое задание:

- разработка и утверждение технического задания.

4. Эскизный проект:

- разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям;
- разработка документации на АС и ее части.

5. Технический проект:

- разработка проектных решений по системе и ее частям;
- разработка документации на АС и ее части;
- разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и/или технических требований (технических заданий) на их разработку;
- разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации.

6. Рабочая документация:

- разработка рабочей документации на систему и ее части;
- разработка или адаптация программ.

7. Ввод в действие:

- подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие;
- подготовка персонала;

- комплектация АС поставляемыми изделиями (программными, техническими и информационными средствами);
- строительно-монтажные работы;
- пуско-наладочные работы;
- предварительные испытания;
- опытная эксплуатация;
- приемочные испытания.

8. Сопровождение АС:

- выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами;
- послегарантийное обслуживание.

ГОСТ 34 содержит обобщенную понятийную и терминологическую систему, общую схему разработки, общий набор документов. В настоящее время обязательность выполнения ГОСТа 34 отсутствует, поэтому его используют в качестве методической поддержки.

Методика Oracle CDM (Custom Development Method) является развитием ранее разработанной версии Oracle CASE-Method, известной по использованию Designer/2000. Она ориентирована на разработку прикладных информационных систем под заказ. Структурно построена как иерархическая совокупность этапов, процессов и последовательностей задач.

Этапы:

- стратегия (определение требований);
- анализ (формирование детальных требований);
- проектирование (преобразование требований в спецификации);
- реализация (разработка и тестирование приложений);
- внедрение (установка, отладка и ввод в эксплуатацию);
- эксплуатация (поддержка, сопровождение, расширение).

Процессы:

- RD — определение производственных требований;
- ES — исследование и анализ существующих систем;
- TA — определение технической архитектуры;
- DB — проектирование и построение базы данных;
- MD — проектирование и реализация модулей;
- CV — конвертирование данных;
- DO — документирование;
- TE — тестирование;
- TR — обучение;

- TS — переход к новой системе;
- PS — поддержка и сопровождение.

Процессы состоят из последовательностей задач, причем задачи разных процессов взаимосвязаны ссылками.

Методика не предусматривает включение новых задач, удаление старых, изменение последовательности выполнения задач. Методика необязательна, может считаться фирменным стандартом.

В связи с широким использованием в настоящее время объектной технологии большой интерес представляет CORBA (Common Object Request Broker Architecture) — стандарт в виде набора спецификаций для промежуточного программного обеспечения (middleware) объектного типа. Его автором является международный консорциум OMG (Object Management Group), объединяющий более 800 компаний (IBM, Siemens, Microsoft, Sun, Oracle и др.). OMG разработал семантический стандарт, включающий 4 основных типа:

- объекты, моделирующие мир (студент, преподаватель, экзамен);
- операции, относящиеся к объекту и характеризующие его свойства (дата рождения студента, пол и др.);
- типы, описывающие конкретные значения операций;
- подтипы, уточняющие типы.

На основе этих понятий OMG определил объектную модель, спецификацию для развития стандарта CORBA, постоянно развиваемую. В настоящее время CORBA состоит из 4 основных частей:

- Object Request Broker (посредник объектных запросов);
- Object Services (объектные сервисы);
- Common Facilities (общие средства);
- Application and Domain Interfaces (прикладные и отраслевые интерфейсы).

Параллельно с CORBA корпорацией Microsoft был разработан стандарт COM/DCOMB (Component Object Model/Distributed COM), предназначенный для объединения мелких офисных программ. Основным недостатком данного стандарта была ориентация на Windows и Microsoft. Корпорация Microsoft долгое время не присоединялась к OMG и развивала собственный стандарт. Однако жизнь заставила приступить к мирным переговорам. OMG взаимодействует с другими центрами стандартизации: ISO, Open Group, WWW консорциум, IEEE и многими другими. CORBA стал неотъемлемой частью распределенных объектных компьютерных систем.

Приведенные примеры стандартов дают представление о подходах к решению проблем стандартизации.

Естественно затраты на стандартизацию могут сделать проектные работы по внедрению информационных технологий более дорогостоящими, однако эти затраты с лихвой окупаются в процессе эксплуатации и развития системы, например при замене оборудования или программной среды.

Таким образом, стандартизация является единственной возможностью обеспечения порядка в бурно развивающихся информационных технологиях.

По аналогии с современным строительством, когда дома строят из блоков или панелей, программные приложения реализуются из компонентов. Под компонентом в данном случае понимают самостоятельный программный продукт, поддерживающий объектную идеологию, реализующий отдельную предметную область и обеспечивающий взаимодействие с другими компонентами с помощью открытых интерфейсов. Такая технология направлена на сокращение сроков разработки программных приложений и обеспечение гибкости внедрения. В плане реализации подобной технологии естественным является переход от стандартизации интерфейсов к стандартизации компонентов. Для унификации этого процесса необходимы метастандарты проектирования бизнес-процессов, которые формулируют основные установочные концепции. На первый взгляд, бизнес-процессы и информационных технологии имеют мало общего. Однако внедрение информационных технологий всегда приводит к реорганизации бизнеса. Потому методики моделирования бизнеса имеют много общего с проектированием информационных систем. Здесь может быть выстроена следующая цепочка: предметная область — бизнес-модель — модель информационной системы — технологическая модель — детальное представление — функционирование системы.

Среди стандартов проектирования бизнес-процессов можно отметить следующие: семейство стандартов IDEF (Integration Definition for Function), RUP (компания Rational Software), Catalysis (компания Computer Associates). Каждый из этих стандартов базируется на исходных понятиях. Например, в стандарте IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) такими понятиями являются:

- «Работа» (Fctivity) — для обозначения действия;
- «Вход» (Input), «Выход» (Output), «Управление» (Control), «Механизм» (Mechanism) — для обозначения интерфейсов.

Использование стандартов проектирования бизнес-процессов позволяет унифицировать процесс абстрагирования и формализации представления предметной области. Мощным методологическим средством в этой области является концепция CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support). Русскоязычный термин, отражающий специфику CALS — компьютерное сопровождение процессов жизненного цикла изделий (КСПИ). Выделяют следующие основные аспекты данной концепции:

- компьютеризация основных процессов создания информации;
- интеграция информационных процессов, направленная на совместное и многократное использование одних и тех же данных;
- переход к безбумажной технологии организации бизнес-процессов.

В методологии CALS (КСПИ) существуют две составные части: компьютеризированное интегрированное производство (КИП) и интегрированная логистическая поддержка (ИЛП).

В состав КИП входят:

- системы автоматизированного проектирования конструкторской и технологической документации САПР-К, САПР-Т, CAD/CAM);
- системы автоматизированной разработки эксплуатационной документации (ETPD — Electronic Technical Development);
- системы управления проектами и программами (PM —);
- системы управления данными об изделиях (PDM — Project Data Management);
- интегрированные системы управления (MRP/ERP/SCM).

Система интегрированной логистической поддержки (ИЛП) предназначена для информативного сопровождения бизнес-процессов на послепроизводственных стадиях жизненного цикла изделий от разработки до утилизации. Целью внедрения ИЛП является сокращение затрат на хранение и владение изделием. В состав ИЛП входят:

- система логистического анализа на стадии проектирования (Logistics Support Analysis);
- система планирования материально-технического обеспечения (Order Administration, Invoicing);
- электронная эксплуатационная документация и электронные каталоги;
- система поддержки эксплуатации и др.

Важной составляющей (КСПИ) является электронная подпись (ЭЦП). Современный электронный технический документ состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. Первая содержит необходимую информацию, а вторая включает аутентификационные и идентификационные сведения, в том числе из обязательных атрибутов — одну или несколько электронных подписей.

Развитие CALS (КСПИ) связано с созданием виртуального предприятия, которое создается посредством объединения на контрактной основе предприятий и организаций, участвующих в жизненном цикле продукции и связанных общими бизнес-процессами. Информационное взаимодействие участников виртуального предприятия реализуется на базе хранилищ данных, объединенных через общую корпоративную или глобальную сеть.

Значительный прогресс достигнут в области стандартизации пользовательского интерфейса. Среди множества интерфейсов выделим следующие классы и подклассы:

- символьный (подкласс — командный);
- графический (подклассы — простой, двухмерный, трехмерный);
- речевой;
- биометрический (мимический);
- семантический (общественный).

Выделяют два аспекта пользовательского интерфейса: функциональный и эргономический, каждый из которых регулируется своими стандартами. Один из наиболее распространенных графических двумерных интерфейсов WIMP поддерживается следующими функциональными стандартами:

ISO 9241-12-1998 (визуальное представление информации, окна, списки, таблицы, метки, поля и др.);

ISO 9241-14-1997 (меню);

ISO 9241-16-1998 (прямые манипуляции);

ISO/IES 10741-1995 (курсор);

ISO/IES 12581-(1999—2000) (пиктограммы).

Стандарты, затрагивающие эргономические характеристики, являются унифицированными по отношению к классам и подклассам:

ISO 9241-10-1996 (руководящие эргономические принципы, соответствие задаче, самоописательность, контролируемость, соответствие ожиданиям пользователя, толерантность к ошибкам, настраиваемость, изучаемость);

ISO/IES 13407-1999 (обоснование, принципы, проектирование и реализация ориентированного на пользователя проекта);

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119—2000 (требования к практичности, понятность, обзорность, удобство использования);

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126—93 (практичность, понятность, обучаемость, простота использования).

Оценивая вышеприведенные стандарты, необходимо подчеркнуть, что эффективность является критерием функциональности интерфейса, а соответствие пользовательским требованиям — критерием эргономичности.

Помимо общей формализации информационных технологий, рассмотренной выше, в настоящее время большое внимание уделяется разработке внутрикорпоративных стандартов. На первый взгляд, внедрение информационных технологий предполагает организацию безбумажного документооборота. Однако на практике существует большое количество отчетных форм, требующих твердой копии. К сожалению, на данном этапе невозможно разработать универсальный внутрикорпоративный стандарт и тиражировать его. Для унификации процесса формирования внутрикорпоративных стандартов используется единая технология их проектирования, содержащая следующую последовательность работ:

- определение дерева задач (оглавление стандарта);
- определение типовых форм для каждой задачи;
- назначение исполнителей;
- разработка матрицы ответственности;
- разработка календарного графика;
- описание входящих и выходящих показателей;
- составление глоссария терминов.

Контрольные вопросы

1. Что входит в состав базовых программных средств?
2. Дайте определение операционной системы.
3. Охарактеризуйте направления развития операционных систем.
4. Укажите направление эволюции современных языков программирования.
5. Какие элементы используются для семантического и синтаксического описания любой конструкции языка программирования?
6. В чем отличие языка программирования от его реализации?
7. Чем отличается компилятор от интерпретатора?
8. Перечислите стадии жизненного цикла программного продукта.
9. Какие функции реализуют программные среды?
10. Какие блоки входят в состав ЭВМ классической (фоннеймановской) архитектуры?

11. Каковы отличительные признаки машин баз данных?
12. Перечислите типы процессоров и укажите их отличительные признаки.
13. Укажите основные компоненты персонального компьютера.
14. Укажите самые распространенные аппаратные средства информационных технологий.
15. В чем назначение унификации и стандартизации?
16. Перечислите основные типы стандартов.
17. Какие основные процессы программного обеспечения охвачены современными стандартами?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Любая отрасль в своем 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 следующие кардинальные изменения: бурное расширение и распространение Интернета, интенсивное развитие мобильной связи и ее интеграция с Интернетом, внедрение промышленных методов разработки программного обеспечения, прогресс в новых направлениях информационных технологий (биоинформатика, квантовая информатика). 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. О сложности проблем, стоящих перед информационным обществом говорил в своих трудах академик А.П. Ершов [16]: «Потребовалось примерно полтора века, чтобы начиная с Эйлера, построить современное здание математического анализа и на его основе создать науку инженерного конструирования, прежде всего машин и сооружений. Нашему и следующему поколениям отпущено не более пяти десятков лет на то, чтобы решить соразмерную задачу по строительству теории программирования и на его основе создать науку инженерного конструирования автоматизированных рабочих мест, роботов и других современных машин». В настоящее время можно говорить о становлении информационной индустрии и ее проникновении во все сферы производства. Необходимым элементом любого предприятия, банка, компании, учреждения становятся информационные технологии, охватывающие все уровни профессиональной деятельности. Информация становится международным товаром, ее производство подвержено тенденциям глобализации. Наблюдается активный рост международных корпораций, размещающих свое производство во многих странах.

Характерной чертой развития информационных технологий является активная поддержка других научных дисциплин, в частности математики и физики. В качестве примера можно привести три основополагающих открытия в области физики, отмеченных Нобелевскими премиями: открытие транзистора (1947), создание интегральных схем (1958), открытие лазерно-мазерного принципа (1964).

Какие факторы являются наиболее важными в дальнейшем развитии информационной индустрии?

1. Создание полноценного промышленного информационного производства, соединяющего научное (теоретическое), исследовательское и производственное направления.

2. Развитие методов, технологий, навыков и инструментальных средств, ориентированных на создание качественных продуктов информационных технологий.

3. Комплексная стандартизация, как одно из основных направлений промышленного развития информационных технологий. Сформированная международная система стандартов информационных технологий в области производства и образования (объединяющая десятки профессиональных организаций) непрерывно развивается.

4. Качество и надежность должны стать визитной карточкой информационных продуктов. Основным ориентиром для обеспечения качества должно быть создание условий производства, гарантирующих необходимый уровень качества.

5. Опережающее развитие интеллектуальных технологий, основанных на извлечении знаний и управлении ими. Знания являются фундаментальным ресурсом, позволяющим избежать нарастающего неуправляемого потока информации.

6. Актуализация и интеллектуализация исходной информации, используемой в процессе принятия решений в различных предметных областях. Дальнейший переход к автоматизации процесса принятия решений.

7. Разработка корректных математических моделей и методов моделирования информационных систем, позволяющих решать задачи их оптимизации.

8. 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.

9. Подготовка высококвалифицированных профессиональных кадров. Спецификой информационной индустрии является коллективный труд, вовлекающий в производство различных специалистов: руководителей проекта (групп), бизнес-аналитиков, прикладных и системных программистов, сетевых аналитиков и проектировщиков, аналитиков и проектировщиков баз данных, специалистов по качеству, специалистов по тестированию и др. Одна из основных проблем подготовки кадров связана с интенсивным развитием информационной отрасли и, как следствие, с быстрым устареванием инструментальных средств. В международном образовании появилось новое направление подготовки кадров в области информационных технологий «Computing», объединившее «Computer Science» и «Computer Engineering».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ананьин В.* Интранет как инструмент корпоративного управления// Системы управления базами данных. — 1997. — №4. — С. 80—87, №5. — С. 81—86.
2. *Артемьев В.И.* Обзор способов и средств построения информационных приложений// Системы управления базами данных. — 1998— №3. — С. 71—80.
3. *Бадд Т.* Объектно-ориентированное программирование в действии. — СПб.: Питер, 1997.
4. *Барри Нанс.* Компьютерные сети. /Пер. с англ. — М.: БИНОМ, 1995.
5. *Вендров А.М.* Практические рекомендации по освоению и внедрению CASE-средств// Системы управления базами данных. — 1997.— №1. — С. 62—73.
6. *Виллазон Луис.* Ваша САПР, сэр// САПР и графика. — 1998. — №12. — С. 68—70.
7. *Воробьев В.И., Копыльцов А.В., Пальчун Б.П., Юсупов Р.М.* Методы и модели оценивания качества программного обеспечения. — СПб.: СПИИРАН, 1992.
8. *Глинников М., Орлов А.* Автоматизация бизнеса: взгляд информированных оптимистов// Мир ПК. — 1998. — №4. — С. 134—142.
9. *Гради Буч.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами на C++. — М.: Бином, СПб.: Невский диалог, 1998.
10. *Грей Джим.* Управление данными: Прошлое, Настоящее и Будущее// Системы управления базами данных. 1998— №3. — С. 71—80.
11. *Гуж М.* Аппаратные средства локальных сетей. *Справочник.* — СПб.: Питер, 1999.
12. *Гусева А.И.* Технология межсетевых взаимодействий. NttWar-Unix-Windows-Internet. — М.: Диалог-МИФИ, 1997.
13. *Дикарев Б.* САПР в радиоэлектронике для ПК: проблема выбора// САПР и графика. — 1998. — №10. — С. 60—63.
14. *Дрот В.Л., Новиков Ф.А.* Толковый словарь современной компьютерной лексики. — СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 1999.
15. *Елисеев В., Ладыженский Г.* Введение в Интранет// Системы управления базами данных. — 1996. — №5—6. — С. 19—43.
16. *Ершов А.П.* Избранные труды. — Новосибирск: Наука, 1994.
17. *Зима В.М., Молдовян А.А., Молдовян Н.А.* Компьютерные сети и защита передаваемой информации: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998.
18. *Зима В.М., Молдовян А.А., Молдовян Н.А.* Безопасность глобальных сетевых технологий. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999.
19. *Зима В.М., Молдовян А.А., Молдовян Н.А.* Резервирование системных данных компьютера и безопасная установка программ: Учеб. пособие. — СПб., 1998.
20. *Зима В.М., Молдовян А.А.* Многоуровневая защита от компьютерных вирусов. — СПб., 1998.
21. *Иванов А.Н., Золотарев С.В.* Построение АСУ ТП на базе концепции открытых систем// Мир ПК. — 1998. — №1. — С. 40—44.
22. *Интерфейсы ПК.* Справочник. — СПб.: Питер, 1999.
23. *Интранет и адаптивные инновации: переход от управления к координации в современных организациях// Jet Info.* — 1996. — 21/22.
24. *Йордон Эд., Аргилла Карл.* Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании. — СПб.: Питер, 1998.
25. *Ковалевский В.* Средства автоматизации разработки САПР: открытая среда конструкторского проектирования// САПР и графика. — 1998. — №11. — С. 58—64.
26. *Козлов В.А.* Открытые информационные системы. — М.: Финансы и статистика, 1999.

27. Колесников С. Из истории автоматизации методологий управления предприятия// Открытые системы. СУБД. — 1999. — №4. — С. 44—50.
28. Концепция информатизации сферы образования Российской Федерации// Проблемы информатизации высшей школы: Бюллетень. — 1998. — №3—4.
29. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. — М.: Картеоцентр-Геоиздат, 1998.
30. Кульгин М. Технология корпоративных сетей. — СПб.: Питер, 1999.
31. Лийв Э.Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. — Таллинн, 1998.
32. Назаров С.В. Компьютерные технологии обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 1999.
33. Назаров С.В. Практикум по пакетам прикладных программ. — М.: Финансы и статистика, 1999.
34. Новожинов Ю.В., Звонкин М.З., Тимонин Н.Н. Объектно-ориентированные CASE-средства// Системы управления базами данных. — 1996. — №5 — 6. — С. 119—125.
35. Озкархан Э. Машины баз данных и управление базами данных. — М.: Мир, 1989.
36. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб: Питер, 1999.
37. Першиков В.И. Толковый словарь по информатике. — М.: Финансы и статистика, 1999.
38. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии — М.: Высшая школа, 1988.
39. Прехельт Л. Эмпирическое сравнение семи языков программирования// Открытые системы. СУБД. — 2000. — № 12.
40. Пуха Ю. Объектные технологии построения распределенных информационных систем// Системы управления базами данных. — 1997. — №3. — С. 4—20.
41. Россоловский А. AutoCAD 2000// САПР и графика. — 1999. — №7. — С. 31—38.
42. Рудометов Е. Аппаратные средства и мультимедиа. Справочник. — СПб.: Питер, 1999.
43. Руководство по методологии ABC: Справочник. — М.: Метатехнология, 1997.
44. Саймон А. Стратегия баз данных: менеджмент 2000 год. — М.: Финансы и статистика, 1999.
45. Сахаров А.А. Концепции построения и реализации информационных систем, ориентированных на анализ данных// Системы управления базами данных. — 1996. — №4. — С. 55—70.
46. Семенов М.И., Трубилин И.Т., Лойко В.И., Барановская Т.П. Автоматизированные информационные технологии в экономике. — М.: Финансы и статистика, 1999.
47. Симонович С. Информатика. Базовый курс. — СПб: Питер, 1999.
48. Советов Б.Я. Информационная технология. — М.: Высшая школа, 1994.
49. Соломенчук В. Интернет: краткий курс. — СПб: Питер, 1999.
50. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. — М.: Финансы и статистика, 1999.
51. Чертовской В.Д., Шеховцов О.И., Шифрин Б.М. Интеллектуальные средства поддержки принятия решений: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 1999.
52. Шестопалова Н. Банковские стихи// Мир ПК. — 1998. — №5. — С. 104—109.

Оглавление

<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	5
Глава 1. Возникновение и этапы становления информационных технологий . . .	9
1.1. Общество и информация	9
1.2. Понятие информации, ее виды	11
1.3. Количественные и качественные характеристики информации	17
1.4. Превращение информации в ресурс	28
Контрольные вопросы	29
Глава 2. Понятие информатизации. Стратегия перехода к информационному обществу	30
2.1. Этапы эволюции общества и информатизации	30
2.2. Определение и основные характеристики информационного общества	33
2.3. Информатизация как процесс перехода от индустриального общества к информационному	34
2.4. Этапы перехода к информационному обществу	36
Контрольные вопросы	40
Глава 3. Информационная технология как составная часть информатики. Классификация информационных технологий	41
3.1. Содержание информатики как научного направления. Основные уровни информатики.	41
3.2. Определение и задачи информационной технологии	44
3.3. Информационные технологии как система	46
3.4. Этапы эволюции информационных технологий	49
Контрольные вопросы	55
Глава 4. Базовые информационные процессы, их характеристика и модели . . .	56
4.1. Извлечение информации	56
4.2. Транспортирование информации	59
4.3. Обработка информации	68
4.4. Хранение информации	75
4.5. Представление и использование информации	85
Контрольные вопросы	90
Глава 5. Базовые информационные технологии	92
5.1. Мультимедиа-технологии	92
5.2. Геоинформационные технологии	95
5.3. Технологии защиты информации	101
5.4. CASE-технологии	113
5.5. Телекоммуникационные технологии	121
5.6. Технологии искусственного интеллекта	133
Контрольные вопросы	148

Глава 6. Прикладные информационные технологии	150
6.1. Информационные технологии организационного управления (корпоративные информационные технологии)	150
6.2. Информационные технологии в промышленности и экономике	157
6.3. Информационные технологии в образовании	166
6.4. Информационные технологии автоматизированного проектирования	181
Контрольные вопросы	188
Глава 7. Информационная технология построения систем	189
7.1. Системный подход к построению информационных систем	189
7.2. Стадии разработки информационных систем	194
7.3. Формирование модели предметной области	202
7.4. Построения систем с использованием информационных технологий	214
7.5. Оценка качества информационных систем	226
Контрольные вопросы	229
Глава 8. Инструментальная база информационных технологий	231
8.1. Программные средства информационных технологий	231
8.2. Технические средства информационных технологий	237
8.3. Методические средства информационных технологий	246
Контрольные вопросы	252
Заключение. Перспективы развития и использования информационных технологий	253
<i>Литература</i>	256

Учебное издание

Советов Борис Яковлевич
Цехаиовский Владислав Владимирович

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Редактор *Е.Г. Баркова*
Технический редактор *Н.В. Быкова*
Корректор *Н.Е. Жданова*
Компьютерная верстка *О.М. Чернова*

Лицензия ИД № 06236 от 09.11.01.

Изд. № РЕНТ-38. Подп. в печать 16.02.06.
Формат 60×88¹/₁₆. Бум. офсетн. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Объем: 16,17 усл. печ. л., 16,80 усл. кр.-отг.
Тираж 3000 экз. Заказ № 6021.

ФГУП «Издательство «Высшая школа», 127994, Москва, ГСП-4,
Неглинная ул., 29/14.

Тел.: (495) 200-04-56
<http://www.vshkola.ru> E-mail: info_vshkola@mail.ru

Отдел реализации: (495) 200-07-69, 200-31-47, факс: (495) 200-34-86.
E-mail: sales_vshkola@mail.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО ордена «Знак Почета»
«Смоленская областная типография им. В.И. Смирнова».
214000, г. Смоленск, пр-т им. Ю. Гагарина, 2.