

**Ю.Л. Муромцев, Л.П. Орлова,  
Д.Ю. Муромцев, В.М. Тютюнник**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС**

**Часть 1**

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, АРХИТЕКТУРА, ПРИНЦИПЫ**

**Издательство ТГТУ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тамбовский государственный технический университет

Ю.Л. Муромцев, Л.П. Орлова,  
Д.Ю. Муромцев, В.М. Тютюнник

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС

Часть 1

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, АРХИТЕКТУРА, ПРИНЦИПЫ

Одобрено УМО в области автоматизи, электроники,  
микроэлектроники и радиотехники в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по на-  
правлению 210200 и  
специальности 210201

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2004

УДК 621.37/39(07)  
ББК  $\aleph$ 844-02я73  
М915

#### Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор  
*В.Н. Шамкин*

Доктор физико-математических наук, профессор  
*В.А. Федоров*

**Муромцев Ю.Л., Орлова Л.П., Муромцев Д.Ю.,  
Тютюнник В.М.**

**М915 Информационные технологии проектирования РЭС. Ч. 1: Основные понятия, архитектура, принципы: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 96 с.**

Учебное пособие состоит из нескольких частей. В первой части рассмотрены общие принципы и методология информационных технологий (ИТ) применительно ко всем этапам жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС).

Пособие предназначено для студентов и магистрантов, обучающихся по направлению 210200 и специальности 210201 (Проектирование и технология радиоэлектронных средств), оно может быть использовано студентами и аспирантами других технических и экономических специальностей, изучающих вопросы внедрения ИТ-проектов. Пособие будет также полезно преподавателям, инженерам, менеджерам и другим специалистам, закончившим вузы пять и более лет назад, работающим в консалтинговых фирмах, системных интеграторах и на предприятиях, которые внедряют информационные технологии.

УДК 621.37/39(07)  
ББК №844-02я73

ISBN 5-8265-0340-8

© Тамбовский государственный  
технический университет  
(ТГТУ), 2004  
© Муромцев Ю.Л., Орлова Л.П.,  
Муромцев Д.Ю., Тютюнник В.М. 2004

## **УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ**

**МУРОМЦЕВ Юрий Леонидович,  
ОРЛОВА Лариса Павловна,  
МУРОМЦЕВ Дмитрий Юрьевич  
ТЮТЮННИК Вячеслав Михайлович**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС**

Часть 1

## **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, АРХИТЕКТУРА, ПРИНЦИПЫ**

Учебное пособие

Редактор Т.М. Глинкина  
Компьютерное макетирование Е.В. Кораблева

Подписано в печать 22.12.2004

Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная  
Гарнитура Times New Roman. Объем: 5,58 усл. печ. л.; 5,5 уч.-изд. л.  
Тираж 100 экз. С. 880

Издательско-полиграфический центр  
Тамбовского государственного технического университета,  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проектирование и технология производства электронных средств уже не могут рассматриваться в отрыве друг от друга и прочих этапов жизненного цикла продукта. Острая конкурентная борьба за рынки сбыта между научно-производственными объединениями электронного профиля приводит к быстрому развитию информационных технологий. Современные автоматизированные технологии позволяют охватывать все виды работ по маркетингу, планированию, проектированию, производству, реализации, эксплуатации, а где требуется, и утилизации электронных средств. Только широкое использование информационных технологий позволяет выйти на уровень управления предприятием "бизнес со скоростью мысли".

Ежегодно появляется много новых программных продуктов или новых версий существующих. Созданных технологий так много и они настолько быстро развиваются, что специалисту в одной области информационных технологий (ИТ) невозможно отслеживать весь широкий спектр методов, программных и технических средств, которые применяются при создании и производстве электронной продукции.

Пока известно мало примеров успешного функционирования корпоративных информационных систем на отечественных предприятиях электронного профиля, удовлетворяющих CALS-стандартам. Одной из причин этого для отечественных предприятий является высокая стоимость систем класса MRPII и ERP. Поэтому на ряде предприятий создаются "самопальные" информационные системы, являющиеся дальнейшим шагом эволюции "островковой" или "лоскутной" автоматизации отдельных процессов.

Целью настоящего пособия является краткое изложение вопросов по общим положениям информационных технологий применительно к проектированию и производству, а также другим этапам жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС). Осуществление данной цели связано со значительными трудностями. Во-первых, отрасль ИТ стремительно развивается, в нее вкладываются громадные средства мировой экономики, ежегодно появляются новые сферы приложения, вводятся новые понятия, термины, стандарты и т.п. Во-вторых, практически отсутствуют книги, в которых дается систематизированное изложение основных аспектов современных ИТ. Несмотря на то, что имеется обширная литература, в том числе в виде многотомных изданий, в которых детально освещаются многочисленные компоненты ИТ (языки, протоколы, интерфейсы, базы данных, аппаратные средства и т.п.), получение из сотен тысяч и миллионов страниц, а также из сайтов Internet необходимых сведений по конкретным вопросам выбора и применения ИТ представляет собой сложную задачу.

Главная цель учебного пособия – дать необходимые сведения об информационных технологиях, используемых не только для решения САПРовских задач, но и задач, относящихся к другим этапам жизненного цикла электронных средств. Учитывая современное состояние электронной промышленности и непрерывное быстрое развитие информационных технологий, методологические аспекты ИТ рассматриваются с позиции CALS-систем и в основном применительно к решению задач реинжиниринга процессов. На современном предприятии электронного профиля сфера применения ИТ исключительно широка и не ограничивается решением только задач радиоэлектроники (схемотехника, конструирование, технология изготовления микросхем и печатных плат), приходится рассматривать вопросы маркетинга, планирования, логистики, элементов машиностроения, испытаний и т.п.

До настоящего времени краткие сведения по ИТ давались в рамках дисциплин "Информатика", "Автоматизация конструкторского проектирования", САПР. Каковы основные различия между понятиями "Автоматизация проектирования РЭС" и "Информационные технологии проектирования РЭС"? Несмотря на то, что эти дисциплины имеют много общего, при рассмотрении ИТ затрагивается целый ряд дополнительных разделов. К ним относятся:

- охват всех этапов жизненного цикла продукта (от технического замысла до утилизации), использование концепции CALS-систем;
- рассмотрение более широкого круга вопросов, в том числе экономических, эксплуатационных, по принятию решений (не только проектных);
- широкое привлечение различных пакетов прикладных программ.

В определенном смысле ИТ в проектировании РЭС – это новый этап развития САПР РЭС. Пожалуй, правильнее новый этап рассматривать как "Интегрированные ИТ для РЭС".

В последнее десятилетие произошло становление новой науки – науки об информационных технологиях, т.е. ИТ-науки, или итологии. Предмет итологии – информационные технологии, а также процессы, связанные с их созданием и применением.

В качестве примеров в пособии приводятся ИТ в основном производственного назначения, от которых в первую очередь зависит подъем экономики промышленности. В настоящее время решение вопроса внедрять или не внедрять ИТ практически не зависит от желания руководителей предприятий. Реальное положение дел заставляет по-новому относиться к ИТ, основная задача руководства фирмы – организовать цивилизованное и быстрое внедрение ИТ.

Учебное пособие состоит из нескольких частей, относящихся к различным разделам программы новой дисциплины "Информационные технологии проектирования РЭС", предусмотренной стандартом специальности 210201 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств".

В первой части даются самые элементарные сведения, в этом смысле она может рассматриваться как введение в информационные технологии (итологию). Распределение материала в других частях предполагается следующим образом: ИТ в маркетинге, планировании и управлении проектами, ИТ моделирования процессов, аппаратные средства ИТ, программные средства ИТ, ИТ при автоматизированном проектировании продукта (изделия), ИТ производственного назначения, ИТ уровня предприятия, ИТ корпоративных систем, CALS-технологии. Такая структура пособия позволяет для его подготовки привлечь специалистов по различным разделам информационных технологий и ускорить обеспечение студентов методическим материалом. Кроме того, это облегчит внесение дополнений, учитывающих последние достижения в области быстроразвивающихся компьютерных технологий.

Последовательность частей в определенной степени учитывает очередность работ при выполнении ИТ-проектов и расширение интеграции при охвате технологиями этапов жизненного цикла ЖЦ продукта и бизнес-процессов.

Авторы будут благодарны за все замечания и пожелания, сделанные по настоящему учебному пособию.

## **1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Ясность вовсе не является неизбежно единственной или наиболее важной стороной истины.

*Р. Тагор*

Ясность представлений – великая добродетель, но тот, кто прежде всего ищет ясности, рискует и упустить что-то важное, ибо есть истины, для уяснения которых необходимы терпение и время. Требование ясности, или хотя бы логики, немедленно и во всем сушит ум, постепенно суживает кругозор.

*Т. Уайдлер*

Ключевые термины: автоматизированные информационные технологии; бизнес-процессы; жизненный цикл продукта; информатизация; информационные системы; итология; корпоративные информационные системы; логистика; системный интегратор; технология, CALS-технологии.

Аббревиатуры: CAM, CAD, CAE, CALS, CRM, EPR, MRP II, OLAP, SCM.

Ресурсы www: [www.informika.ru](http://www.informika.ru), [www.pcweek.ru](http://www.pcweek.ru), [www.compitech.ru](http://www.compitech.ru), [www.osp.ru](http://www.osp.ru), [www. Itil](http://www.itil.com), [www. itsm](http://www.itism.com).

### **1.1 Информационные технологии – новая отрасль знаний**

Человечество вступило в эру информатизации, и это наглядно проявляется в следующем:

– информация и информационные ресурсы на мировом рынке становятся важнейшим высокотехнологичным продуктом;

- фирмы, разрабатывающие автоматизированные информационные технологии, занимают ведущие позиции в мировой экономике, определяют дальнейшие направления развития конкурентоспособной продукции;
- без информатизации невозможно создание высоких технологий;
- ИТ открывают новые возможности в повышении эффективности производственных процессов, сфере образования и быта, они выводят на новый уровень автоматизацию технологических процессов и управленческий труд, обеспечивают групповое ведение проектных работ, интернет-технологии, CALS-технологии, дистанционное образование и т.д.;
- информатизация общества ведет к интернационализации производства [1].

Показателем научно-технической мощи страны становится внешнеторговый баланс профессиональных знаний, который реализуется рынком лицензий производственных процессов, "ноу-хау" и консультациями по применению наукоемких изделий. Например, США около 80 % нововведений передают дочерним предприятиям в других странах. Пока эти предприятия осваивают предложенную технологию, в США готовят новые, т.е. реализуется опережающий технологический цикл высокоразвитой страны. К числу важнейших компонентов информационной мощи США относится глобальное лидерство в разработке, производстве и использовании информационных технологий.

Таким образом, эволюция мирового рынка дает преимущества стране, создающей у себя и передающей для производства другим странам наукоемкие изделия, включающие новые технологии и современные профессиональные знания. Идет торговля невидимым продуктом: знаниями, культурой, происходит навязывание высокоразвитыми странами стереотипа поведения. Именно поэтому в информационном обществе стратегическим ресурсом становятся информация, знание, творчество. Посредством дистанционного обучения, компьютерных игр, компьютерных видеофильмов и других ИТ компьютерные технологии оказывают огромное влияние на формирование условий и среды, в которых развиваются и процветают таланты. Предполагается, что социальное влияние информационной революции будет заключаться в синтезе западной и восточной мысли.

ИТ играют важную стратегическую роль в развитии каждой страны. Эта роль быстро растет за счет того, что ИТ:

1) активизируют и повышают эффективность использования информационных ресурсов, обеспечивают экономию сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени;

2) реализуют наиболее важные и интеллектуальные функции социальных процессов; ИТ занимают центральное место в процессе интеллектуализации общества, в развитии системы образования, культуры, новых (экранных) форм искусства, популяризации шедевров мировой культуры, истории развития человечества;

3) обеспечивают информационное взаимодействие людей, способствуют распространению массовой информации; ИТ быстро ассимилируются культурой общества, снимают многие социальные, бытовые и производственные проблемы, расширяют внутренние и международные экономические и культурные связи, влияют на миграцию населения по планете;

4) оптимизируют и автоматизируют информационные процессы в период становления информационного общества;

5) играют ключевую роль в процессах получения, накопления, распространения новых знаний по трем направлениям. Первое – информационное моделирование, позволяющее проводить "вычислительный эксперимент" даже в условиях, которые невозможны при натуральном эксперименте из-за опасности, сложности и дороговизны. Второе направление основано на методах искусственного интеллекта, оно позволяет находить решения плохо формализуемых задач, задач с неполной информацией и нечеткими исходными данными по аналогии с созданием метапроцедур, используемых человеческим мозгом. Третье направление базируется на методах когнитивной графики, т.е. совокупности приемов и методов образного представления условий задачи, которые позволяют сразу увидеть решение либо получить подсказку для его нахождения. Оно открывает возможности познания человеком самого себя, принципов функционирования своего сознания;

6) позволяют реализовать методы информационного моделирования глобальных процессов, что обеспечивает возможность прогнозирования многих природных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, экологических катастроф, крупных технологических аварий.

Исключительно важную роль ИТ оказывают на развитие радиоэлектронных средств (РЭС), которые обеспечивают все виды связи, вычислительные средства, продукцию оборонных промышленных комплексов и других отраслей промышленности. В настоящее время практически нет продукции, включая услуги, которая бы не содержала или не использовала электроники. ИТ и электроника вместе с вычислительной техникой являются основой создания высоких технологий.

Необходимость внедрения ИТ для развития РЭС объясняется требованиями к сокращению сроков проектирования и подготовки производства для выпуска новых и модернизируемых изделий, затрат на проектирование и производство, стоимости долговременного послепродажного обслуживания [2]. Кроме того, ИТ необходимы для перестройки (реинжиниринга) предприятий в соответствии с современными требованиями повышения качества и конкурентоспособности изделий, восстановления старых рынков сбыта и выхода на новые рынки.

Обновление или реинжиниринг (Reengineering) бизнес-процессов с позиций менеджмента определяется как "фундаментальное переосмысление и радикальная перестройка бизнес-процессов компаний с целью достижения коренных улучшений актуальных показателей их деятельности: стоимости, качества, услуг и темпов" [3].

На этапах жизненного цикла электронных средств широко применяются следующие ИТ.

Во-первых, "электронные" САПР, обеспечивающие моделирование аналоговых (в том числе СВЧ) и цифровых устройств, разработку программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), автотрасировку печатных плат, комплексное описание компонентов проектируемых устройств, моделирование электромагнитных полей трехмерных структур и т.д. Здесь выделяют "легкие" (с меньшим числом функций и более дешевые), "средние" и "тяжелые" САПР (с расширенными возможностями и более дорогие).

Во-вторых, специализированные информационные технологии и системы, например, CASE (Computer-Aided Software / System Engineering)-технологии, SCADA (Supervisor Control And Data Acquisition)-системы, системы моделирования и анализа электронных схем и т.д.

В-третьих, технологии класса MRPII (Manufacturing Resource Planning) и ERP (Enterprise Resource Planning), обеспечивающие решение широкого спектра задач планирования ресурсов и управления деятельностью предприятий. В последние годы, характеризующиеся ожесточением конкуренции, интенсивно развиваются CRM (Customer Relationship Management)-системы как набор приложений, или в виде надстройки над ERP. В CRM-системах акцент делается на взаимоотношения компания-клиент и, прежде всего, удержание старых клиентов за счет учета их индивидуальных потребностей и особенностей. Основными разработчиками ERP-систем являются фирмы Oracle, Microsoft, SAP, BAAN, People Soft и многие др. К ведущим отечественным компаниям на рынке ERP-систем относятся "Парус", "Галактика", "АйТи", "Цефей".

Расширяется применение технологии XML (eXtensible Markup Language), которая охватывает важнейшие задачи бизнес-приложений: обмен данными между системами разных производителей, обмен документами между предприятиями (B2B – Business-to-Business), сбор отчетности государственными организациями, поставка данных интернет-клиентами и др.

Без использования ИТ невозможно функционирование многих современных систем, т.е. САПР, АСУ, CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), логистики и др.

Грамотное использование ИТ и ИС позволяет извлекать максимум пользы из всей имеющейся на предприятии информации и благодаря этому делать более точные прогнозы, избегать возможных ошибок при принятии управленческих и проектных решений в условиях неопределенности и риска. Жесткая конкурентная борьба делает предприятия крайне чувствительными к малейшим просчетам в управлении, преимущества имеют предприятия, использующие современные информационные технологии.

Наряду с очевидными благами неквалифицированный подход к использованию ИТ таит определенные опасности, к ним можно отнести следующие:

- меньше времени уделяется изучению непосредственно применяемых математических методов, физическому смыслу моделируемых явлений и другим теоретическим аспектам;
- повышается опасность разглашения конфиденциальной информации, появляются новые виды преступлений;
- облегчаются реклама некачественной продукции, проведение "черных" пиаровских акций и т.п.;
- возможны значительные материальные издержки при неудачном ИТ-проекте и др.

Например, в 2001 г. ошибки в программном обеспечении принесли убыток мировой экономике на сумму 175 млрд. долл. Риски внедрения крупных программных систем в настоящее время достигают 70 % [4, 5].

Развитие ИТ привело к появлению новых видов деятельности – консалтинг, аутсорсинг, системная интеграция, дистрибуция, электронный бизнес, дистанционное обучение и т.д. и проблем (защита информации).

В завершение настоящего параграфа отметим, что предметная область автоматизированных информационных технологий исключительно широка, она включает множество разделов, которые представляют собой самостоятельные предметные области. Наиболее полное представление об ИТ можно получить в Internet. Поэтому для каждой главы приводятся примеры адресов сайтов по соответствующей тематике.

## 1.2 Основные определения

Ежегодно терминология в области ИТ пополняется новыми понятиями, аббревиатурами и т.п., поэтому в настоящем разделе приводятся лишь определения самого общего характера. Многие широко используемые термины рассматриваются в следующих разделах и книгах.

Термин технология произошел от греческого *teche* + *logos*, т.е. мастерство + учение. В производственном процессе под технологией понимают систему взаимосвязанных способов обработки материалов и приемов изготовления продукции. В общем случае технология – это правила действия с использованием каких-либо средств, которые являются общими для целой совокупности задач или задачных ситуаций. Если реализация технологии направлена на выработку управляющих воздействий, то это технология управления.

В узком смысле технология – это набор способов, средств выбора и осуществления управляющего процесса из множества возможных реализаций этого процесса. Под процессом (*processus* (лат.) – продвижение) здесь понимается функционально законченная, планируемая последовательность типовых операций со структурами данных, совершаемых за конечный промежуток времени в определенной среде, свойства которой диктуются требованиями и свойствами динамики процесса [6]. В свою очередь, процесс может быть применен и к информации с целью ее преобразования.

В последнее время широкое распространение получили термины: безбумажная технология, интерактивная технология, технология программирования, технология проектирования баз данных, CALS (*Continuous Acquisition and Life-cycle Support*)-технология, сетевая технология, Internet-технология, технология анализа и реинжиниринга бизнес-процессов и др. Все они предполагают использование информации, т.е. любого вида сведений о предметах, фактах, понятиях предметной области [7].

Современная технология должна отвечать следующим требованиям [8]:

- высокая степень расчлененности процесса на стадии (фазы);
- системная полнота (целостность) процесса, который включает все элементы, обеспечивающие необходимую завершенность действий в достижении поставленной цели;
- регулярность процесса и однозначность его фаз, позволяющие применять средние величины при характеристике этих фаз, следовательно, их стандартизацию и унификацию.

В понятии "технология" важно выделить два аспекта. Во-первых, технология неразрывно связана с процессом, т.е. совокупностью действий, осуществляемых во времени. Во-вторых, технологический процесс протекает в искусственных системах, созданных человеком для удовлетворения каких-либо потребностей.

Термин "информатизация" может рассматриваться как эффективное использование обществом информации и средств вычислительной техники во всех сферах деятельности, как комплекс мер, направленных на обеспечение полного и своевременного использования достоверных знаний во всех общественно значимых видах человеческой деятельности. Основная цель информатизации – обеспечение решения актуальных проблем общества, удовлетворение спроса на информационные продукты и услуги [9]. Важность информатизации подчеркивается ее местом в "концепции четырех И", т.е. информатизация, интеллектуализация, интеграция и индивидуализация [10]. Под интеллектуализацией понимается создание и использование систем, решающих интеллектуальные задачи (накопление знаний и вывод новых, распознавание образов, общение с пользователем на естественном языке и т.д.). Интеграция предполагает комплексное решение научных, технических и социальных задач в целях развития общества. Индивидуализация проявляется в развитии сегмента функциональных и личностных услуг во всех сферах человеческой деятельности.

Термин "информационные технологии", получивший широкое распространение, имеет чрезвычайно емкий смысл. Часто как синоним ему используются – компьютерные технологии, автоматизированные информационные технологии и др. Общепринятого определения для термина "информационная технология" нет, наиболее часто используются следующие.



*Определение 1.* Информационная технология или технология обработки информации есть совокупность методов, процессов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации для снижения трудоемкости, повышения оперативности и надежности при использовании информационных ресурсов [9].

*Определение 1а.* Информационная технология – это методы, системы и средства, используемые для хранения, обработки, восприятия и передачи информации во всех ее возможных формах, применения информации во всех аспектах нашей жизни, включая промышленность, науку, офисы, быт и т.д.

*Определение 1б.* Информационная технология есть система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которая используется для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в соответствующей предметной области [6].

Кратко можно сказать, что информационная технология – это результат сочетания программно-

аппаратной компьютерной системы, методов и средств для целевого преобразования передачи и воспроизведения информации.

Из этих определений видно, что создание и использование информационных технологий предполагает умение грамотно работать с информацией и вычислительной техникой.

К основным характеристикам ИТ относятся следующие:

- предметом процесса обработки является информация, подготовленная для определенных целей;
- цель процесса – получение новой информации в структурированной форме;
- средствами осуществления процесса являются аппаратные, программные и программно-аппаратные комплексы;
- процессы обработки данных разделяются на операции в соответствии с конкретной предметной областью;
- выбор управляющих воздействий на процесс осуществляются лицами, принимающими решения (ЛПР);
- критерий оптимизации процесса включает своевременность доставки информации (пользователю), ее надежность, достоверность, доступность и полноту [10].

При рассмотрении ИТ часто используется понятие жизненного цикла. Под жизненным циклом (ЖЦ) объекта в простейшем случае понимают упорядоченную совокупность изменений его состояний от начального (обычно возникновение замысла) до конечного (прекращение деятельности, утилизация).

Важными особенностями информационных технологий являются:

- 1) постоянное и быстрое обновление, их технические и программные средства обновляются каждые 1,5 – 2 года;
- 2) расширение номенклатуры составных частей ИТ;
- 3) увеличение числа выполняемых функций (решаемых задач);
- 4) интеллектуализация;
- 5) повышение требований к уровню подготовленности пользователей, умению быстро осваивать новые методы и средства.

С помощью ИТ группа специалистов может выполнять совместные действия так же быстро, как выполняет один человек свою часть работы, например, при проектировании новой продукции, при этом добавляется эффект объединенного интеллекта членов коллектива. Синергизм от внедрения ИТ-проектов проявляется также при взаимодействии информационных процессов, людей, занятых в них, технологий управления, законов, управляющих отношениями между людьми, фирмами, рынком и государством.

К главным задачам развития ИТ можно отнести следующие:

- поиск технологий, которые из цепочки "задача – решение", "технический замысел – продукт" исключили бы людей, специально занятых преобразованием задач (данных и т.п.) в форму, понятную для ЭВМ, т.е. развитие человеко-машинного интерфейса [7];
- обеспечение инфраструктуры для хранения и передачи информации, в том числе речи, изображений, текста;
- развитие системотехники и программотехники (совершенствование программирования для систем, основанных на использовании знаний);
- в электронной промышленности важнейшей задачей является автоматизация проектирования и изготовления СБИС.

Внедрение и развитие информационных технологий рассматривается как выполнение ИТ-проектов. В выполнении проектов обычно участвуют консалтинговые компании и системные интеграторы.

*Определение 2.* Автоматизированная информационная технология это ИТ, в которой для передачи, сбора, хранения и обработки данных используются методы и средства вычислительной техники и систем связи.

*Определение 2а.* Под автоматизированной информационной технологией управления (АИТУ) понимается система методов и способов сбора, накопления, хранения, поиска, обработки и защиты управленческой информации на основе применения развитого программного обеспечения (ПО), средств вычислительной техники и связи, а также способов, с помощью которых эта информация представляется пользователю.

*Определение 2б.* Автоматизированная информационная технология представляет собой ИТ, в которой для передачи, сбора, хранения и обработки данных используются методы и средства вычислительной техники и систем связи (computer – aided information technology) [7].

*Определение 3.* Новые информационные технологии – это технологии, синтезирующие самые современные автоматизированные методы и способы преобразования информации, в том числе на основе искусственного интеллекта, определяющие характер человеческой деятельности в новом информационном обществе, которое приходит на смену индустриальному обществу [11, 12].

Таким образом, новая ИТ – это технология, основанная на применении компьютеров, активном участии пользователей (непрофессионалов в области программирования и аппаратных средств) в информационном процессе, высоком уровне дружественного пользовательского интерфейса, широком применении пакетов прикладных программ общего и проблемного направления, использовании режима реального времени и доступа пользователя к удаленным базам данных и программам благодаря вычислительным сетям ЭВМ [13].

К новым ИТ относятся:

- распределенные базы данных;
- экспертные системы;
- телекоммуникационные сети;
- беспроводная связь;
- интерактивные видеодиски;
- автоматическое индексирование и отслеживание;
- высокопроизводительные ЭВМ;
- средства поддержки принятия решений и моделирования.

В последние годы используется термин "новейшие информационные технологии", под которыми понимается продукт интеграции различных информационных технологий, в результате обеспечиваются дополнительные информационные и вычислительные потребности пользователя, поддерживается единый способ взаимодействия пользователя с компьютером, единый способ представления данных, стиль интерфейса. Свойства такой интегрированной ИТ в значительной степени зависят от свойств осуществляющих ее частных технологий, но не определяются ими полностью. Таким образом, интегрированная ИТ не сводится к простой совокупности частных технологий; рассматривая каждую частную технологию в отдельности, нельзя представить все свойства интегрированной ИТ.

Примером интегрированной ИТ является CALS-технология, т.е. непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукта. CALS-технология иногда рассматривают как стратегию систематического повышения эффективности, производительности и рентабельности процессов хозяйственной деятельности предприятия за счет внедрения современных методов информационного взаимодействия участников жизненного цикла продукта. Здесь автоматизируются бизнес-процессы на всех этапах жизненного цикла продукции, под которой понимают как изделия, так и различного рода услуги.

К бизнес-процессам (Business Processes) в данном случае относится любая деятельность, которой занимается организация (предприятие) для удовлетворения потребностей клиентов. Этот термин характеризует самые различные виды работ – проектные, технологические, управленческие и др.

При разработке РЭС широко используется система автоматизированного проектирования (САПР, CAD-Computer-Aided Design) – комплекс программных и технических средств, предназначенных для автоматизации процесса проектирования деталей, устройств (механизмов, объектов), программ и систем с участием человека [2]. Сквозное проектирование обеспечивается интегрированием

CAD/CAE/CAM/PDM-систем. Примерами таких систем являются Pro/Engineer, CATIA, Unigraphics, ADAMS.

Значительная часть ИТ реализуется в виде информационных систем (ИС), предназначенных для хранения, поиска и выдачи информации по запросам пользователей.

*Определение 4.* Информационная система представляет собой прикладную программную подсистему, ориентированную на сбор, хранение, поиск и обработку текстовой и/или фактографической информации; большинство ИС работает в режиме диалога с пользователем [14].

*Определение 4а.* ИС с технической точки зрения представляет собой набор взаимосвязанных компонентов, которые собирают, обрабатывают, запасают и распределяют информацию, чтобы поддержать принятие решений и управление в организации [15].

*Определение 5.* Автоматизированной информационной системой (АИС) называется организационно-техническая система, использующая автоматизированные информационные технологии в целях информационно-аналитического обеспечения научно-инженерных работ и производственных процессов. По ИС имеется своя развернутая терминология.

*Определение 5а.* Автоматизированной информационной системой называется организационно-техническая система, использующая автоматизированные ИТ в целях обучения, информационно-аналитического обеспечения научно-инженерных работ и процессов управления (computer aided information system) [7].

*Определение 5б.* АИС представляет собой совокупность технических, программных средств и организационных мероприятий, предназначенных для автоматизации информационных процессов в профессиональной деятельности, основным техническим средством АИС является ЭВМ [16].

Автоматизированная информационная система (АИС) представляет собой комплекс программно-

аппаратных средств и информационных массивов, предназначенных для сбора, хранения, поиска, переработки и выдачи информации потребителям по их запросам.

АИС являются неизменными составляющими таких крупных систем, как САПР, АСУТП, системы управления качеством, системы визуализации и электронного документооборота, EPR-системы, системы маркетинга, системы взаимодействия с клиентами и др.

В настоящее время широкое распространение получают корпоративные информационные системы (КИС), обеспечивающие автоматизацию бизнес-процессов расширенных (виртуальных) предприятий, которые объединяют все организации, участвующие в создании, производстве и сбыте продукции. Говоря о корпоративной системе, надо отметить целевое программно-аппаратное обеспечение (управление, проектирование, принятие решений информационно-поисковые системы и пр.), главными особенностями которого является распределенность, сетевая платформа и обеспечение защиты корпоративной информации.

*Определение 6.* Интеллектуальная информационная система (ИИС) представляет собой ИС, которая использует наиболее наукоемкие технологии с высоким уровнем автоматизации не только процессов подготовки информации для принятия решений, но и самих процессов выработки вариантов решений, опирающихся на полученные ИС данные [17].

*Определение 6а.* Интеллектуальная система представляет собой объединенную информационным процессом совокупность технических средств и программного обеспечения, работающую во взаимосвязи с человеком (коллективом людей) или автономно, способную на основе сведений и знаний при наличии мотивации синтезировать цель, вырабатывать решение о действии и находить рациональные способы достижения цели [18].

ИИС способны:

- диагностировать состояние предприятия;
- оказывать помощь в антикризисном управлении;
- обеспечивать выбор оптимальных решений по стратегии развития предприятия и его инвестиционной деятельности;
- поддерживать процессы анализа, оценки и принятия решений;
- оценивать и управлять рисками;
- оказывать помощь при решении задач планирования и т.д.

*Определение 7.* CALS-технологии – это технологии комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, комплексность которой обеспечивается унификацией и стандартизацией промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла [19].

CALS-система представляет собой программно-технический комплекс в виде интегрированных ИТ поддержки всех этапов жизненного цикла продукции, соответствующих требованиям CALS-стандартов.

Для ситуационного анализа и подготовки принятия управленческих решений в крупных организациях создаются комплексы информационно-аналитических средств подготовки и принятия управленческих решений (КИАСПУР). Методологическую основу КИАСПУРа составляют системный анализ и научно обоснованные процедуры подготовки и принятия единоличных, групповых, коллективных и кооперативных решений.

Использование интегрированных интеллектуальных ИТ типа КИАСПУР обеспечивает: 1) сокращение времени первичного отбора и обработки информации аналитиками, экспертами и ЛПП; 2) достижение большей достоверности информации, многомерности и смысловой глубины первичной проработки альтернативных вариантов развития предприятия; 3) высвобождение времени, затрачиваемого на подготовку априорных экспертных оценок по многочисленным рисункам и классам источников; 4) возможность взаимодействия коллектива специалистов в моно- и сетевом режимах; 5) достижение высокой степени обоснованности оценок и рейтингов альтернативных вариантов решения; 6) сведение к минимуму грубых ошибок и возможности принятия неперспективных вариантов действия.

В последнее время получает распространение русскоязычная аббревиатура КСПИ – Компьютерное Сопровождение Процессов жизненного цикла Изделий. Данный термин достаточно адекватно отражает суть подхода CALS [20].

*Определение 8.* Логистика есть самостоятельная область экономической науки, рассматривающая проблемы рациональности и точности расчета перемещения материальных и информационных потоков во времени и пространстве.

С расширением и дифференциацией мирового рынка средств информатизации (СИ), т.е. вычислительной, периферийной, специальной и коммуникационной техники (Hardware), а также программных, информационных и сервисных средств (Software) множатся варианты возможных решений в области формирования технологической среды информационных систем.

### **1.3 Этапы развития информационных технологий**

Появлению ИТ предшествовали следующие революции в области передачи, обработки и хранения информации при развитии человеческого общества, т.е. информационные революции: появление речи, письменности, книгопечатания, радио, телевидения, персонального компьютера.

ИТ зародились при совершенствовании вычислительных методов математики, систем связи, кибернетики и информатики. Становление ИТ в современном виде началось одновременно с широким использованием ЭВМ. Быстрое распространение информационных технологий связано со следующими обстоятельствами: 1) бурный рост производства и относительное удешевление персональных компьютеров; 2) конкурентная борьба фирм за выживание и прибыль; 3) необходимость рассмотрения многоальтернативных задач принятия решений, в том числе в условиях неопределенности.

Развитие ИТ можно рассматривать с позиции совершенствования технических средств и создания прикладных программных продуктов, ориентируемых на решение определенного класса задач. Важнейшими этапами развития современных ИТ, обусловленными совершенствованием технических средств, являются следующие.

Конец 1950-х – начало 1960-х гг. характеризуется появлением и применением для решения отдельных расчетных задач (инженерных, экономических и др.) ЭВМ первого и второго поколений, на их базе ИТ используются для частичной электронной обработки данных.

С 1960-х до начала 1970 гг. расширяются возможности памяти ЭВМ, они стали использоваться для хранения нормативно-справочных данных, создаются ИТ в виде электронных систем обработки данных (ЭСОД).

В начале 1970-х гг. на базе ЭВМ третьего поколения появились автоматизированные системы управления (АСУ) деятельностью предприятия, т.е. ИТ стали выполнять функции централизованной автоматизированной обработки информации в условиях вычислительных центров (ВЦ) коллективного пользования.

В конце 1970-х гг. стали распространяться персональные компьютеры (ПК), открывшие широкий доступ к автоматизации многих процессов человеческой деятельности, созданию ИТ с диалоговым режимом работы в масштабе реального времени.

Начиная с 1980-х гг., развивается тенденция децентрализованной обработки данных, решения задач в многопользовательском режиме, началось широкое развитие АСУТП, САПР, отраслевых и общегосударственных АСУ. Появились ИТ, использующие удаленный доступ к массивам данных с одновременной универсализацией способов обработки информации на базе мощных суперЭВМ, ИТ стали применяться для испытания сложных объектов, маркетинга в других областях [10, 14].

Появление ЭВМ пятого поколения (конец 1980 г.) и сетевого оборудования привело к значительному расширению круга решаемых задач, в том числе комплексному решению экономических задач, созданию широкого спектра приложений и сетевых информационных структур, развитию интерактивного взаимодействия пользователя при эксплуатации вычислительной техники и реализации интеллектуального человеко-машинного интерфейса, созданию систем поддержки принятия решений и информационно-советующих систем. Стало быстро развиваться направление сетевых ИТ – Internet, электронная почта, локальные сети и др.

Дальнейшее совершенствование компьютерной техники привело к появлению новых направлений – беспроводные технологии (Bluetooth), встроенные системы (Embedded-System), Mini-Web-Server и др. [15, 16, 17].

Этапы развития ИТ как прикладных программных продуктов соответствовали возрастающим возможностям вычислительной техники и росту массовости их применения. На первом этапе в большинстве случаев программы разрабатывались для каждой исследовательской задачи. Затем начали создаваться библиотеки программ для каждого класса ЭВМ. Эти программы в основном относились к наиболее часто встречающимся математическим задачам, например, решение систем уравнений, определение экстремума, обработка экспериментальных данных и т.д.

Второй этап характеризуется созданием сложных программных продуктов класса программного

обеспечения различных автоматизированных систем – АСУП, АСУТП, АСНИ, САПР и т.п. Эти про-

граммные средства разрабатывались в основном для конкретных предприятий, были малоунивер-

сальными и устаревали при смене поколения ЭВМ. На данном этапе рынок прикладных программ

только начал создаваться.

С появлением персональных компьютеров началось интенсивное создание пакетов прикладных программ (ППП) как общего пользования, так и специализированных (третий этап). Именно в это время стали широко использоваться системы CAD/CAM/CAE, отвечающие международным стандартам. Особенностью третьего этапа было то, что специализированное программное обеспечение относилось к отдельным процессам жизненного цикла продукта, в частности проектированию, технологии и т.п.

На четвертом этапе стали создаваться программные комплексы, охватывающие весь жизненный цикл продукта от планирования до утилизации. Это системы типа MRPII, ERP, CRM и др.

Дальнейшее развитие прикладных программных средств идет в направлении использования их в сетевых технологиях, возможности совместного применения программ, созданных на различных языках высокого уровня, обеспечения требуемого уровня защиты информации.

В последние годы создание новых версий ППП, например, класса MATLAB, Mathcad, MAPL, Excel и т.п. идет такими темпами, что за ними не успевают выходить публикации переводов. Часто к моменту опубликования справочного пособия появляются сведения о новых программных продуктах.

Программное обеспечение современных ИТ создается как система-конструктор (или трансформер). Такие системы обеспечивают, во-первых, возможность решения специфических для пользователя задач, учитывать их узкоспециализированность и уникальность. Во-вторых, адаптируемость во времени, возможность непрерывного внесения изменений в систему (доработки, настройки на специфические и уникальные задачи управления). В-третьих, возможность внесения изменений в систему собственными си-

лами потребителей для ее адаптации к специфическим и уникальным задачам управления. Все это позволяет увеличить жизненный цикл программного продукта до десятков лет. Примерами таких систем являются Oracle Applications, SAP R/3 и др. [17].

В заключение раздела отметим, что развитие ИТ привело к образованию итологии – науки об информационных технологиях. Для итологии характерны:

- целевая направленность на преобразование человеческой практики и бытия, способность проникновения во все аспекты жизни и деятельности человека;
- междисциплинарная роль как общезначимой дисциплины (аналогично математики и философии), обусловленная, прежде всего, ее методологическим значением, благодаря наличию развитого концептуального базиса, универсальных в применении парадигм, методов, языков для формализации, анализа и синтеза прикладных знаний;
- фундаментальное значение для развития по существу всех областей знания и видов деятельности, как эффективного метода познания и инструмента, усиливающего интеллектуальные возможности человека.

### **Вопросы для контроля (раздел 1)**

- 1 Что характеризует эру информатизации?
- 2 В чем состоит стратегическая роль ИТ?
- 3 Что дает внедрение ИТ для предприятий электронного профиля?
- 4 Каковы основные этапы развития ИТ?
- 5 Что понимается под жизненным циклом объекта?
- 6 Перечислите этапы жизненного цикла продукта.
- 7 Приведите примеры ИТ применительно к различным этапам жизненного цикла РЭС.
- 8 Какие опасности влечет неквалифицированное использование ИТ?
- 9 Что понимается под технологией?
- 10 Приведите определение термина ИТ.
- 11 Каковы основные характеристики ИТ?
- 12 Приведите примеры задач, решаемых с использованием ИТ.
- 13 Что означает термин "итология"?
- 14 Какие задачи решают САД/САМ/САЕ-системы?
- 15 Чем характерны интегрированные ИТ?

## **2 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Великая архитектура – это величайшее свидетельство человеческого величия.

***Ф. Райт***

Мы уже лет тридцать живем в информационную эру, но основная часть обмена информацией между компаниями по-прежнему происходит с помощью бумажных носителей. Да, многие используют возможности информационных технологий – но лишь для контроля за основными операциями: управлением производственными системами, составлением счетов, ведением бухгалтерского учета и расчета налогов. Все это – не более чем автоматизация старых процессов.

***Б. Гейтс***

Предприятие, которое внедрит EPR-систему, будет управляться одним человеком и одной собакой. Человек – чтобы кормить собаку, а собака – следить, чтобы человек не дотрагивался до компьютеров.

***Американский анекдот***

Ключевые термины: архитектура, база знаний, интерфейс, корпоративная информационная система, операционная система, платформа, прикладное ПО, приложение, структура, таксономия, топология.

Аббревиатуры: CRM, CRM II, EPR, PDM, SCM, SILK, WIMP.

## 2.1 Состав информационных технологий и систем

Как отмечалось в первом разделе, современные информационные технологии обычно реализуются в рамках сложных эргатических систем. В широком смысле в них можно выделить следующие основные элементы [1, 2]:

1) человеческий (социальный) компонент, т.е. разработчики (консультанты, аналитики, программисты и т.д.), пользователи, обслуживающий персонал (например, на ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат" ([www.mmk.ru](http://www.mmk.ru)) функционирует управление информационных технологий, в котором работают более 600 сотрудников, всего на комбинате около 30 тыс. сотрудников) [3];

2) математическое и алгоритмическое обеспечения, в основном это используемые математические методы, модели и алгоритмы;

3) лингвистическое обеспечение, т.е. совокупность используемых языков программирования;

4) программное обеспечение, состоящее из системного (общего) и прикладного программного обеспечения;

5) технические (аппаратные) средства, т.е. средства вычислительной, коммуникационной и организационной техники;

6) информационное обеспечение, т.е. файлы с данными об объектах, базы данных и т.п.;

7) организационное, правовое и методическое обеспечения, включающие инструктивные и нормативно-методические материалы по организации работы управленческого и технического персонала в рамках конкретной информационной технологии.

С позиции системного подхода каждая из перечисленных частей ИС и ИТ, в свою очередь, может рассматриваться как система и состоять из множества элементов. Так, в группе разработчиков выделяют консультантов, системных аналитиков, программистов, группу лиц, принимающих решения, и т.д.

Часто в качестве компонентов ИС рассматриваются платформа, интерфейс, информационно-командная среда, база знаний, модели предметной области и др.

Платформа определяется компьютерной и операционной системами, на которых можно установить конкретную ИТ. Наиболее распространенные системы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Компьютерные системы	Операционные системы
ПК	DOS
Рабочие станции	Windows 3.xx
Серверы	Windows 9x Windows NT*
Миникомпьютеры	OS/2*
Ноутбуки	Разновидности UNIX*
Карманные ПК	Linux
Тонкие клиенты (сетевые компьютеры)	MacOS
Мэйнфреймы	Разновидности LAN*
	Novell Net Ware*

Здесь знаком "\*" выделены сетевые ОС.

Важную роль в использовании ИТ играет интерфейс, т.е. технология общения пользователя с компьютером и взаимодействия частей компьютера. Информационно-командная среда представляет собой совокупность программного и информационного обеспечения и определенного стандарта интерфейса. База знаний (БЗ) есть совокупность знаний, хранящихся в памяти ЭВМ. В БЗ выделяют интенциональную (знания о чем-то "вообще") и экстенциональную (знания о чем-то "конкретно", наполненные оболочками, т.е. базы данных) части. Другими словами, БЗ представляет отображение предметной области и включает в себя базу данных с директивной информацией (плановые задания, режимы работы, научно-техническую информацию и т.д.). С помощью моделей предметной области в виде совокупности описаний обеспечивается взаимопонимание между пользователями, т.е. специалистами предприятия и разработчиками и др.

В узком смысле в информационных системах выделяют две основные части – технические и программные средства.

Технические средства обеспечивают прием и передачу трех основных видов информации (речь, печатный текст, графика) в статике и динамике с использованием трех чувств восприятия человека (слух, осязание, зрение). Следует заметить, что в последние годы ведутся работы по расширению возможностей ИТ в направлении передачи информации, например, в виде запаха с применением обоняния.

Программные средства обеспечивают обработку данных и, как уже отмечалось, состоят из общего и прикладного программного обеспечения (ПО), а также программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ. Общее программное обеспечение включает операционные системы (ОС) (см. табл. 1), системы программирования и программы технического обеспечения, которые представляют сервис для эксплуатации компьютера, выявления ошибок при сбоях, восстановления испорченных программ и данных.

В свою очередь, операционные системы подразделяют на:

- однопрограммные (MS DOS, SKP), они поддерживают пакетный или диалоговый режимы обработки информации;
- многопрограммные (DOS 7.0, WINDOWS, UNIX, OS/2), которые позволяют совмещать диалоговую и пакетную технологии обработки информации;
- многопользовательские или сетевые ОС (INTERNET, NOVEL, ORACLE, NetWare), которые осуществляют удаленную обработку в сетях, а также диалоговую и пакетную технологию на рабочем месте.

Примерами прикладного ПО являются: САПровские программы (CAD/CAM/CAE), ПО для управления производственными (технологическими) процессами, бухгалтерские и складские программы, офисные приложения, графические системы, системы управления проектами, ПО для архивирования, СУБД, средства разработки ПО, программы электронной почты, браузеры Internet и др. Прикладное ПО состоит из отдельных прикладных программ или пакетов, называемых приложениями.

Сетевые ИС и ИТ в качестве компонентов включают сети различных уровней, их компонентами являются:

- 1) аппаратные средства (сетевые адаптеры, маршрутизаторы, средства телекоммуникации и т.д.);
- 2) системное программное обеспечение (ОС, СУБД и т.п.);
- 3) инструментальное программное обеспечение (алгоритмические языки, системы программирования, языки спецификаций, технология программирования);
- 4) комплектация узлов хранения и переработки информации.

В корпоративных информационных системах выделяют две относительно независимые части: компьютерную инфраструктуру организации (корпоративную сеть) и комплекс взаимосвязанных функциональных подсистем, обеспечивающих решение задач организации и достижение ее целей. В свою очередь корпоративная сеть в качестве составляющих включает следующие инфраструктуры: сетевую, телекоммуникационную, программную, информационную и организационную [4].

Более детально сетевые ИТ и ИС рассматриваются в последующих книгах.

В ряде случаев, говоря о составе ИТ подразумевают набор их подсистем, выполняющих различные функции. Например, ИТ "Университет", разработанная и локализованная специалистами компании REDLAB ([www.redlab.ru](http://www.redlab.ru)) на ERP – платформе SAP R/3 представляет собой отраслевое решение для комплексного управления вузами и состоит из четырех основных подсистем: 1) общий менеджмент и управление кадрами; 2) финансово-бухгалтерская деятельность; 3) управление учебным про-



цессом [5]. По сведениям компании SAP в настоящее время более 350 университетов используют R/3 в качестве основы для управления своей деятельностью [6].

## 2.2 Архитектура информационных технологий и систем

Архитектура системы представляет собой распространенный, но не имеющий четкого определения термин. Обычно под архитектурой автоматизированной системы понимают ее описание на некотором общем уровне, включающее следующие сведения [7]: принцип действия, диапазон возможностей, конфигурация и взаимное соединение основных узлов, пользовательские возможности программирования, средства пользовательского интерфейса, организация памяти, операций ввода-вывода и управления, подробная структурная (или принципиальная) схема.

Архитектура информационной системы отражает концепцию взаимосвязи ее элементов, спецификацию сопряжения системы с пользователями и внутренних ее компонентов между собой, она включает компоненты логической, физической и программной структур [8]. Более четко понятие архитектуры формулируется применительно к конкретным технологиям и системам.

Например, архитектура ЭВМ есть совокупность характеристик, интересных для потенциального пользователя компьютера, в том числе система команд, структура данных, интерфейс и его возможности, объем памяти и ее виды [9].

При описании архитектуры программного продукта класса конструктор (трансформер) указываются: 1) ядро, в котором определена принципиальная модель предметной области, базовый набор максимально абстрактных классов и основных методов работы с ними; 2) конфигурация, которая представляет собой реализацию информационной системы, построенной из классов и методов ядра; 3) инструментарий, позволяющий пользователю строить свой собственный вариант конфигурации [10].

Архитектура вычислительной сети есть общее описание модели сети, определяющее основные ее элементы, характер и топологию их взаимодействия на основе совокупности принципов логической, функциональной и физической организации аппаратных и программных средств [8].

Достаточно детальное представление архитектуры ИТ может быть дано при описании процессов (действий) с использованием функциональных и информационных моделей [11].

Функциональная модель бизнес-процессов представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных диаграмм, содержащую полное описание процессов ЖЦ продукта с выделением узлов действий, входов, выходов, управлений (условий) и требуемых механизмов (ресурсов). Каждый узел (обозначается прямоугольником) характеризует действие, т.е. процесс, работу, функцию, операцию по переработке информационных или материальных ресурсов (рис. 1). Вход I (Input) представляет собой то, что перерабатывается процессом, а выход O (output) – результат переработки, обозначаются стрелками слева и справа соответственно. Управлением C (control) служит информация, необходимая для выполнения процесса (стрелка сверху). Механизм M (Mechanism) обеспечивает выполнение (реализацию) процесса, т.е. оборудование, персонал и т.д. (стрелка снизу). Построение и вид функциональной модели регламентируется на международном уровне стандартом IDEF(0) [12].

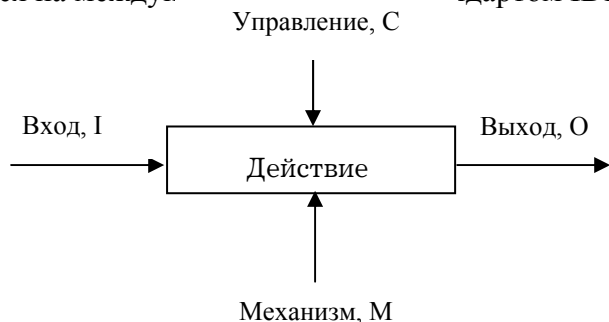


РИС. 1 СХЕМА УЗЛА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ

Информационная модель отражает структуру баз данных и информационные потоки с позиции семантики, т.е. описание данных в контексте их взаимосвязи с другими данными. Конструктивными эле-

ментами этой модели являются сущности (изображаются блоками), отношения между сущностями (линии, соединяющие блоки) и атрибуты (имена внутри блоков). Построение информационной модели регламентируется стандартом IDEF/1X [13].

Более узким, чем архитектура, является понятие структуры. Структура есть совокупность устойчивых связей между элементами системы, обеспечивающая ее целостность и тождественность самой себе, т.е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях.

Структура может рассматриваться как фиксированное упорядоченное множество объектов и отношений между ними. Например, структура динамической системы может быть представлена пятеркой множеств и двумя операторами [14]:  $(\tilde{\varphi}, \mathcal{X}, \mathcal{Y}, \mathcal{I}, \mathcal{F}; \varphi, \psi)$ ,  $\varphi: \mathcal{X} \times \mathcal{Z} \times \mathcal{I} \times \mathcal{F} \rightarrow \mathcal{Z}$ ,  $\psi: \mathcal{Z} \times \mathcal{I} \rightarrow \mathcal{Y}$ , здесь  $\mathcal{Z}, \mathcal{X}, \mathcal{Y}, \mathcal{I}, \mathcal{F}$  – множества значений соответственно вектора фазовых координат (состояний), входов, выходов и момент времени;  $\varphi, \psi$  – переходная функция и выходное отображение соответственно.

Структура информационной технологии – это внутренняя организация, учитывающая взаимосвязи образующих ее компонентов. Компоненты обычно объединяют в две большие группы: опорную технологию и базу знаний. Опорная технология представляет собой совокупность аппаратных (технических) средств автоматизации, системного и инструментального программного обеспечения, на основе которых реализуются подсистемы хранения и переработки информации.

Структура автоматизированной информационной технологии (АИТ) предполагает наличие трех основных частей: 1) комплекса технических средств (вычислительная техника, средства коммуникации и оргтехника); 2) системы программных средств (системные и прикладные программы); 3) системы организационно-методического обеспечения (нормативные материалы, инструкции и т.п.) [15].

С другой точки зрения, в любой ИТ можно выделить три среды компонентов: вычислительную, исполнительскую и методическую [16]. Вычислительная среда представляет собой программно-аппаратный комплекс, она, в свою очередь, состоит из операционной (обработка и передача данных) и информационной (хранение данных и обеспечение или операции обработки) компонент. Эта среда отвечает на вопросы "Что, чем?". Исполнительская среда включает структуру функций, инициируемых пользователем, и языковые средства, реализующие интерфейс пользователя с функциями ИТ, она отвечает на вопросы "Кто, зачем?". Методическая среда содержит описания (инструкции, методики и т.п.) технологии использования ИТ в различных ситуациях, т.е. отвечает на вопрос "Как?".

Структура сетевых технологий содержит описание их топологии. Топология сети есть общая схема сети, отображающая физическое расположение узлов и соединений между ними с учетом территориальных, административных и организационных факторов, в том числе длины линий, мощности узлов и т.п. Различают иерархическую, ветвящуюся, древовидную, ранговую, линейную, кольцевую и комбинированную (кластерную) структуры сетей. Наиболее распространена иерархическая структура, т.е. структура, элементы которой связаны между собой по иерархическому принципу, при котором элементы одного уровня подчинены элементам другого, вышележащего уровня. В случае кластерной топологии сети ЭВМ, узлы объединяются в группы (кластеры), причем правила взаимодействия между узлами различных кластеров различны.

На рис. 2 приведена простейшая структура информационной технологии по работе с клиентами в условиях электронного бизнеса, а на рис. 3 – структура сетевой ИТ управления производством [17].

Структуры информационно-технологических комплексов крупных предприятий соответствуют их организационным и функциональным структурам. В настоящее время широко распространены следующие виды оргструктур: линейно-функциональная, дивизиональная и матричная [18]. Схемы этих структур приведены на рис. 4.

В программном обеспечении особое значение, как компонента архитектуры, играет прикладное ПО (ППО). При выборе и совершенствовании ППО рекомендуется использовать концепцию открытых систем для облегчения обмена и совместного использования информации, обеспечивать максимально возможный уровень интеграции между системами как внутри организации, так и с внешними участниками, применять коммерческие программные продукты, позволяющие предоставлять результаты работ в стандартном виде. ППО должно обеспечивать решения всего необходимого комплекса задач, в том числе проектно-конструкторских, производственных, управления данными, обслуживания и т.д.

Применительно к программным продуктам иногда говорят о конфигурации системы, включающей различные функциональные блоки, например, бухгалтерский учет и отчетность, складская логистика, кадры и зарплата, учет движения финансовых средств и т.д.

Разработка архитектуры является важным этапом выполнения ИТ-проекта, а также составной частью наведения порядка на предприятии, что необходимо для автоматизации бизнес-процессов. Обычно

предприятия самостоятельно архитектуру не разрабатывают. Начальные этапы внедрения ИТ заключаются в следующем. Руководитель предприятия излагает проблемы, глобальные цели и ставит задачу на языке бизнеса. Далее консалтинговая фирма проводит финансовый и производственный аудит, формализует бизнес-процессы и переводит задание руководителя на язык необходимых для его реализации структурных изменений. Затем системный аналитик предлагает решение поставленной задачи на уровне информационной системы (ИС).

Предлагаемое решение проходит этапы согласования с заказчиком и аудита ИС. После этого начинается этап системного проектирования, затем технического и т.д. [19].

Проектирование архитектуры ИТ включает выбор следующих составляющих: аппаратных средств, сетевой инфраструктуры, программного обеспечения, необходимого для поддержки усовершенствованных процессов и нового стиля работы. При этом важно учитывать коллективное использование данных, т.е. создание корпоративных хранилищ данных с однократным вводом и многократным использованием данных, эффективное управление информационными процессами, стандартизацию форматов данных и способов доступа к ним.

Разрабатываемая архитектура должна учитывать быстрое развитие самих ИТ и технологий коммуникаций. Примерно за 4 года меняются три поколения персональных компьютеров и соответствующее программное обеспечение. Поэтому необходимо обеспечить максимальную гибкость архитектуры, в частности, путем применения концепции открытых систем и стандартных промышленных решений, отказа от излишней индивидуализации. Разработанная архитектура в последующем регулярно анализируется и при необходимости пересматривается, чтобы учесть новые разработки с максимальной эффективностью.

Следует отметить, что внедрение ИТ, как правило, сопровождается изменением организационной структуры предприятия. Традиционные многоуровневые иерархические структуры заменяются более "плоскими", децентрализованными, имеющими меньше уровней управления. Предприятия с новой структурой быстрее реагирует на изменения, более открыты для нововведений, работа подразделений предприятия лучше скоординирована и интегрирована.

### **2.3 Классификация информационных технологий и систем**

Число информационных технологий, разрабатываемых сотнями фирм, в настоящее время исчисляется тысячами. Стоимость ИТ в виде программных продуктов находится в диапазоне от тысячи до сотен тысяч долларов США. В современной терминологии одни и те же программные средства могут называться и технологиями, и системами. Например, CRM-технология и CRM-система часто используются как синонимы.

Знание классификации ИТ и ИС необходимо для выбора наиболее подходящих средств при решении задач проектирования, производства и эксплуатации продукции. В настоящее время широко используются различные классификационные признаки для ИТ и ИС. Во многих случаях на классификацию накладывает отпечаток область применения ИС – промышленность, экономика, образование и т.д. Классификация производится по различным признакам, основными из них являются: масштаб системы, полнота (комплексность, интегрированность), назначение (сфера применения, специализация), способ организации, а также тип информации, пользовательский интерфейс, операционная система и т.д.

По масштабу ИС подразделяются на три группы:

- одиночные, которые обычно реализуются на отдельных компьютерах без использования сети, например, локальные системы управления базами данных (СУБД);
- групповые для коллективного использования информации членами одной рабочей группы, эти ИС строятся в виде локальных компьютерных сетей;
- корпоративные, ориентированные на крупные компании и реализуемые в виде сложных сетей, обычно с иерархической структурой [14].

По организационным воздействиям в информационных процессах выделяют технологии:

- географические, обеспечивающие передачу информации на большие расстояния;
- аналитические, использующие комплексы аналитических методов для обработки информации;
- управления знаниями, предусматривающие сбор данных, распространение знаний и экспертизы для улучшения процесса;
- деловые, преобразующие неструктурные процессы в обычные действия;
- отслеживающие, обеспечивающие сопровождение выполняемых задач, входных воздействий, выпуска продукции и т.д.;

– объединяющие, т.е. технологии, которые позволяют исключать посредников, участвующих для связи отдельных частей процесса;

– автоматизирующие, т.е. сокращающие работу человека в информационных процессах и др. [20].

По сфере применения выделяют четыре группы ИТ и ИС:

1) системы обработки транзакций;

2) системы принятия решений (экспертные системы, оперативная аналитическая обработка);

3) информационно-справочные системы (системы электронной документации, географические ИС, гипертекстовые системы);

4) офисные ИС (автоматизация делопроизводства, управление документооборотом [4].

Классификация, отражающая особенности обработки информации в автоматизированных ИС (АИС), используемых должностными лицами, представлена на рис. 5 [21].

В общем случае АСУ обеспечивают автоматизацию всех или большинства задач на предприятиях, СППР служат для автоматизации деятельности конкретных должностных лиц при выполнении ими своих обязанностей в процессе управления. С использованием АИВС решаются сложные в математическом отношении задачи, требующие переработки больших объемов разнообразной информации. Сбор, хранение, поиск и выдачу информации в требуемом виде пользователям производится с помощью АИСС. Автоматизацию подготовки специалистов, разработку учебных курсов, управление процессом обучения и оценку его результатов обеспечивают АСО.

По полноте охвата решаемых задач выделяют обычные (локальные, частные) ИТ, которые относятся к какому-либо одному этапу жизненного цикла продукта или задачи проектирования, и интегрированные ИТ, охватывающие комплекс задач для всех этапов жизненного цикла продукта.

К частным ИТ относятся системы электронного маркетинга, управления проектами (СУП), автоматизированного проектирования (САПР), управления информацией о продукте производства и всеми относящимися к этому процессами. Примерами программных продуктов электронного маркетинга являются Hyperion e-Marketing Analysis, Hyperion e-Commerce Analysis и др. компании Hyperion Solutions Corporation (NASDAQ: HYSL) [22]. Для управления проектами достаточно широко используются программные продукты Microsoft Project, Open Plan Professional, Primavera, Project Planner и др. Краткие сведения по отдельным ИТ приводятся в четвертом разделе пособия.

По организационным воздействиям в информационных процессах различают следующие ИТ [20]:

– географические, обеспечивающие передачу информации на большие расстояния,

– аналитические, использующие комплексы аналитических методов для обработки информации;

– управления знаниями, предусматривающие сбор данных, распространение знаний и экспертизы для улучшения процесса;

– деловые, преобразующие неструктурные процессы в обычные действия;

– отслеживающие эти ИТ, обеспечивают отслеживание задач, входов и продукций;

– объединяющие, т.е. технологии, которые позволяют исключать посредников, участвующих для связи отдельных частей процесса;

– автоматизирующие, т.е. сокращающие работу человека в информационных процессах и др.

В последние годы стали появляться интеллектуальные ИТ, в том числе, экспертные системы, в которых реализуются методы искусственного интеллекта.

Интеллектуальные ИТ могут включать в себя САПР, экономические информационные системы (ЭИС), CASE-технологии (утилита Designer пакета Clarion) и другие системы.

Возможные признаки классификации интеллектуальных ИС применительно к решению экономических задач приведены на рис. 6 [23] и классификация экспертных систем – на рис. 7.

Чрезвычайно разнообразны ИТ по целевому назначению. Здесь можно выделить два направления: по категориям решаемых задач и областям применения [24]. В частности, по категориям решаемых задач выделяют ИТ: моделирования, прогнозирования, проектирования, управления, обучения и др.

Для решения различных задач моделирования используется большое количество программных средств, с помощью которых можно строить функциональные, информационные, стоимостные, имитационные модели бизнес-процессов и другие, а также выполнять исследования с помощью полученных моделей. К таким программным продуктам относятся: BPwin, ERwin, CASE, Designer/2000, ReThink, ARIS, ABC FlowCharter, Oracle \*Case, Visible Analyst Workbench, Easy CASE, Silverrun, Westmaunt I-CASE, PRO-IV, Design/IDEF, EasyABC, Desing/CPN, S-Designer, Select Yourdon и др.

Имеется много программных систем, которые ориентированы или имеют версии для определенных отраслей промышленности и аспектов социальной сферы, в том числе нефтегазового комплекса, строительства, вычислительной (компьютерной) техники, экономики, юриспруденции и т.д.

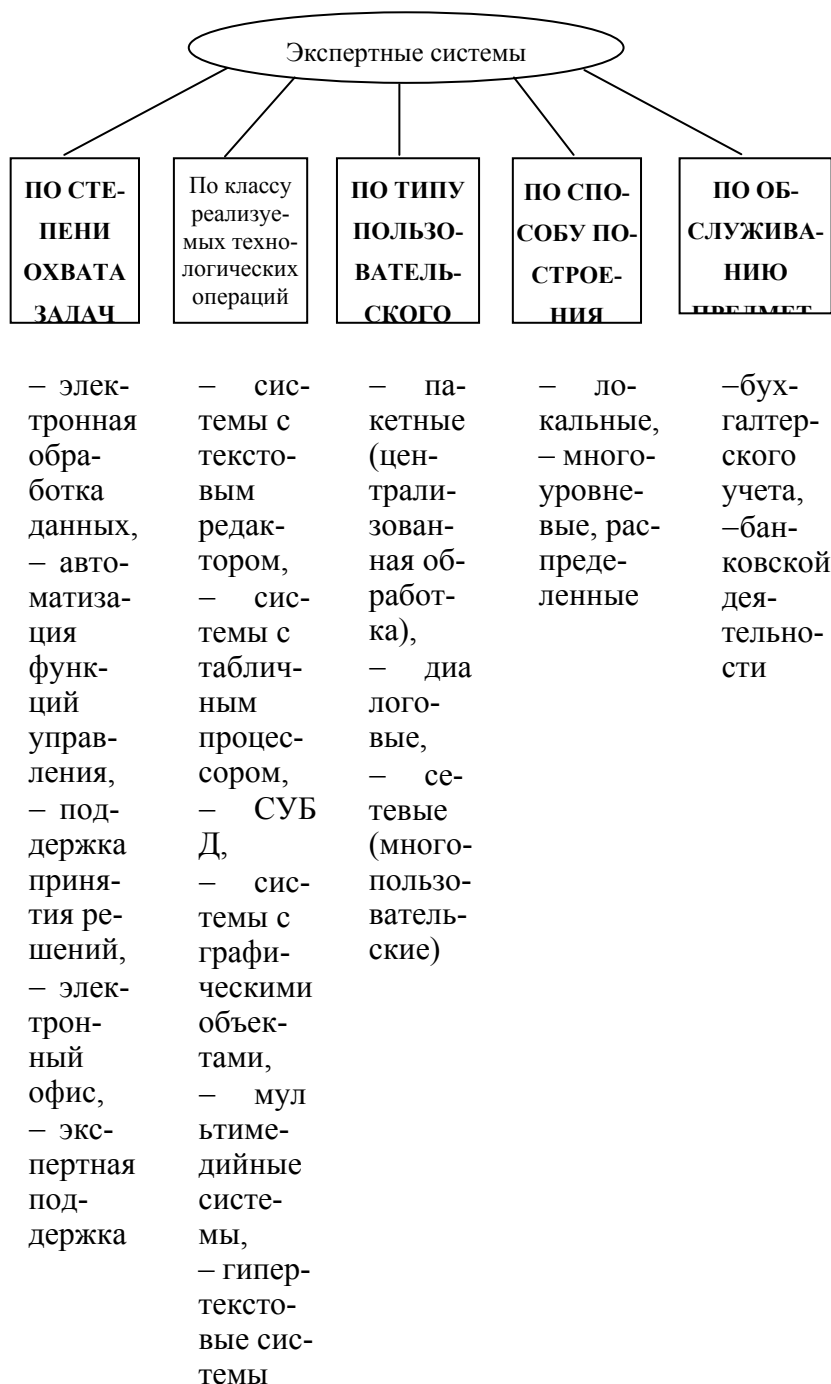


Рис. 7 Классификация экспертных систем

В настоящее время в терминологии ИТ и ИС широко применяются отечественные и западные аббревиатуры. На рис. 8 и в табл. 2 содержатся сопоставления близких по смыслу аббревиатур применительно к этапам ЖЦ продукции [2]. Здесь же содержатся примеры фирм, разрабатывающих эти ИТ и ИС.

По виду пользовательского интерфейса, т.е. совокупности технических (аппаратных) и (или) программных средств, обеспечивающих сопряжение различных аппаратных средств между собой, а также сопряжение технических средств с человеком, позволяющее ему общаться с этими средствами, различают ИТ с командным интерфейсом (на экран выдается приглашение для ввода команды); с WIMP интерфейсом от Window – окно, Image – изображение, Menu – меню, Pointer – указатель (на экране высвечивается окно, содержащее образы программ

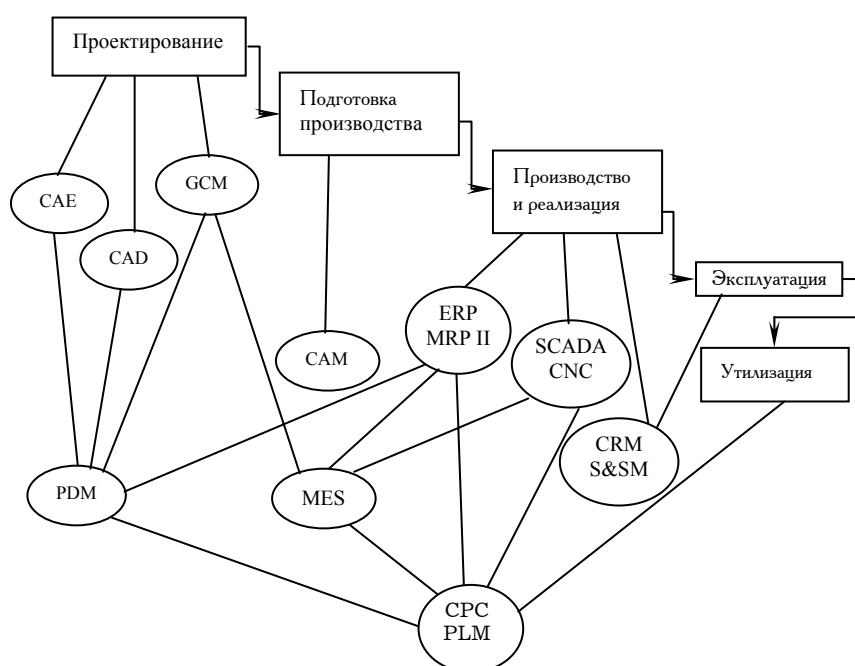


Рис. 8 Этапы ЖЦ изделий и используемых ИС

и меню действий, для выбора одного из них используется указатель) и с SILK интерфейсом от Speech – речь, Image – изображение, Language – язык, Knowledge – знание (используются речевые команды и семантические связи). В последнем случае на экране по речевой команде происходит перемещение от одних поисковых образов к другим, при использовании такого интерфейса не нужно разбираться в меню. Экранные образы однозначно укажут дальнейший путь перемещения от одних поисковых образов к другим по смысловым семантическим связям.

Для обработки различных типов информации используются программные продукты, которые часто называют информационными технологиями. Так, в случае текстовой информации используются Lexicon, Foton, WinWord, для графики – Paintbrush, Corel Draw, таблиц – Excel, Lotus, Quattro Pro, баз данных – Access, Clipper, Foxpro, Oracle, Paradox и др.

По типу носителей информации выделяют бумажную (по входным и выходным документам) и безбумажную (электронные документы, деньги) технологии.

По степени типизации операций различают пооперационные (за каждой операцией закрепляется рабочее место с техническим средством, обычно при пакетной обработке информации на больших ЭВМ) и попредметные (выполнение всех операций на одном рабочем месте, например АРМ) технологии.

В заключение данного раздела следует отметить, что единой общепринятой классификации ИТ в настоящее время не существует. Многие издания и журналы, публикующие сведения об ИТ, имеют свою специфику и отдают предпочтение разным классификационным признакам, например, одни выделяют род решаемых задач – СУП, САПР, КОС, другие – изделие, производимое предприятием (Embedded system, CAN-технология, Mini Web-Server и т.д.); технологические процессы на предприятии (АСУТП), само предприятие (ИСУП), корпорацию (ERP, SCM) и т.д. Аспекты классификации и систематизации сложных объектов являются предметом изучения науки таксономии.

### **Вопросы для контроля (раздел 2)**

- 1 Перечислите основные элементы ИТ. Что включает человеческий компонент ИТ? Что понимается под информационным обеспечением?
- 2 Что означает термин "платформа ИТ"?
- 3 На какие виды подразделяются программные средства?
- 4 Что означает "приложение в ПО"?
- 5 Что входит в состав сетевых ИТ?
- 6 Что понимается под архитектурой системы?
- 7 Какие Вы знаете виды структур систем?
- 8 По каким признакам классифицируются ИТ?
- 9 Приведите примеры классификации ИТ по одному из признаков.
- 10 В чем заключается многомерная классификация?
- 11 Что означает "корпоративная информационная система"?
- 12 Какие задачи решают системы класса ERP?
- 13 Приведите пример системы класса ERP.
- 14 Какие особенности SCM-систем?
- 15 Какова главная цель CRM-системы?

### **3 ПРИНЦИПЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Обстоятельства переменчивы, принципы никогда.

*О. Бальзак*

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

*К. Гельвеций*

Важнейшие принципы могут и должны быть гибкими.

*А. Линкольн*

Природа всегда сильнее принципов.

*Д. Юм*

Ключевые термины: иерархичность, интегративность, информационное единство, коммуникативность, модульное программирование, нисходящее проектирование, открытость, системные свойства.

Аббревиатуры: ЕИП, САПР, ЭС, CRM, ISO, OSA.

### **3.1 Свойства автоматизированных информационных технологий**

ИТ различных классов (см. разд. 2.3) обладают разными свойствами, которые вытекают из требований к этим технологиям. Необходимо заметить, что в публикациях рекламного характера сведения о возможностях информационных систем носят субъективный характер и в ряде случаев преувеличены.

При рассмотрении ИТ с позиций системного подхода в них наглядно проявляются следующие свойства:

- структурность, т.е. между компонентами ИТ существуют устойчивые связи, превосходящие по силе связи этих элементов с элементами, не входящими в данную ИТ, т.е. внешней средой; для многих ИТ сила связи оценивается пропускной способностью информационных каналов, при этом может учитываться ценность, полезность, достоверность и другие качественные характеристики передаваемой информации;

- коммуникативность и иерархичность, данные свойства характеризуют целостность и делимость ИТ, целостность интегрированной ИТ обеспечивается связями между ее частными технологиями и функционированием подсистемы управления интегрированной ИТ, а частные технологии сами могут рассматриваться как целостные объекты;

- эмерджентность (интегативность), т.е. у каждой ИТ имеются качества (свойства), присущие технологии в целом, но не свойственные ее компонентам по отдельности – аппаратным средствам, ПО и т.д. Вместе с тем, качественные характеристики конкретной ИТ зависят от характеристик ее элементов, связи между которыми, как правило, существенно нелинейные.

Каждая ИТ представляет собой определенную организацию, это свойство проявляется в том, что энтропия всей ИТ как системы меньше суммы энтропии компонентов, из которых можно создать ИТ.

Современные ИТ существуют не изолированно, имеются информационные связи с внешней средой и другими ИТ.

Современные ИТ обладают свойствами: целесообразность, целостность, взаимодействие с внешней средой, развитие во времени, наличие компонентов и структуры.

Целесообразность – это главная цель реализации информационной технологии, она состоит в повышении эффективности производства на базе использования современных ЭВМ, распределенной переработки информации, распределенных баз данных, различных информационных вычислительных сетей (ИВС) путем обеспечения циркуляции и переработки информации.

Целью ИТ является создание из информационного ресурса качественного информационного продукта, удовлетворяющего требованиям пользователя.

Целостность – информационная технология является целостной системой, способной решать задачи, не свойственные ни одному из ее компонентов.

Взаимодействие с внешней средой – взаимодействие информационной технологии с объектами управления, взаимодействующими предприятиями и системами, наукой, промышленностью программных и технических средств автоматизации.

Развитие во времени – обеспечение динамичности развития информационной технологии, ее модификация, изменение структуры, включение новых компонентов.

Компоненты и структура – это конкретное содержание процессов циркуляции и переработки информации.

С использованием ИТ система управления предприятиями или корпорацией становится похожей на автоматизированную систему управления техническим объектом, например, технологической установкой или транспортным средством.

Применительно к проектированию электронных средств (ЭС) использование ИТ обеспечивает следующие возможности пользователям [1].

- 1 Комплексность решения общей задачи проектирования на всех ее этапах от технического замысла до создания интерактивных электронных руководств на готовую продукцию. Это обеспечивает установление тесной связи между частными задачами, возможность интенсивного обмена информацией взаимодействия как отдельных процедур, так и этапов проектирования. Например, задачи компоновки, размещения и трассировки решаются в тесной взаимосвязи. Это же относится к схемотехническим и техническим этапам проектирования.

- 2 Интерактивный режим проектирования, при котором реализуется непрерывный процесс диалога "человек-машина". Это позволяет в полной мере использовать творческие возможности проектировщика, быстроедействие и память компьютерной техники.

- 3 Широкое использование возможностей имитационного моделирования работы ЭС в различных состояниях функционирования и под действием разных возмущений. Это позволяет оперативно оце-



нить качество работы по всем частным показателям, определяющим эффективность ЭС, оптимизировать режимы работы, рассмотреть несколько вариантов проекта и выбрать наилучший.

4 Усложнение программного и информационного обеспечения при проектировании ЭС как в комбинированном (объемном), так и идеологическом смысле. В последнем случае имеется в виду развитие языков общения пользователя с ЭВМ, банков данных, программ информационного обмена между частями системы, программ проектирования, коррекции работы машины, обучения, систематизации и обобщения опыта, усовершенствования стратегий принятия проектных решений.

5 Усложнение технических средств САПР и расширение их функциональных возможностей за счет применения компьютеров высокой производительности, многомашинных комплексов, разветвленной системы периферийных устройств, в том числе для отображения информации, диалога и изготовления документации.

6 Замкнутость процесса проектирования, т.е. автоматизированное с использованием диалогового режима выполнение всех операций от этапа технического замысла до технического решения и документации для изготовления РЭС и управления технологическими процессами.

7 Принятие обоснованного решения на каждом этапе проектирования для выбора наилучшего варианта из множества альтернативных.

Использование ИТ при обновлении бизнес-процессов на предприятиях дает возможность полнее реализовать вклад следующих составляющих:

- 1) автоматизация – исключение из процесса человеческого труда;
- 2) информатизация – сбор и переработка информации о процессе для лучшего его понимания;
- 3) изменение последовательности (очередности) этапов процессов и обеспечение их параллельного осуществления;
- 4) контроль – постоянное отслеживание состояния и объектов процессов;
- 5) интеграция – координирование различных заданий и процессов;
- 6) интеллектуализация – сбор и распределение интеллектуальных активов.

Большое значение имеют также устранение промежутков и прерываний в процессе, совершенствование методов анализа информации и процедурного принятия решений, координирование процессов, осуществляемых на больших расстояниях.

Кроме того, немаловажное значение имеют гуманитарно-организационные аспекты, в частности повышение культуры всего коллектива, ориентация его на участие в бизнес-процессах, переменах, внимание к клиентам; повышение квалификации персонала, расширение возможностей карьерного роста, постоянное управление коллективом, решение всех задач как оптимизационных. С использованием ИТ предприятия и корпорации приобретают свойства хорошо управляемых объектов при любых изменениях окружающей среды.

Параметры ИТ представляют собой некоторые измеримые величины, используемые при решении задач проектирования и эксплуатации систем. К таким параметрам ИТ и ИС относятся: экономический эффект от внедрения ИС; капитальные затраты на средства вычислительной и организационной техники; стоимость проектирования ИТ и ИС; ресурсы на проектирование и эксплуатацию системы; сроки проектирования ИТ и ИС; эксплуатационные расходы; параметры функциональных задач; параметры вычислительной и организационной техники; стоимость организации и эксплуатации БД или файлов данных; время доступа к данным; время решения функциональных задач пользователей и др.

Выделяют три группы параметров: исходные (параметры решаемых задач, параметры ВТ, ресурсы и т.д.); промежуточные (альтернативные варианты при проектировании, сроки выполнения этапов и т.п.) и результативные (экономический эффект от внедрения, эксплуатационные расходы, срок и стоимость проектирования и т.д.).

По отношению к возможности изменения при проектировании ИТ различают нерегулируемые и регулируемые (управляемые) параметры.

К нерегулируемым параметрам относят: объем входных и выходных данных; сложность алгоритма и объем вычислений; периодичность и регламентность решения задач; степень использования результатов одной задачи в других задачах; параметры жестко заданных технических средств и общесистемного программного обеспечения и т.д.

К регулируемым параметрам ИТ можно отнести выбор характеристик технических средств и программного обеспечения; параметры информационного обеспечения; методы контроля и защиты данных; размещение технических средств; последовательность операций технологического процесса.

При проектировании ИТ и ИС и сравнении альтернативных вариантов для принятия решения используются количественные показатели – критерии эффективности или критерии качества.

С помощью этих показателей можно сопоставлять достоинства и недостатки различных вариантов ИТ и ИС, оценивать эффективность использования программных продуктов и т.п.

При оценке эффективности ИТ учитываются все составляющие затрат  $Z$ , например:

$$Z = Z_r + E + Z_e + Z_m,$$

где  $Z_r$  – разовые затраты на разработку, отладку, внедрение технологии, приобретение дополнительного оборудования, обучение персонала и т.п.;  $E$  – коэффициент эффективности капитальных вложений;  $Z_e$  – эксплуатационные затраты, связанные с работой по выбранной технологии;  $Z_m$  – затраты, связанные с модификацией и адаптацией технологии обработки данных.

Важным показателем качества информационных технологий является функциональная полнота  $F$ , определяемая как отношение областей автоматизированной обработки информации  $Q_a$  к области обработки информации  $Q_y$  для функционирования всей системы управления

$$F = Q_a / Q_y.$$

### **БОЛЬШУЮ РОЛЬ ИГРАЮТ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ИТ И ИС. РАЗЛИЧАЮТ ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ И АДАПТИВНУЮ НАДЕЖНОСТИ.**

Показатели функциональной надежности характеризуют свойства информационных технологий с определенной вероятностью реализовать функции информационного программного, аппаратного и технологического обеспечений.

Адаптивная надежность определяет способность ИТ реализовывать свои функции при их изменении в пределах установленных при проектировании границ

$$K_{ад} = t_o / (t_o + t_b),$$

здесь  $t_o$  – среднее время между отказами (обратно пропорционально величине интенсивности потока отказов);  $t_b$  – среднее время восстановления (обратно пропорционально интенсивности потока восстановлений).

ИТ позволяют сохранять и развивать конкурентоспособность предприятий, повышать уровень своих разработок и технологий. Это достигается за счет использования следующих факторов.

1 Изменение мышления, в частности, использование аутсорсинга (по-русски "кооперация"). Аутсорсинг – это один из мощнейших рычагов повышения производительности труда, т.е. выручки на работника.

2 Интеграция. Крупнейшие российские компании в списке 500 крупнейших компаний мира находятся в районе четвертой сотни. Для вложения сопоставимых с западными компаниями ресурсов в развитие бизнеса необходима интеграция российских компаний. Необходимо привлекать международных инвесторов, выходить на глобальный рынок слияний.

3 Концентрация, т.е. сокращение количества бизнесов. Для достижения мирового уровня конкурентоспособности компании должны осуществить огромные вложения в персонал, перспективные разработки, продвижение.

### **3.2 Принципы и особенности построения автоматизированных информационных технологий**

Основные принципы ИТ в проектировании и производстве РЭС унаследованы от САПР. В современных ИТ заложены следующие общесистемные принципы [1, 2].

1 Принцип включения (включаемости) состоит в том, что требования к создаваемой и развиваемой ИТ определяются со стороны более сложной системы интегрированной ИТ.

2 Принцип системного единства интеграции, он предусматривает обеспечение целостности интегрированной ИТ за счет связей между ее подсистемами и функционирование подсистемы управления интегрированной ИТ.

3 Принцип комплексности требует связности автоматизированного выполнения работ для отдельных частей и всего объекта в целом на всех этапах жизненного цикла.

4 Принцип информационного единства определяет информационную согласованность отдельных ИТ: должны использоваться единые термины, символы, обозначения, проблемно-ориентированные языки программирования и способы представления информации, соответствующие нормативным документам. Должно быть предусмотрено размещение в банках данных файлов, которые используются мно-

гократно. Полученные массивы при решении одной задачи без перекомпоновок и переработок должны использоваться как исходная информация для других задач. В соответствии с данным принципом создается единое информационное пространство (ЕИП). Для этого решаются следующие задачи: классификация всех типов информации конструкторско-технологической, производственной и т.д.; выбор стандартов для представления в электронном виде каждого типа информации; выбор, апробация и внедрение набора программно-технических решений; разработка и внедрение корпоративных стандартов; создание на основе сети Internet защищенной корпоративной сети.

5 Принцип совместимости или открытости заключается в том, что языки, коды, информационные и технические характеристики структурных связей между компонентами ИТ должны быть согласованы так, чтобы обеспечивалось совместное функционирование всех подсистем и сохранялась открытая структура интегрированной ИТ в целом. Введение новых технических или программных средств не должно приводить к каким-либо изменениям существующих. Принцип открытости означает возможность взаимодействия ИТ с другими программными продуктами и системами, в том числе встраивать в ИТ уже существующие приложения или саму ИТ интегрировать в другую технологию, имеющую открытый интерфейс. Открытость ИТ предполагает возможность ее дальнейшего расширения, а также расширение и модификацию ее компонентов.

6 Принцип инвариантности состоит в том, что большая часть компонентов ИТ должны быть по возможности универсальными и типовыми, т.е. инвариантными к разрабатываемым объектам и отраслевой специфике. Например, первичная обработка данных, оптимизация и т.д.

7 Принцип развития требует, чтобы в ИТ предусматривалось наращивание и совершенствование программных модулей и аппаратных компонентов, а также связей между ними. При модернизации ИТ допускается частичная замена отдельных компонентов.

8 Принцип анализа и синтеза объектов на множестве состояний функционирования предполагает необходимость учета возможных ситуаций, которые могут иметь место при производстве, поставках и эксплуатации продукции.

9 Принцип безопасности предполагает обеспечение, прежде всего, контроля доступа и надежности работы. Всем пользователям определяются различные права доступа к разным объектам ИТ в соответствии с их функциональными обязанностями. Информация о правах доступа, работе с объектами дублируется в памяти ЭВМ, все действия пользователей протоколируются в специальном журнале. Это обеспечивает надежность хранения информации, защиту от сбоев, возможность отделения сотрудника службы управления ИТ, виновного в нарушении нормального функционирования.

Для успешного внедрения ИТ немаловажное значение имеют принцип модульности и требование стандартизации. В соответствии с принципом модульности внедрение ИТ осуществляется постепенно, т.е. программные модули разрабатываются или модернизируются и подключаются к интегрированной ИТ один за другим. При этом все модули и потоки информации описываются одними и теми же терминами в рамках единой модели. Под стандартизацией обычно понимается создание четко описанных интерфейсов, позволяющих совместно работать с различными модулями, в том числе выполненными на разных платформах. Разработка ИТ должна выполняться с учетом существующих стандартов – ISO, CALS и др. [3, 4]. Это позволит легко адаптировать любую информацию для достижения поставленных целей.

При разработке ИТ различных классов на передний план по важности могут выходить разные принципы. Например, при построении ИТ масштаба предприятия основное внимание уделяют таким принципам, как интеграция, модульность, открытость, стандартизация и безопасность [5].

Принцип интеграции является основным при создании интегрированных ИТ, он предполагает обеспечение совместимости объединяемых частных технологий в единую систему с современным пользовательским интерфейсом. Примером такого объединения для предприятий, начинающих внедрять ИТ, является объединение информационных систем, обслуживающих бухгалтерию и кадры.

Заложенные при проектировании информационных технологий принципы определяют их особенности отличия ИТ, построенной на принципах ERP, является направленность на планирование ресурсов производства.

Знание основных принципов создания ИТ необходимо для оценки соответствия технологий современному уровню при выполнении ИТ-проектов. Следует заметить, что не последнюю роль в этом играет обстоятельство, насколько разрабатываемые ИТ учитывают национальные особенности на российских предприятиях, в том числе уровень подготовленности сотрудников, менталитет руководителей.

Для CRM-систем (Customer Relationship Management, т.е. управление взаимоотношениями с клиентами) важным принципом является использование "клиентоориентированного" подхода, который заключается в умении сформулировать правильное коммерческое предложение, предложить его правильному клиенту, использовать правильный канал доставки, доставить продукт в нужный момент [6].

### 3.3 Методология создания и развития информационных технологий

Методология создания и развития ИТ определяет круг широко используемых методов и методик выполнения необходимых действий, а также инструментальных средств поддержки. Важными компонентами методологии с позиции CALS-систем являются технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов. Они представляют собой инструменты для решения задач реформирования и усовершенствования бизнес-процессов на основе методов системного анализа, создания новых и интеграции существующих информационных технологий для всех этапов жизненного цикла продукта.

Сущность анализа процессов заключается в изучении их характеристик и составных частей, анализу прежде всего подлежат число и характер взаимосвязей между составными частями процессов, затраты (материальные, временные, информационные) и их распределение внутри бизнес-процессов, потенциал используемых ресурсов (персонала, оборудования, инфраструктуры), фактическая загрузка используемых ресурсов.

В соответствии с данной методологией работы по совершенствованию процессов и создания ИТ выполняются в следующей последовательности [2, 4].

1 Идентификация объема исследований. Изучение любого предприятия производится с позиции системного анализа и начинается с выявления глобальной (общей) цели, которая определяется ее назначением (миссией). Назначение системы определяет ее основную функцию. Например, для промышленного предприятия это производство продукции определенной номенклатуры, для вуза – выпуск специалистов установленного профиля.

На данном этапе определяются потребности бизнеса, исследуются задачи, стоящие перед организацией, рассматриваются целесообразность оптимизации внутренних процессов, вопросы создания виртуального предприятия. Деятельность предприятия отображается движением материальных и информационных потоков.

2 Построение моделей деятельности предприятия. Для моделирования бизнес-процессов обычно строится функциональная модель "как есть" (as-is), которая характеризует положение дел на момент обследования.

3 Анализ действующих процессов, в том числе выявление "узких мест", формирование множества вариантов (предположений) по улучшению бизнес-процессов. Для этого определяются и оцениваются значения показателей, которые характеризуют эффективность работ предприятия, в том числе себестоимость продукции, выполнение договорных обязательств и др.

4 Построение функциональной модели "как должно быть" (to-be), которая отражает перспективные предложения консультантов, системных аналитиков, руководства и сотрудников предприятия по совершенствованию его деятельности.

5 Определение состава необходимых реформ и принятие соответствующих решений. Наиболее часто реформирование предполагает оптимизацию бизнес-процессов и автоматизацию трудоемких операций. Для этого производится структуризация системы, т.е. локализация ее границ и выделение составных частей, например, по штатному расписанию. Следует заметить, что в системном анализе выделяют два основных аспекта сложности системы – структурную и динамическую. Структурная сложность предполагает многообразие компонентов, их вертикальную и горизонтальную связанность, взаимодействие между различными компонентами системы. Динамическая сложность характеризует траекторию изменяющейся системы или развивающегося процесса.

6 Планирование проведения реформ. При этом для промышленных предприятий особое внимание уделяется сокращению времени от момента поступления заказа на продукт до момента его изготовления (lead time) и повышению качества продукта.

7 Реализация намеченных планов, в том числе своевременное внедрение и документирование проводимых работ.

На начальных этапах обычно применяется метод нисходящего проектирования, использующий "иерархический" подход к построению функциональной структуры ИТ. Метод заключается в следующем. На первом (верхнем) уровне иерархии формулируется глобальная цель, которая должна быть достигнута в результате внедрения ИТ. Затем (второй уровень) определяются задачи и функции, обеспечивающие выполнение главной цели. На третьем уровне определяются функции, обеспечивающие выполнение задач второго уровня, и т.д.

В настоящее время широко используются частные методологии, относящиеся к созданию отдельных компонентов ИТ и, прежде всего, программных средств. Для разработки и развития программных систем

широко используются методологии OSA, OMT, SA/SD, JSD, DATARUN, RAD и др. Каждая из этих методологий имеет свою специфику. Например, методология OSA (Object-Oriented System Analysis) обеспечивает объектно-ориентированный анализ программных систем, но не содержит возможностей для поддержки этапа разработки. Методология RAD ориентирована на быструю разработку приложений. Широкое применение находит концепция модульного программирования, в соответствии с которой вся программа разбивается на группы модулей, каждый модуль характеризуется своей структурой, четкими функциями и интерфейсом связи с внешней средой. Модульное программирование базируется на следующие предпосылках:

- модули должны иметь небольшой объем (до 200 строк исходного текста) и определять доступные модулю данные и операции их обработки;
- каждый модуль включает спецификацию, определяющую правила его использования, и тело, т.е. методы его реализации;
- межмодульные связи рекомендуется использовать древовидного типа, предпочтительна организация, при которой модуль на  $j$ -м уровне дерева получает информацию от одного модуля ( $j - 1$ )-го уровня и передает информацию модулю ( $j + 1$ )-го уровня;
- организация модулей должна обеспечивать независимость их разработки, программирования и отладки, это позволяет проектировать и разрабатывать модули разными проектировщиками и программистами.

Сопоставление разных методологий производится по их аналитическим возможностям относительно объектов, связей, агрегации, действий и т.д. На разных фирмах используются различные методологии. Например, фирма "Аргуссофт компани" реализует методологию создания информационных систем, основными составляющими которой являются [6]:

- спиральная модель жизненного цикла (ЖЦ) ПО;
- интеграционная диаграмма, описывающая основные процессы ЖЦ создания ПО ИС и получаемые результаты;
- описание процесса построения ПО ИС на основе комплекса развивающихся систем согласованных моделей как процесса формирования, развития и преобразования моделей на основе модели Закмана;
- методология анализа требований к ИС на основе исследования процессов деятельности организации (бизнес-процессов) и ее документооборота;
- методология DATARUN быстрого проектирования от данных и методология RAD быстрой разработки приложений;
- набор процедур, методик выполнения операций, комплекс согласованных инструментальных средств и методик их использования для выполнения предписанных операций по созданию ПО ИС.

Различные аспекты методологии развития ИТ рассматриваются итнологией, в которой широко используются следующие методы [7]:

1 Метод архитектурной спецификации. В основе метода лежит создание основ научного знания в виде методологического ядра (метазнаний), представляющего собой целостную систему эталонных моделей важнейших разделов ИТ, осуществляющего структуризацию научного знания в целом.

2 Метод функциональной спецификации, заключающийся в представлении ИТ в виде спецификаций, характеризующих поведение ИТ-систем, которое может наблюдаться на интерфейсах (границах) этих систем.

3 Стандартизация спецификаций ИТ и управление их жизненным циклом, осуществляемые системой специализированных международных организаций на основе строго регламентированной деятельности. Данный процесс обеспечивает накопление базовых сертифицированных научных знаний, служит основой создания открытых технологий.

4 Концепция проверки соответствия (аттестации) ИТ-систем ИТ-спецификациям, на основе которых данные ИТ-системы были разработаны.

5 Профилирование (разработка функциональных профилей) ИТ, это метод построения спецификаций комплексных технологий посредством комбинирования базовых и производных от них (представленных в стандартизованном виде) спецификаций с соответствующей параметрической настройкой этих спецификаций.

6 Таксономия (классификационная система) профилей ИТ, обеспечивающая уникальность идентификации в пространстве ИТ, а также явное отражение взаимосвязей ИТ между собой.

7 Разнообразные методы формализации и алгоритмизации знаний, методы конструирования прикладных информационных технологий (парадигмы, языки программирования, базовые открытые технологии, функциональное профилирование ИТ и т.п.).

Внедрение ИТ связано с реформированием предприятий, которое должно носить комплексный характер и затрагивать все основные структуры и методы руководства, корпоративное управление, технологическую и социальную структуру, внешние связи предприятий. Реструктуризация предприятия включает совершенствование структуры и функций управления, преодоление отставания в технико-технологических аспектах деятельности, совершенствование финансово-экономической политики с целью повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг, роста производительности труда, снижения издержек производства, улучшения финансово-экономических результатов деятельности.

Один из основных моментов внедрения ИТ – это обеспечение соответствия документов на основе ПО нормативным требованиям бухгалтерских служб, налоговых и других государственных органов. ПО должно иметь соответствующие лицензии.

Внедрение ИТ на отечественных предприятиях нередко встречает значительные трудности. В первую очередь к ним относятся психологические факторы и необходимость выполнения большого объема работ по документированию, регламентированию и т.п.; высокая цена программных продуктов и услуг по реинжинирингу; менталитет персонала, недостаточные знания, опыт и культура в сфере ИТ, необходимость адаптации западных программных продуктов к нашим возможностям и законодательству, а также учет актуальности многих других задач предприятия; соблюдение требований информационной безопасности.

В большой степени внедрению ИТ мешают экономические трудности и бессистемность автоматизации. Применение ИТ позволяет получить прибыль, если процесс автоматизации доведен до конца. В противном случае складывается мнение, что ИТ приносят только затраты.

Иногда причиной того, что результаты внедрения ИТ не оправдывают ожидания, является отсутствие формализованного представления процессов действующего производства, что в свою очередь вызывается отсутствием общей методологической основы для единого описания процессов функционирования.

Опыт западных стран показывает, что работы по реинжинирингу предприятий, сопровождающемуся внедрением ИТ, должны производиться аккуратно и бережно. Предварительно необходимо создать модели бизнес-процессов, затем подготовить персонал, внести изменения в документацию и структуру. Такая последовательность действий соответствует философии развития бизнеса: "стратегия подчиняет себе процессы, а процессы – структуру".

Внедренная ИТ должна обеспечить гибкую стратегию развития предприятия, направленную на достижение перспективных целей и учет постоянно изменяющихся внешних условий.

### **Вопросы для контроля (раздел 3)**

- 1 Какие основные свойства систем проявляются в ИТ?
- 2 Что означает свойство интегративности?
- 3 В чем заключаются свойства иерархичности и коммуникативности?
- 4 Какие возможности предоставляют ИТ при проектировании электронных средств?
- 5 В чем заключается принцип включения?
- 6 Что предусматривают принципы системного и информационного единства?
- 7 В чем заключается принцип комплексности?
- 8 Что означает принцип открытости?
- 9 В чем заключаются принципы инвариантности и развития ИТ?
- 10 Что предполагает принцип анализа и синтеза на множестве состояний функционирования?
- 11 Какие основные принципы используются в ИТ масштаба предприятия?
- 12 В чем заключается методология развития ИТ?
- 13 Какие основные этапы работ при внедрении ИТ?
- 14 В чем состоит концепция модульного программирования?
- 15 В чем заключается метод нисходящего проектирования?
- 16 Какие методы используются итологией?

## **4 ПРИМЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Примеры полезнее правил; ... Я считаю конкретные примеры гораздо более ценными, чем любые общие рассуждения.

*Джордж Поля*

**Ключевые термины:** электронный маркетинг, управление рисками, управление проектом, моделирование, схемотехническое проектирование, конструкторское проектирование.

Аббревиатуры: CAD, SCADA, ERP.

Ресурсы WWW: [www.hyperion.ru](http://www.hyperion.ru), [www.hyperion.com](http://www.hyperion.com), [www.olap.ru](http://www.olap.ru), [www.orcad.com](http://www.orcad.com), [www.sap.com](http://www.sap.com), [www.scala.net](http://www.scala.net), [www.columbus.ru](http://www.columbus.ru), [www.oracle.com/ru](http://www.oracle.com/ru), [www.galaktika.ru](http://www.galaktika.ru).

#### 4.1 Информационные технологии электронной САПР

В проектировании электронных средств выделяют три направления информационных технологий, обеспечивающих соответственно решение задач схемотехнического проектирования, конструирования и электродинамического моделирования [1 – 3].

В настоящее время для решения задач схемотехнического проектирования электронных средств применяется большое число пакетов программ [4 – 6]. Широкое распространение на платформе персонального компьютера находит система DesignLab, разработанная корпорацией MicroSim. Основу системы составляют следующие программные модули:

- графический редактор принципиальных схем – Schematics, он же является управляющей оболочкой системы;
- моделирование аналого-цифровых устройств Pspice A/D;
- синтез цифровых устройств на базе интегральных схем (ИС) с программируемой логикой PLD/CPLD PLSyn;
- редактор входных сигналов (аналоговых и цифровых) StmEd;
- графическое отображение, обработка и документирование результатов моделирования Probe;
- идентификация параметров математических моделей диодов, биполярных, полевых и мощных МОП-транзисторов, биполярных статически индуцированных транзисторов, операционных усилителей, компараторов напряжения, регуляторов и стабилизаторов напряжения и магнитных сердечников по паспортным данным PARTS;
- графический редактор многослойных печатных плат и программа автотрассировки SPECCTRA фирмы Cadence PCBboards и Autorouter;
- интерфейс с программой XACT Step 6.0, предназначенной для проектирования электрически перепрограммируемых логических интегральных схем (ПЛИС) фирмы Xilinx (поддерживаются FPGA серий XC2000, XC3000, XC4000, XC5200 и X-BLOX, поставляется только в составе DesignLab) MicroSim FPGA.

Системы DesignLab DesignCenter имеют графический редактор печатных плат, воспринимающий информацию о соединениях в формате P-CAD. Компоненты принципиальных схем в автоматическом или ручном режиме размещаются на сторонах печатной платы, затем возможна трассировка многослойных соединений, создание командных файлов для изготовления фотошаблонов и для сверлильных станков с ЧПУ. Предусмотрена передача данных в систему AutoCAD для выпуска конструкторской документации.

Широкое распространение в схемотехническом проектировании получили следующие системы.

Система ICAP (фирма Intusoft), которая отличается возможностью работы с измерительными устройствами.

Система Super-Compact и Microware Harmonica (фирма Compact Software), в которой предусмотрено моделирование СВЧ-устройств.

Системы Serenade, Super-Spice, Microware Success, Microware Explorer (фирма Ansoft) обеспечивают моделирование и оптимизацию СВЧ и оптоэлектронных устройств, в том числе во временной области, систем радиофоники, электромагнитных полей и др. Имеются версии систем, ориентированные на Windows 95 (NT).

Системы MicroCAP, MicroLOG (фирмы Spectrum Software) предназначены для анализа и моделирования аналоговых и аналого-цифровых устройств (расчет переходных процессов, частотных характеристик, спектральный анализ и др.), а также цифровых устройств на логической основе.

Система OrCAD фирмы OrCAD System Corp позволяет решать задачи схемотехнического и конструкторского проектирования. Следует заметить, что в 1998 г. корпорации OrCAD и MicroSim объединились, это облегчает интеграцию программных продуктов OrCAD и DesignLab.

Система обеспечивает ввод и вывод на печать принципиальных схем, трассировку печатных плат, создание спецификаций, разводение проводников, шин, моделирование цифровых устройств, проектирование ПЛИС и др. Библиотека систем содержит более 2700 изображений компонентов РЭС.

Система состоит из программных модулей:

OrCAD Capture – графический редактор схем;

OrCAD Capture CIS (Component Information System) – графический редактор схем со средствами ведения баз данных компонентов, при этом через Internet возможен доступ к каталогу компонентов (более 200 000 наименований);

OrCAD Pspice Optimizer – параметрическая оптимизация и др.

Версия OrCAD 9.2 функционирует на ПК (процессор Pentium, ОС Windows) с объемом ОЗУ не менее 32 Мбайт и 250 Мбайт дискового пространства.

Основным конкурентом системы OrCAD является пакет P-CAD (фирма Personal CAD System), который часто рассматривается как стандарт при выпуске конструкторской и технологической документации [7]. Поэтому списки соединений принципиальных схем, созданных в OrCAD ранних версий, передавались в P-CAD для вывода схем на принтер или плоттер. Пакет имеет открытую архитектуру, он позволяет проектировать печатные платы, имеющие до 500 элементов и 2000 связей.

Широкое применение находит также пакет AutoCAD (фирма AutoDesk), который представляет собой систему автоматизированной разработки чертежей, рисунков, схем в интерактивном режиме [8]. Важным достоинством пакета является возможность работы с трехмерной графикой, позволяющей строить реальные объекты (детали, дома, станки, одежду и др.), наблюдать их в различных ракурсах.

Рынок программных продуктов содержит большое число пакетов для решения разных задач моделирования. При разработке РЭС широкое применение находят следующие пакеты.

Система Microwave Office (фирма AWR) обеспечивает решение задач моделирования при проектировании высокочастотных интегральных и монолитных СВЧ-микросхем, антенн, СВЧ согласующих цепей и фильтров, усилителей, смесителей и др. Модули пакета написаны на языке C++ и позволяют интегрировать в себя новые методы моделирования.

Система Genesys (фирма EAGLEWARE) обеспечивает высокоскоростное моделирование радиочастотных цепей и других элементов, по описанию моделирующего устройства позволяет синтезировать его топологию и представлять трехмерную анимационную картину распределения токов по проводникам. Пользовательский интерфейс системы полностью совпадает со стандартным интерфейсом ПО фирмы Microsoft.

К настоящему времени различными фирмами создано большое число программ автоматизированного проектирования в электронике (САПР-Э или ECAD – Electronic Computer Aided Design) ECAD, различающихся типами выполняемых проектных процедур и ориентацией на те или иные разновидности радиоэлектронных изделий [3]. Динамичное развитие радиоэлектроники предъявляет все более жесткие требования к САПР по эффективности и разносторонности выполняемых функций. В результате процесс обновления состава программного обеспечения в САПР происходит весьма динамично.

Как и в других отраслях промышленности, связанных с созданием сложной продукции, в радиоэлектронике используют многоуровневые представления проектируемых систем, и соответственно имеет место специализация предприятий по номенклатуре создаваемых изделий. Одни предприятия могут специализироваться на производстве микросхем, другие – на выпуске процессорных и интерфейсных плат, третьи занимаются сборкой приборов или их встраиванием в технологические, транспортные и другие системы. Очевидно, что использование продукции одного предприятия в изделиях другого, не зависимо от первого, требует, чтобы модели изделий и языки их представления соответствовали принятым стандартам. Основными HDL (Hardware Design Language – язык программирования аппаратуры) языками, используемыми в современных ECAD при функционально-логическом проектировании, начиная с описания алгоритмов и кончая представлениями логических схем, являются VHDL и Verilog. Эти



языки предназначены для моделирования электронных схем на уровнях вентильном, регистровых передач, корпусов микросхем. Поэтому эти языки можно назвать языками сквозного функционально-логического проектирования.

Кроме языков VHDL и Verilog в ECAD находит применение ряд других языков. Среди них прежде всего следует назвать форматы EDIF (Electronic Design Interchange Format) и CIF (Caltech Intermediate Format). EDIF используют для описания топологии СБИС или списков цепей печатных плат. Он удобен для передачи данных, включающих списки соединений, параметры СБИС или печатных плат, спецификации тестовых наборов, результаты моделирования и т.п. Формат CIF применяют при передаче проекта, представленного на уровне геометрических примитивов и управляющих данных, в производство.

Проектирование СБИС является многоуровневым, каждый уровень характеризуется своим математическим обеспечением, используемым для моделирования и анализа схем. Выделяют уровни системный, регистровый (RTL – Register Transfer Level), называемый также уровнем регистровых передач, логический, схмотехнический, приборно-техно-логический (компонентный). Общее название для регистрового и логического уровней – уровень функционально-логический. Преобладает нисходящий стиль функционально-логического проектирования, при котором последовательно выполняются процедуры уровней системного, RTL и логического. В этих процедурах широко используются ранее принятые унифицированные решения, закрепленные в библиотеках функциональных компонентов, например сумматоров, мультиплексоров, регистров и т.п. Эти библиотеки разрабатываются с помощью процедур схмотехнического и компонентного проектирования вне маршрутов проектирования конкретных СБИС.

После получения результатов схемного проектирования приступают к конструкторско-технологическому проектированию, синтезу тестов и окончательной верификации принятых проектных решений. Укрупненная типичная последовательность проектных процедур на маршруте проектирования СБИС показана на рис. 9.

Верхний иерархический уровень называют системным, архитектурным или поведенческим. Последнее название связано с тем, что на этом уровне оперируют алгоритмами, подлежащими реализации в СБИС, которые выражают поведенческий аспект проектируемого изделия. Алгоритмы, как правило, представляются на языках проектирования аппаратуры (HDL). Далее на системном уровне формулируют требования к функциональным и схемным характеристикам, определяют общую архитектуру построения СБИС, выделяют операционные (datapath) и управляющие (FSM – Finite State Machine) блоки. Составляют расписание операций заданного алгоритма, т.е. распределяют операции по временным тактам (scheduling) и функциональным блокам (allocation). Тем самым принимают решения по распараллеливанию и/или конвейеризации операций.

На уровне регистровых передач выполняют синтез и верификацию схем операционных и управляющих блоков, получают функциональные схемы СБИС.

На логическом уровне, иначе называемом вентильным (gate level), преобразуют RTL-спецификации в схемы вентильного уровня с помощью программ – компиляторов логики; здесь используются библиотеки

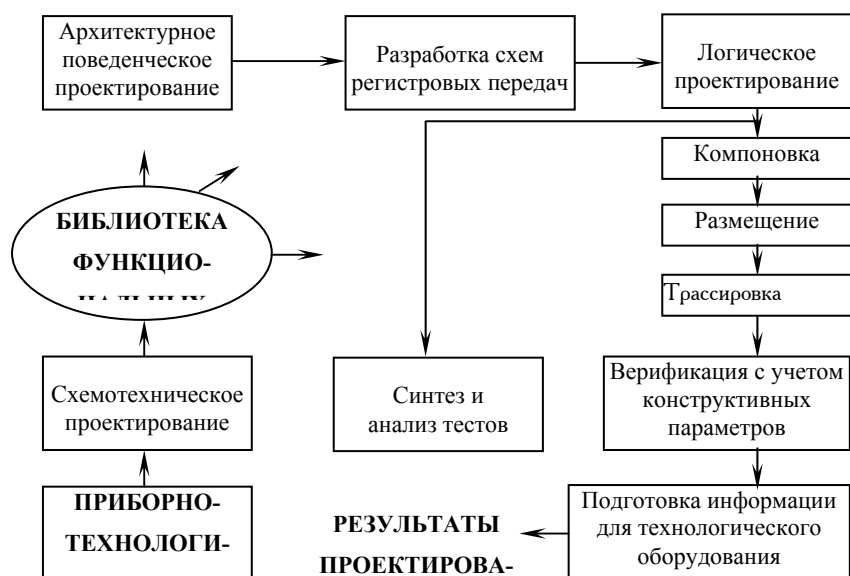


Рис. 9 Типичный маршрут проектирования

логических элементов И, ИЛИ, И-НЕ и т.п. Типичный маршрут проектирования СБИС включает в себя следующие процедуры [1 – 3].

- 1 Проверка корректности исходного алгоритма функционирования СБИС.
- 2 Формирование абстрактного описания проекта для перехода к составлению расписания операций.
- 3 Выбор базовой технологии и типов функциональных блоков из имеющейся библиотеки функциональных компонентов, которыми могут быть регистры, сумматоры, мультиплексоры и т.п.
- 4 Составление расписания операций, т.е. распределение операций по временным тактам и функциональным блокам. При этом определяются типы операционных блоков (комбинационные или последовательностные) и исходные данные для синтеза управляющих блоков.
- 5 Разработка модели устройства на уровне RTL, т.е. синтез схем операционных и управляющих блоков.
- 6 Верификации выбранного решения, представленного на уровне RTL.
- 7 Разработка логических схем путем перевода RTL-модели в модель вентиляльного уровня с помощью компиляторов логики и библиотек логических элементов.
- 8 Оптимизация и верификация логических схем.
- 9 Синтез схем тестирования и тестовых наборов.
- 10 Конструкторско-технологическое проектирование, включающее процедуры планирования кристалла, размещения компонентов и трассировки межсоединений.
- 11 Верификация динамических параметров схемы с учетом задержек в проведенных межсоединениях.
- 12 Синтез файлов с управляющей информацией для генераторов изображений.

К процедурам конструкторского проектирования относят планирование кристалла, размещение компонентов и трассировку межсоединений. Расчет задержек в межсоединениях и их использование в процедуре верификации позволяют уточнить параметры быстродействия схемы. Результаты конструкторского проектирования передаются на этап синтеза файлов с управляющей информацией для генераторов изображений.

В современных системах структурного синтеза на функционально-логическом уровне стремятся получить не просто работоспособное решение, но решение с оптимальным компромиссным удовлетворением требований к площади кристалла, быстродействию, рассеиваемой мощности, а в ряде случаев и к тестируемости схемы.

Формализация процедур структурного синтеза в общем случае затруднительна, поэтому для их эффективного выполнения обычно используют специализированные программы, ориентированные на ограниченный класс проектируемых схем. Характерные особенности технологии изготовления и проектирования имеются у микропроцессоров и схем памяти, у заказных и полузаказных СБИС (ASIC – Application-Specific Integrated Circuits), в том числе у программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Эти особенности обуславливают различия в методах проектирования схем и требуют их отражения в применяемом математическом и программном обеспечении ECAD.

В качестве ПЛИС широко используют программируемые логические схемы CPLD (Complex Programmable Logic Device) и программируемые вентиляльные матрицы FPGA (Field Programmable Gate Array).

В случае CPLD для отражения структуры конкретной схемы в инвариантном по отношению к приложению множестве функциональных ячеек требуется выполнить заключительные технологические операции металлизации. В случае FPGA программатор по заданной программе просто расплавляет имеющиеся перемычки (fuse) или, наоборот, создает их, локально ликвидируя тонкий изолирующий слой (antifuse). Следовательно, при использовании CPLD и FPGA необходимо с помощью САПР выбрать систему связей между ячейками программируемого прибора в соответствии с реализуемыми в схеме алгоритмами и синтезировать программы управления программатором или заключительной операцией металлизации. Ячейки могут быть достаточно сложными логическими схемами, вентилями или даже отдельными транзисторами. На производстве кристаллов ПЛИС специализируется ряд фирм, например, Xilinx, Altera, Actel и другие, зачастую эти же фирмы поставляют программное обеспечение для синтеза схем на производимых ими ПЛИС.

В последнее время значительное внимание уделяется процедурам совмещенного проектирования программной и аппаратной частей СБИС (SW/HW – Software/Hardware codesing). Если в традиционных маршрутах проектирования разделение алгоритмов на части, реализуемые программно и аппаратно, происходит на самых ранних шагах, то в технологии совмещенного проектирования эта процедура фактически переносится на уровень RTL и тем самым входит в итерационный проектный цикл и может привести к более обоснованным проектным решениям. Примером подхода к совмещенному проектированию может служить методика моделирования на уровне исполнения системы команд, в соответствии с которой моделируются события, происходящие на внешних выводах таких устройств, как арифметико-логическое, встроенная и внешняя память, системная шина и т.п. Благодаря совмещенному проектированию удастся не только на ранних стадиях проектирования найти и исправить возможные ошибки в аппаратной и программной частях проекта, но и отладить контролирующие тесты.

#### 4.2 Информационные технологии класса предприятия (корпоративные информационные системы)

Широкое распространение в настоящее время получают отечественные программные продукты компании "1С", корпорации "Парус", "Галактика" и др. Из зарубежных продуктов следует выделить SAP R/3, MS AXAPTA (Navision) и BAAN.

Программа R/3 написана на языке программирования АВАР/4 и состоит из четырех основных модулей:

- 1 Финансовый учет (Financial Accountig);
- 2 Людские ресурсы (Humman Resources);
- 3 Производство и логистика (Manufacturing and Logistics);
- 4 Продажи и распределение (Sales and Distribution).

На рис. 10 приведена схема модулей приложений R/3.

Модуль Финансовый учет, включает три основные категории функций, необходимых для ведения финансового учета в компании: финансы (Financials – FI), контроллинг (Controlling – CO) и управление фондами (Asset Management – AM). FI охватывает кредиторскую и

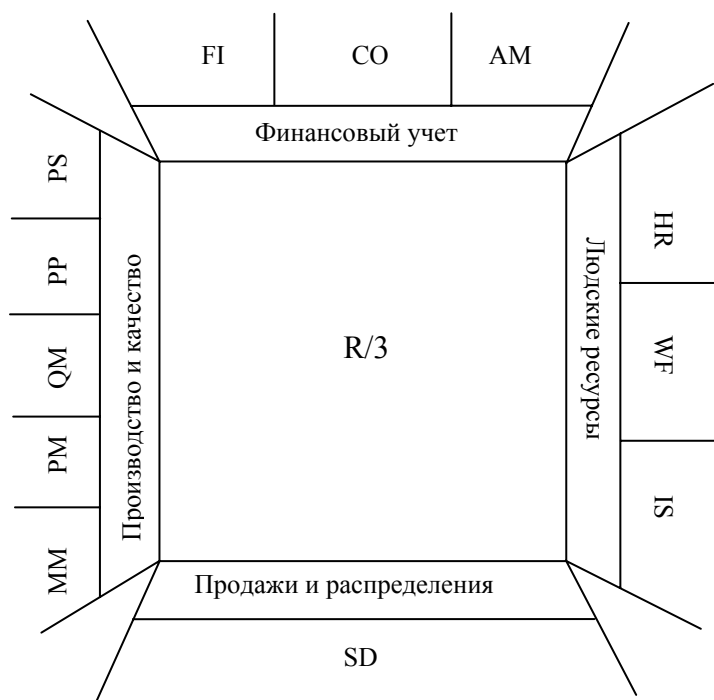


Рис. 10 Структура (состав) программного продукта R/3

дебиторскую задолженность, главную бухгалтерскую книгу и инвестирование. Кроме того, категория FI включает процедуры проводки по счетам, подведения месячных и годовых итогов в бухгалтерских книгах, подготовки финансовых отчетов (в том числе балансового отчета) и планирования. Естественно, система обеспечивает возможность документирования процессов, подготовки отчетов, архивирования определенных данных, а также – в случае необходимости – внесения дополнений и изменений в финансовые данные.

Категория контроллинга (CO) включает калькуляцию себестоимости, учет по центру издержек и центру прибылей, бухгалтерский учет и планирование предприятия, проводку внутренних заказов, управление незавершенным производством, рассылку и размещение (Posting and Allocation), анализ рентабельности и составление разнообразных отчетов. Она также включает систему проектов, предназначенную для

отслеживания деятельности и затрат, связанных с основными корпоративными проектами такого уровня, как внедрение системы R/3. Сюда же входит модуль калькуляции производственных затрат по видам деятельности (Activity-Based Costing – ABC), связанный с другими реализуемыми методами калькуляции себестоимости. ABC считается эффективным методом моделирования потока затрат между объектами затрат. Затраты по видам деятельности можно затем распределять по бизнес-процессам.

Категория управления фондами (AM) предусматривает возможность управления всеми типами корпоративных фондов, в том числе основными фондами, арендованными фондами и недвижимостью. Она также включает модуль управления инвестициями, который позволяет управлять, оценивать и контролировать выполнение инвестиционных программ. Здесь же реализованы и казначейские функции, включая управление наличностью и финансовыми фондами, принадлежащими корпорации.

Модуль Людские ресурсы (Human Resources – HR) предоставляет полный набор возможностей, необходимых для управления, планирования, оплаты труда и найма персонала, труд которых и составляет основу деятельности компании. Он включает платежную ведомость работников компании, установление льгот, учет данных о желающих поступить на работу в компанию, планирование повышения квалификации персонала, планирование рабочей силы, составление графиков рабочего времени и смен, управление затратами времени и учет командировочных расходов.

Модуль Производство и логистика является самым крупным и сложным среди всех модулей. Он делится на пять основных компонентов: управление материалами (Materials Management – MM), эксплуатация завода (Plant Maintenance – PM), управление качеством (Quality Management – QM), планирование и управление производством (Production Planning and Control – PP) и система управления проектами (Project Management System – PS). Каждый такой компонент делится на ряд субкомпонентов. Управление материалами охватывает все задачи в цепочке поставок, в том числе планирование потребления и закупок, оценку поставщика и проверку счет-фактур. Оно также включает управление запасами и складами в каждом цикле их использования. Кроме того, поддерживается организационная форма "электронный канбан-поставки точно в срок".

Компонент Эксплуатация завода (PM) поддерживает деятельность, касающуюся планирования и проведения ремонтов, а также профилактического техобслуживания. Компонент формирует отчеты о завершении циклов обслуживания и соответствующих затратах. Можно также управлять нормированием обслуживания и оценивать его результаты.

Функция управления качеством (QM) позволяет планировать и внедрять процедуры контроля и гарантирования качества. В основу этой функции положен стандарт ISO 9001, определяющий систему управления качеством. Эта функция скоординирована с процессами снабжения и производства, что дает возможность пользователю подбирать точки контроля как поступающих материалов, так и выпускаемой продукции в ходе производственного процесса.

Планирование и управление производством (PP) поддерживает дискретные и непрерывные производственные процессы. Предусмотрено управление как циклическими процессами, так и производством по конкретным заказам. Этот модуль поддерживает все фазы производства, обеспечивая определение и планирование производственной мощности, планирование материальных потребностей, калькуляцию себестоимости продукта, "развертывание" и свертывание" списка материалов, диалоговый интерфейс системы автоматизированного проектирования (CAD) и управление изменениями технологии. Эта система позволяет пользователям составлять и пересматривать производственные графики выполнения заказов, которые можно генерировать на основе заказов на поставки и продажи и внутренних потребностей, а также используя узлы WWW.

Система управления проектами (PS) позволяет пользователю составлять крупные и сложные проекты, а также управлять выполнением этих проектов и оценивать их. В то время как предметом системы оценки расходов на проекты (финансовый модуль) являются затраты, система управления проектами

используется для планирования и мониторинга сроков и ресурсов. Эта система служит для пользователя проводником по типовым этапам проекта: концепция, эскизное проектирование, детальное проектирование и планирование, утверждение, исполнение и завершение. Она обеспечивает управление определенной последовательностью действий, каждое из которых взаимосвязано с остальными. Эти действия определены как задачи, выполнение которых требует известного времени, не допускает прерываний, требует определенных ресурсов и влечет за собой определенные расходы. Основой для оценки выполнения проектов являются сроки и результаты (заданные и фактические). Такая система позволяет составлять календарные графики и управлять наличием ресурсов, бюджетом, планированием производственной мощности и расходов, выполнением проекта.

Модуль Продажи и распределение (Sales and Distribution – SD) содержит перечни потенциальных потребителей и управляет связями с потребителями, заказами на продажу, поставками, конфигурацией поставок, экспортом, транспортировкой, распределением, а также осуществляет выписку счетов, фактур и установление скидок. Поскольку этот модуль (как, впрочем, и другие) можно внедрять на глобальном уровне, пользователь управляет процессом международных продаж.

При реализации модуля SD, как и других модулей, в этой системе можно отразить структуру компании во взаимосвязи со сбытом. В результате система R/3 будет, например, "подсказывать", на чем и когда можно получить дополнительный доход. Структуру фирмы можно представить также с точки зрения бухгалтерского учета или управления материалами.

Когда в систему вводится заказ на продажу, в него автоматически включается правильная информация о цене, стимулировании продаж, наличии продукции и вариантах поставки. Предусмотрена возможность обработки пакетных заказов для специализированных отраслей, таких как пищевая, фармацевтическая или химическая. Пользователи имеют возможность зарезервировать запасы для определенных потребителей, сделать запрос на производство промежуточных узлов или ввести заказы типа "сборка под заказ", "строительство под заказ" или "проектирование под заказ", а также специальные заказы, ориентированные на требования отдельных клиентов.

В составе фирмы SAP есть научно-исследовательская группа, которая постоянно занимается поиском оптимальных способов реализации конкретных процессов или subprocesses. Периодическая модернизация системы отражает результаты этих поисков и самые последние достижения практики бизнеса.

Помимо набора стандартных модулей, у SAP также есть специальные надстроечные модули, называемые отраслевыми решениями (Industry Solutions – IS). Эти отраслевые решения "подогнаны" под требования конкретных отраслей. Нынешний комплект надстроечных модулей включает модули для следующих отраслей: химическая, нефтехимическая, нефтегазовая, общественный сектор, больницы, розничная торговля, печать и издательское дело, страховое и банковское дело. Эти модули добавляют в систему специальные возможности, требующиеся для соответствующей отрасли. В будущем фирма SAP собирается разработать большое число модулей подобного типа.

В компании SAP работает около 27 000 сотрудников, в том числе 7000 программистов. Система R/3 продолжает интенсивно развиваться, вводится структура корпоративных порталов. Полная конфигурация занимает около 120 компакт-дисков. С прикладной точки зрения, портал можно рассматривать как унифицированное информационное пространство, позволяющее оперировать информацией из разных приложений. С точки зрения технологии, портал есть интегрированное решение, объединяющее сервер Web-приложений и межплатформенное ПО корпоративного масштаба.

Из числа других ERP-пакетов достаточное распространение получили системы Navision Axapta (фирма Navision CIS), Scala (фирма Scala Business Solutions), Baan, Oracle E-Business Suite (корпорация Oracle).

Для внедрения ERP-систем требуются специалисты различных профилей и, прежде всего, концептуальщики, внедренцы и сервис-инженеры. Концептуальщик хорошо знает функциональные возможности и структуру пакета, его концепцию, он тесно взаимодействует с потенциальными заказчиками ERP-систем, определяет, что нужно клиенту и в каком объеме. Внедренцы имеют глубокие знания в организации бизнес-процессов и технологии настройки соответствующих программных модулей системы. Сервис-инженеры обеспечивают эксплуатационное обслуживание внедренной системы.

### 4.3 SCADA-системы

В качестве примера приведем краткое описание отечественной SCADA-системы ТРЕЙС МОУД. Эта система представляет собой программный комплекс фирмы Adastra, предназначенный для разработки, настройки и запуска в реальном времени с автоматизированных систем управления технологиче-

скими процессами [10]. Все программы, входящие в ТРЕЙС МОУД, делятся на две группы: инструментальная система разработки АСУ и исполнительные модули (runtime).

Инструментальная система включает в себя два редактора: редактор базы каналов и редактор представления данных. В этих редакторах осуществляется разработка математической основы АСУТП, графических экранных фрагментов для визуализации состояния технологического процесса и управления им. В зависимости от лицензии инструментальная система позволяет создавать проекты на разное количество каналов. Существуют следующие градации инструментальных систем по количеству точек ввода/вывода в одном узле проекта: 128, 1024, 32 000 × 16, 64 000 × 16.

В редакторе базы каналов создается математическая основа системы управления: описываются конфигурации всех рабочих станций, контроллеров и УСО, используемых в системе управления, настраиваются информационные потоки между ними. Здесь же описываются входные и выходные сигналы и их связь с устройствами сбора данных и управления. В этом редакторе задаются периоды опроса или формирования сигналов, настраиваются законы первичной обработки и управления, технологические границы, структура математической обработки данных; здесь устанавливается, какие данные и при каких условиях сохранять в различных архивах ТРЕЙС МОУД, и настраивается сетевой обмен, а также решаются некоторые другие задачи. Результатом работы в этом редакторе является математическая и информационная структуры проекта АСУТП. Эти структуры включают в себя набор баз каналов и файлов конфигурации для всех контроллеров и операторских станций (узлов) проекта, а также файл конфигурации всего проекта.

Файл конфигурации проекта имеет расширение `smt` и сохраняется в рабочей директории системы разработки. Для хранения всех остальных файлов проекта в рабочей директории создается каталог, имя которого совпадает с именем файла конфигурации. При этом базы каналов сохраняются в файлы с расширениями `dbb`.

В редакторе представления данных разрабатывается графическая часть проекта системы управления. При этом создается статичный рисунок технологического объекта, а затем поверх него размещаются динамические формы отображения и управления. Среди них такие, как поля вывода численных значений, графики, гистограммы, кнопки, области ввода значений и перехода к другим графическим фрагментам и т.д. Кроме стандартных форм отображения (ФО), ТРЕЙС МОУД позволяет вставлять в проекты графические формы представления данных или управления, разработанные пользователями. Для этого можно использовать стандартный механизм Active-X. Все формы отображения информации, управления и анимационные эффекты связываются с информационной структурой, разработанной в редакторе базы каналов. Графические базы узлов проекта, созданные в редакторе представления данных, сохраняются в файлах с расширением `dbg`. Их сохранение осуществляется в соответствующие директории проектов.

Исполнительные модули – это программы, под управлением которых запускается АСУ, созданная в инструментальной системе. В группу исполнительных модулей входят следующие программы:

- мониторы реального времени – MPB; NetLink MPB; NetLink Light;
- монитор создания АРМ администратора – SUPERVISOR;
- монитор глобального архива – Глобальный регистратор;
- микромонитор реального времени – МикроMPB и микроMPB с поддержкой обмена по коммутируемым линиям – МикроMPB Модем плюс.

Первые пять мониторов предназначены для организации работы верхнего и административного уровней АСУ. МикроMPB и МикроMPB Модем+ предназначены для работы в контроллерах нижнего уровня систем управления, естественно, при условии наличия в них операционной системы MS DOS.

Монитор реального времени MPB предназначен для запуска на АРМ операторов, осуществляющих с его помощью супервизорный контроль и управление технологическими процессами. Под управлением MPB выполняются следующие задачи:

- запрос данных о состоянии технологического процесса с контроллеров нижнего уровня по любому из встроенных протоколов или через драйвер;
- передача на нижний уровень команд управления по любому из встроенных протоколов или через драйвер;
- обмен данными с платами УСО;
- сохранение данных в архивах;
- обмен по сети с удаленными MPB;
- обмен по коммутируемым линиям с удаленными MPB;
- передача данных по сети на следующий уровень АСУ;

- представление оператору графической информации о состоянии технологического процесса;
- автоматическое и супервизорное управление технологическим процессом;
- обмен данными с другими приложениями WINDOWS через DDE/NetDDE/OPC;
- обмен с базами данных через ODBC и другие функции.

Монитор реального времени NetLink MPB может применяться только в составе систем управления, где обмен данными между узлами системы осуществляется по локальной сети. Под управлением NetLink MPB выполняются такие задачи системы управления:

- запрос данных о состоянии технологического процесса у удаленных мониторов ТРЕЙС МОУД по сети;
- передача команд управления по сети на нижний уровень;
- сохранение данных в архивах;
- передача данных по сети на следующий уровень АСУ;
- представление оператору графической информации о состоянии технологического процесса;
- автоматическое и супервизорное управление технологическим процессом;
- обмен с базами данных через ODBC.

Монитор реального времени NetLink Light позволяет создавать дополнительные рабочие места операторов. Он не поддерживает функции обработки данных и автоматического управления. Данный монитор является дополнительной графической консолью, которая может быть подключена с удаленного компьютера к запущенному MPB. Таким образом, имея в сети один монитор реального времени, можно, используя NetLink Light, создать в сети требуемое количество рабочих мест, совершенно равноправных с MPB по функциям отображения и супервизорного управления.

Монитор SUPERVISOR предназначен для создания АРМ администратора, он может получать данные только из архивов. Это могут быть либо локальные архивы MPB или NetLink MPB, либо глобальные архивы, которые создает Глобальный регистратор. С помощью SUPERVISOR невозможно осуществлять оперативное управление процессом. Он реализует следующие функции:

- чтение по сети и отображение в реальном времени значений параметров технологического процесса, заносимых в архивы мониторами реального времени;
- просмотр данных из архивов в режиме playback с заданной скоростью.

По функциям организации представления данных SUPERVISOR похож на NetLink Light. Для него требуется только создание графической базы (dbg файлы). Существенное отличие SUPERVISOR заключается в том, что он получает от MPB или Глобального регистратора архивные значения каналов, а NetLink Light – текущие данные.

Глобальный регистратор (ГР) предназначен для ведения глобального архива по всему проекту. Он архивирует данные, посылаемые ему по сети мониторами реального времени. После сохранения данных в архиве Глобальный регистратор может передавать их для просмотра мониторам SUPERVISOR. Архив Глобального регистратора реализует технологию хранилища данных. Он фиксирует значения технологических параметров при их изменении. В рамках одного проекта может поддерживаться только один такой архив. Для организации дублирования глобального архива следует запустить в сети еще один монитор Глобальный регистратор. При этом оба ГР будут принимать данные, посылаемые для архивирования, и сохранять в своих архивах. Дублированный глобальный регистратор поддерживает функции синхронизации архивов при работе в реальном времени и при запуске.

Данный монитор позволяет решать следующие задачи:

- прием по сети данных, посылаемых для архивирования от мониторов реального времени;
- сохранение полученных данных в общем архиве проекта;
- поддержка восстановления архивных данных с резервного Глобального регистратора;
- чтение из архива и отображение в реальном времени значений параметров технологического процесса;
- анализ и обработка данных, сохраненных в архиве;
- обмен данными с другими приложениями WINDOWS через DDE/NetDDE;
- обмен с базами данных через ODBC.

МикроMPB предназначен для управления задачами сбора данных и управления в контроллерах нижнего уровня АСУТП. Он может быть использован в любых IBM-совместимых контроллерах. По возможностям математической обработки, управления, обмена данными с другими мониторами ТРЕЙС МОУД МикроMPB идентичен монитору реального времени. Однако для него не реализованы функции графического вывода информации. Задачи для МикроMPB разрабатываются в редакторе базы каналов.

Поэтому при использовании IBM-совместимых контроллеров в рамках ТРЕЙС МОУД реализуется единая линия программирования задач верхнего и нижнего уровней систем управления. В контроллерах до сих пор еще используются типы процессоров, которые давно считаются устаревшими для применения в персональных компьютерах. Поэтому существуют следующие три модификации исполнительных модулей МикроМРВ: для процессоров типа I8088; для процессоров типа I80286 и старше без сопроцессора; для процессоров типа I80286 и старше с сопроцессором.

Функции монитора МикроМРВ Модем плюс совпадают с Микро-МРВ. Единственным его отличием является встроенная поддержка обмена данными с помощью модема по коммутируемым каналам, что позволяет использовать МикроМРВ для создания удаленных пунктов сбора информации, обменивающихся данными через телефонную сеть.

В системе ТРЕЙС МОУД предусмотрены драйверы. Драйвер требуется, если протокол обмена данными с используемым устройством не встроен в систему. Основной функцией драйвера является обеспечение связи ТРЕЙС МОУД с внешними устройствами. Это могут быть устройства сбора, хранения, обработки, передачи данных (контроллеры, УСО, другой компьютер и т.д.) или какие-либо другие устройства. Драйвер осуществляет согласование форматов данных ТРЕЙС МОУД и аппаратуры, для связи с которой он разработан.

При разработке АСУ возникает вопрос выбора SCADA-системы. Ниже перечислены только некоторые из популярных на западном и российском рынках SCADA-систем, имеющих поддержку в России:

SCADA	Фирма-изготовитель	Страна
Factory Link	United States DATA Co.	США
InTouch	Wonderware	США
Genesis	Iconics	США
WinCC	Siemens	Германия
RealFlex	BJ Software System	США
Sitex	Jade Software	Англия
FIX	Intellution	США
Trace Mode	AdAstra	Россия
Simplicity	GE Fanuc Automation	Россия
RSView	Rockwell Software Inc.	США

Общий анализ подобных пакетов позволяет сформулировать некоторые основные возможности и характерные особенности SCADA-систем. В силу тех требований, которые предъявляются к системам SCADA, спектр их функциональных возможностей определен и реализован практически во всех пакетах. Перечислим основные возможности и средства, присущие всем системам и различающиеся только техническими особенностями реализации:

- автоматизированная разработка, дающая возможность создания ПО системы автоматизации без реального программирования;
- средства сбора первичной информации от устройств нижнего уровня;
- средства управления и регистрации сигналов об аварийных ситуациях;
- средства хранения информации с возможностью ее постобработки (как правило, реализуется через интерфейсы к наиболее популярным базам данных);
- средства обработки первичной информации;
- средства визуализации информации в виде графиков, гистограмм и т.п.;
- возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как "единое целое" ("recipe" или "установки").

#### 4.4 Программные продукты для лабораторных расчетов

Одним из представителей пакетов решения различных математических задач является MATLAB. Система MATLAB (MATrix LABoratory-матричная лаборатория, фирма MathWorks, Inc) создана "как



язык программирования высокого уровня для технических вычислений" [11, 12]. Система имеет открытую архитектуру, современные версии поставляются вместе с пакетом расширения Simulink. Наиболее полно функциональные возможности системы проявляются в рамках комплекса "MATLAB + Simulink + пакеты расширения". Число пакетов расширения насчитывает несколько десятков. Система имеет уже более 10-ти версий.

В системе реализован принцип визуально-ориентировочного программирования; уравнения состояний, описывающие динамические системы, формируются автоматически; имеются виртуальные средства регистрации и визуализации результатов моделирования.

Наиболее известны области применения системы MATLAB:

- математика и вычисления;
- разработка алгоритмов;
- вычислительный эксперимент, имитационное моделирование, макетирование;
- анализ данных, исследование и визуализация результатов;
- научная и инженерная графика;
- разработка приложений, включая графический интерфейс пользователя.

MATLAB – это интерактивная система, основным ее объектом является массив, для которого не требуется указывать размерность явно. Это позволяет решать многие вычислительные задачи, связанные с векторно-матричными формулировками, существенно сокращая время, которое понадобилось бы для программирования на скалярных языках типа С или FORTRAN.

Система MATLAB – это одновременно и операционная среда и язык программирования. Одна из наиболее сильных сторон системы состоит в том, что на языке MATLAB могут быть написаны программы для многократного использования. Пользователь может сам написать специализированные функции и программы, которые оформляются в виде М-файлов. По мере увеличения количества созданных программ возникают проблемы их классификации и тогда можно попытаться собрать родственные функции в специальные папки. Это приводит к концепции пакетов прикладных программ (ППП), которые представляют собой коллекции М-файлов для решения определенной задачи или проблемы.

Система не свободна от недостатков. Во-первых, это низкая скорость работы (решения задач), вызванная прежде всего тем, что все модули системы хранятся в так называемых "исходных кодах" и перед выполнением MATLAB их вначале компилирует к исполняемому коду. Например, идентификация системы, рассмотренной в данной работе, длится порядка нескольких (менее 10) секунд.

Во-вторых, это недостаточная прозрачность математических методов, используемых для решения задач. Практически вся русская литература по MATLAB является переводом зарубежной документации. При переводе больше внимания уделяется практическому использованию системы, а теория чаще всего опускается.

Фирма The Math Works, Inc поддерживает тесные связи с университетским миром и предлагает для образовательных версий значительные скидки. В настоящее время студенческая версия Student Edition of MATLAB ничем не отличается от коммерческой версии, но имеет невысокую цену и предназначена для студентов, работающих на персональном компьютере дома или в общежитии.

Большое распространение получили также пакеты MatCad, Excel, Mapl и др. [13 – 15].

#### **4.5 Прикладное программное обеспечение**

В качестве примера прикладного программного обеспечения рассмотрим технологию энергосбережения и повышения качества (ТЭПК), которая обеспечивает выполнение в автоматизированном режиме следующих работ [16]:

- анализ результатов гибридного эксперимента, выполненного по методике случайного баланса в сочетании с пассивным экспериментом для неуправляемых входных переменных (состав сырья, параметры окружающей среды и т.д.);
- выделение групп факторов, оказывающих существенное влияние на качество продукции и энергозатраты;
- определение квазиоптимальных режимов работы при векторном критерии качества;
- прогнозирование улучшения качества и снижение энергозатрат при использовании квазиоптимальных режимов;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения систем автоматического регулирования и энергосберегающего управления;
- проверка робастности алгоритмического обеспечения;

– принятие обоснованных решений в условиях неопределенности и методами экспертных оценок при проектировании систем управления.

В состав ТЭПК входят программные средства:

- анализ процесса "как есть" и планирование работ по реинжинирингу;
- экспертная система "Энергосберегающее управление динамическими объектами";
- идентификация;
- энергосберегающее управление динамическими объектами;
- принятие решений.

Комплекс программ "Анализ процесса "как есть" и планирование работ по реинжинирингу" позволяет в автоматизированном режиме выполнять следующие работы:

- планирование гибридного эксперимента;
- анализ результатов эксперимента;
- выделение групп факторов, существенно влияющих на качество продукции и энергозатраты;
- Парето-оптимизация режимов при векторном критерии качества;
- построение моделей для управления процессом;
- прогнозирование улучшения качества и снижения энергозатрат при обновлении процесса.

Экспертная система "Энергосберегающее управление динамическими объектами" позволяет:

– оперативно (в диалоговом режиме) решать прямые и обратные задачи анализа оптимального управления при минимизируемых функционалах затраты энергии, расход топлива, время управления и др.;

– исследовать практическую устойчивость проектируемых систем оптимального управления и оценивать их робастность на множестве состояний функционирования;

– в реальном времени определять вид и рассчитывать параметры оптимального управления, реализуемого программной стратегией;

– в реальном времени определять вид и рассчитывать параметры синтезирующей функции оптимального регулятора (при использовании позиционной стратегии);

– оперативно проектировать алгоритмическое обеспечение для микропроцессорных устройств, управляющих динамическими режимами тепловых аппаратов, машин с электроприводами и транспортных средств.

Экспертная система имеет сетевой вариант, позволяющий решать задачи анализа и синтеза оптимального управления в режимах удаленного доступа.

В базе знаний экспертной системы используется новый математический аппарат, основанный на методе синтезирующих переменных в комбинации с принципом максимума и динамическим программированием. Разрабатываемое алгоритмическое обеспечение реализуется недорогими малогабаритными бортовыми контроллерами. Снижение затрат энергии при оптимальном управлении динамическими режимами составляет от 5 до 25 %. Эффект энергосбережения возрастает до 40 % при управлении гибридными объектами.

Комплекс программ "Идентификация" обеспечивает решение следующих задач:

– регистрация экспериментальных данных с требуемым временным шагом и их первичная обработка;

– выделение и оценка параметров случайных составляющих по каналам контроля и управления, определение их закона распределения;

– определение вида и оценка параметров модели динамики объекта управления в виде обыкновенных дифференциальных уравнений;

– определение модели динамики многостадийных процессов в виде дифференциальных уравнений с разрывной правой частью;

– визуализация процесса идентификации модели.

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММ "ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ" ОБЕСПЕЧИВАЕТ АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТА РЕШЕНИЯ ПРИ ПЕРЕПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ:**

– определение оптимального режима работы;

– выбор варианта системы управления;

– выбор вида модели динамики;

– определение стратегии реализации оптимального управления.

В программном средстве используются различные методы принятия решений в условиях неопределенности (теории игр, Байеса-Лапласа, экспертных оценок и др.), предусмотрена возможность работы с экспертами в режиме удаленного доступа (через Internet).

#### 4.6 CALS-технологии

В настоящее время CALS-технологии рассматриваются как бизнес в высоком темпе и ключ к обеспечению успеха предприятий на внутреннем и внешнем рынках, использование CALS-систем и логистики означает переход к новому образу и стилю ведения бизнеса в условиях рыночных отношений [17].

CALS-технологии стали интенсивно развиваться в последнем десятилетии, в основе этого лежали следующие направления научно-технического прогресса: 1) TQM (Total Quality Management) – всеобщее управление качеством; 2) системный подход и системный анализ; 3) "островковая" или "лоскутная" автоматизация бизнес-процессов; 4) информационные (компьютерные) технологии, удовлетворяющие мировым стандартам и требованиям открытых систем; 5) системы углубленных знаний в конкретных областях.

Сама аббревиатура CALS используется около 20 лет, но смысловое содержание термина претерпело значительную эволюцию, в частности:

1985 г. Computer Aided of Logestes Support – компьютерная поддержка логических систем;

1988 г. Computer Aided Acquisition and Lifecycle – компьютерные поставки и поддержка жизненного цикла;

1993 г. Continual Aided Acquisition and Lifecycle – поддержка непрерывных поставок и жизненного цикла;

1995 г. Commerce at Light Speed – бизнес в высоком темпе;

1997 г. Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная поддержка ЖЦ продукта.

Процесс построения четких определений в области CALS-технологий пока незавершен, терминологический словарь только готовится к выпуску, поэтому приводимые в настоящем пособии формулировки нельзя считать стандартными.

*Определение 1.* CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная поддержка жизненного цикла (ЖЦ) продукта) следует рассматривать как стратегию систематического повышения эффективности, производительности и рентабельности процессов хозяйственной деятельности предприятия за счет внедрения современных методов информационного взаимодействия участников ЖЦ продукта.

В "Проекте Руководства по применению CALS в НАТО", выпущенном 1 марта 2000 г., термин CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support) определяется как "...совместная стратегия промышленности и правительства (государства), направленная на "реинжиниринг" (изменение, преобразование) существующих бизнес-процессов – в единый высокоавтоматизированный и интегрированный процесс управления жизненным циклом систем военного назначения." В данном контексте жизненный цикл (ЖЦ) включает в себя разработку, производство, применение и утилизацию военной системы.

В дословном переводе аббревиатура CALS означает "непрерывность поставок продукции и поддержки ее жизненного цикла". "Непрерывность поставок" требует и подразумевает оптимизацию процессов взаимодействия "заказчика и поставщика" в ходе разработки, проектирования и производства сложной продукции, срок жизни которой с учетом различных модернизаций составляет десятки лет. Для обеспечения эффективности, а также сокращения затрат средств и времени процесс взаимодействия заказчика и поставщика должен быть действительно непрерывным.

Вторая часть определения CALS – "поддержка жизненного цикла" – заключается в оптимизации процессов обслуживания, ремонта, снабжения запасными частями и модернизации. Поскольку затраты на поддержку сложного наукоемкого изделия в работоспособном состоянии часто равны или превышают затраты на его приобретение, принципиальное сокращение "стоимости владения" обеспечивается инвестициями в создание системы поддержки жизненного цикла.

Целью применения CALS-технологий как инструмента организации и информационной поддержки всех участников создания производства и пользования продуктом является повышение эффективности их деятельности за счет ускорения процессов исследования и разработки продукции, придания изделию новых свойств, сокращения издержек в процессах производства и эксплуатации продукции, повышения уровня сервиса в процессах ее эксплуатации и технического обслуживания.

Стратегия CALS объединяет в себе:

– применение современных информационных технологий;

- реинжиниринг бизнес-процессов;
- применение методов "параллельной" разработки;
- стандартизацию в области совместного использования данных и электронного обмена данными.

*Определение 2.* CALS-система представляет собой программно-технический комплекс в виде интегрированных информационных технологий поддержки всех этапов ЖЦ продукции, соответствующих требованиям CALS-стандартов.

Наиболее важными аспектами при рассмотрении научно-методической, программно-технической и нормативно-правовой сторон CALS-технологий являются: функциональное моделирование бизнес-процессов, технологии анализа и реинжиниринга, виртуальные предприятия и многопрофильные коллективы, информационная инфраструктура, нормативная документация. Определения, связанные с этими вопросами, будут даны в соответствующих разделах пособия.

**В большинстве предприятий существуют "островки" автоматизации в виде разобщенных автоматизированных систем САПР, АРМ, АСУТП и др. Дальнейший количественный рост "островковой" автоматизации без интеграции информационных технологии мало перспективен. Вместе с тем, замена всех используемых систем потребует огромных материальных затрат и обычно нецелесообразна. Разумнее создавать информационную инфраструктуру, в рамках которой существующие автоматизированные системы объединяются и интегрируются, а там, где необходимо, дополняются новыми технологиями.**

**Построение такой информационной инфраструктуры начинается с инвентаризации и анализа всех существующих автоматизированных систем. При этом определяется, на каком этапе развития в данный момент находятся автоматизированные системы; какие системы надо сохранить, какие заменить и какие заново разработать.**

В ходе анализа надо выяснить текущее состояние информационных технологий, используемых участниками предполагаемого виртуального предприятия, учесть планы партнеров, их подходы к стандартизации.

Обычно выявляется большой объем данных, сохраняемых на бумажных носителях, которые следует перенести в электронную среду. Надо рассмотреть целесообразность такого преобразования и определить, какая информация, в каком объеме, в какой форме и каким способом будет передаваться в рамках единого информационного пространства.

На основе анализа решаются задачи проектирования архитектуры CALS-системы. Проектирование архитектуры предполагает определение аппаратных средств, сетевой инфраструктуры, ПО, необходимого для поддержки усовершенствованных процессов и нового стиля работы.

При этом большое внимание следует уделить:

- 1) созданию корпоративных хранилищ данных с однократным вводом и многократным коллективным использованием данных;
- 2) стандартизации форматов данных и способов доступа к ним;
- 3) эффективности управления информацией.

Разрабатываемая архитектура должна учитывать быстрое развитие ИТ и технологий коммуникаций, которые меняются в высоком темпе. Примерно за четыре года меняются три поколения ПК и соответствующее ПО. Поэтому надо обеспечить максимальную гибкость архитектуры, например, путем применения открытых систем и стандартных промышленных решений за счет отказа от сильно индивидуализированных специальных решений. Надо постоянно отслеживать и пересматривать архитектуру, чтобы учесть новые разработки с максимальной эффективностью.

При создании единого информационного пространства и использовании CALS-технологий большое значение приобретают вопросы защиты информации.

Большинство предприятий совместно используют информацию в электронном виде, обмениваются информацией с заказчиками, поставщиками, партнерами, которые могут быть географически рассеяны. Обмен информацией происходит на всех этапах ЖЦ продукта, в том числе при проектировании, изготовлении и эксплуатации.

Тесные связи с внешними участниками увеличивают риски информационной информации, а также гарантии целостности и надежности используемой информации. Особенно это актуально для виртуальных предприятий.

Часть информации представляет коммерческую, а иногда и государственную тайну, и попадает под действие нормативных актов РФ о защите информации. Для многих организаций информация является важным ресурсом, при запросах требуется получать достоверные данные.

Политика информационной безопасности должна учитывать возможность случайных или преднамеренных угроз, которые могут исходить как из внутренних, так и из внешних источников. Затраты для обеспечения информационной безопасности и меры защиты должны быть соразмерны уровню существующих рисков, их возможного воздействия на бизнес.

#### 4.7 Технологии беспроводной связи

Например, технология Bluetooth предназначена для беспроводного объединения технических средств ИТ и создания небольших локальных сетей [20, 21]. Технология использует небольшие приемопередатчики малого радиуса действия, которые непосредственно встраиваются в устройство или подключаются через свободный порт (или PC-карту). Приемопередатчики работают в полосе частот ISM (полоса промышленного, научного и медицинского применения) 2402 ... 2480 МГц. Радиосвязь обеспечивается в радиусе 10 м, причем не обязательно в зоне прямой видимости, между соединяемыми устройствами могут быть стены и другие препятствия. В настоящее время создаются средства для увеличения дальности связи до 100 м.

Радиоканал обеспечивает скорость передачи данных 721 Кбит/с, а также передачу 3-х голосовых каналов.

Для обеспечения надежной работы технология Bluetooth использует скачкообразную перестройку частоты (FHSS) с расширением спектра. Передатчик переходит с одной частоты на другую по алгоритму, использующему псевдослучайные числа, скорость перестройки 1600 скачков/с. Режим работы дуплексный с временным разделением (TDD). Временные интервалы (Time Slots) развертываются для синхронных пакетов, каждый из которых передается на своей частоте радиосигнала.

Технология предусматривает простую интеграцию с TCP/IP. Каждое устройство имеет уникальный 48-битовый сетевой адрес, совместимый с форматом стандарта локальных сетей IEEE 802.

Выделяют 3 класса модулей Bluetooth по мощности излучения: класс 1 – 100 Вт, класс 2 – 2,5 Вт и класс 3 – 1 мВт.

В ближайшее время ожидается появление на рынке принтеров, клавиатур и других периферийных устройств, работающих по технологии Bluetooth.

Разработан стандарт Bluetooth 1.0b, который устанавливает требования к беспроводной связи на небольшие расстояния (до 10 м с возможностью расширения до 100 м) в нелицензируемом диапазоне 2,45 ГГц. Для создания и отладки устройств Bluetooth фирма Philips выпускает специальные наборы разработчика – Blueberry Developers Kit for Bluetooth Applications. Набор включает материнскую плату, содержащую в себе коммуникационные интерфейсы, элементы контроля и управления, разъемы для подключения дочерних плат и дочерние платы с установленными на них RF-модулем и Baseband-контроллером. Такой набор позволяет разработчикам не меняя конфигурации материнской платы испытывать различные комбинации контроллеров и трансиверов.

В комплект поставки входят компакт-диск, который помимо документации содержит два пакета программ: загрузчик BlueStar для программирования внутренней и дополнительной flash-памяти контроллера и программа тестирования BlueBird для проверки работоспособности устройства в целом. Технология Bluetooth выгодно отличается от других технологий следующими свойствами:

- применение маломощных передатчиков;
- малые размеры системы, позволяющие устанавливать ее в различные оконечные и периферийные устройства (мобильные и бесшнуровые телефоны, ноутбуки, устройства ввода/вывода ПК, хабы локальных сетей и т.п.);
- низкая стоимость.

Таким образом, с помощью технологий Bluetooth в единую систему можно объединить самые разные устройства на основе высокоскоростной сети обмена данными как цифровой информации, так и речи. Это происходит без вмешательства со стороны пользователя и открывает ему широкие коммуникационные возможности, позволяющие в любом месте подключиться к сети сотовой связи, подсоединив свой ноутбук к периферийным устройствам ввода/вывода, обеспечить голосовую связь или передачу данных на небольшие расстояния.

В перспективе технология позволит объединять любые электронные устройства, вплоть до холодильников, стиральных машин, микроволновых печей, отопительных систем и дверных замков.

Другими технологиями беспроводной связи являются IrDA (инфракрасная связь), Home RF, IEEE 802-11.

#### 4.8 CAN-технологии

CAN-технологии (Controller Area Network), включающие широкий класс программных, схемотехнических и алгоритмических решений, представляют собой промышленные сети для применения в распределенных системах управления, которые работают в режиме «жесткого» реального времени со скоростью передачи до 1 Мбит/с. Технология CAN-bus создана фирмой Bosh в середине 80-х годов и первоначально широко использовалась в немецко-говорящих странах. В настоящее время CAN-технологии широко используются индустриально развитыми странами во всех стратегических областях промышленности, автомобильном и железнодорожном транспорте, авиации, машиностроении, энергетике, промышленной автоматизации и др.

Для применения CAN-bus выпускается достаточный набор компонентов – интеллектуальных датчиков, CAN-контроллеров, программных средств и т.д., разработаны стандарты и учебно-методическая литература. Координацию работ в мировом масштабе по разработке и внедрению CAN-технологий осуществляет коммерческая международная организация CAN in Automation (CiA) [22 – 26].

Работы по использованию и развитию CAN-технологий проводятся в следующих направлениях:

- разработка промышленных сетей и распределенных систем управления на серийно выпускаемых аппаратах и компонентах CAN-bus;
- разработка встроенных систем управления (Embedded Systems) для массовых объектов – транспортных средств, технологических установок, энергоемких бытовых аппаратов на основе имеющихся спецификаций;
- создание новых интеллектуальных датчиков и других технических средств для CAN-технологий;
- разработка программного обеспечения для CAN-контроллеров и другого заказного ПО.

Компоненты для CAN-технологий выпускают известные западные фирмы Bosh GmbH, Siemens AG, Rockwell Automation AB, Motorola GmbH, Toshiba Electronics, Europe GmbH, Philips Semiconductors GmbH и др.

В разработке и внедрении CAN-технологий участвуют отечественные фирмы ООО "Марафон" (г. Москва), ООО "Дейтамикро" (г. Таганрог), ЗАО "ЭлеСи" (г. Томск).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1 Человечество вступило в эру информатизации, в настоящее время на предприятиях, фирмах, в быту не рассматривается вопрос, внедрять или не внедрять информационные технологии, актуальными задачами стали, какую ИТ и когда внедрять. Процветают фирмы и страны, которые уделяют информатизации первостепенное значение. Развитие ИТ происходит по экспоненциальному закону, соответственно расширяется предметная область новой науки итологии.

2 Информационная технология является основополагающим понятием, которое охватывает знания, методы и средства, обеспечивающие процессы сбора, хранения, обработки, восприятия, передачи и применения информации во всех ее возможных формах. ИТ применяются во всех сферах человеческой деятельности – образование, наука, производство, быт и т.д. с целью снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов, повышения эффективности бизнес-процессов. Реализуются ИТ обычно в виде автоматизированных информационных систем – САПР, АСУТП, КИС, АСНИ и т.п.

3 За последние 30 – 40 лет ИТ стремительно развивались и прошли путь от технологий решения частных математических и технических задач на вычислительных центрах общего пользования с ЭВМ первых поколений до корпоративных информационных систем и CALS-технологий, обеспечивающих информационную поддержку бизнес-процессов на всех этапах жизненного цикла продукта. В настоящее время используются тысячи различных информационных технологий, созданием и внедрением их занимаются сотни фирм.

4 Современная ИТ, рассматриваемая как сложная эргатическая система, состоит из следующих элементов: человеческий компонент, математическое и алгоритмическое обеспечение, лингвистическое обеспечение, программное обеспечение, техническое обеспечение, информационное обеспечение, организационное и методическое обеспечение.

5 Эффективность внедряемых ИТ во многом зависит от спроектированной архитектуры информационной системы, в том числе принципа действия и диапазона возможностей, конфигурации и взаимосвязей элементов, средств пользовательского интерфейса, возможностей программирования и т.д. Разрабатываемая архитектура должна учитывать быстрое развитие самих ИТ и технологий коммуникаций

6 Для классификации ИТ используются различные подходы и признаки. Достаточно широкое распространение получила классификация, использующая этапы жизненного цикла продукции. В этом смысле выделяют частные ИТ, которые автоматизируют информационные процессы отдельных этапов, например при маркетинге, планировании, проектировании продукта, управлении технологическими процессами и т.д., и интегрированные ИТ, охватывающие все этапы ЖЦ, например CALS-технология.

Знакомство с ИТ различных классов необходимо для решения задач реинжиниринга бизнес-процессов.

7 Современные ИТ обладают свойствами целесообразности, целостности, взаимодействия с внешней средой и развития во времени. Применительно к проектированию и производству электронных средств эти свойства обеспечивают комплексность решения задач, интерактивный режим работы пользователей, реализацию возможностей имитационного моделирования, принятие обоснованного решения на каждом этапе жизненного цикла продукции и другие способы повышения эффективности бизнес-процессов.

8 В разрабатываемые ИТ закладываются общесистемные и другие принципы, основными из них являются принципы: включаемости, системного и информационного единства, открытости, комплексности, инвариантности, интеграции, модульности, развития, стандартизации и безопасности.

9 К настоящему времени в основном разработана методология создания и развития информационных технологий. Важными компонентами методологии на уровне CALS-систем являются технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов. Созданы частные методологии применительно к составным частям ИТ. Например, при разработке программного обеспечения широко используется методология, в основе которой лежит концепция модульного программирования.

Внедрение ИТ на отечественных предприятиях должно производиться с учетом национальных особенностей и уровня подготовленности персонала, большое значение для достижения успеха имеет тщательный анализ и описание бизнес-процессов. Полученные об ИТ сведения быстро устаревают, поэтому необходимо постоянно отслеживать информацию и принимать решения с учетом последних данных, например, в Internet.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### На русском языке

<b>АРМ</b>	–	<b>автоматизированное рабочее место</b>
<b>АСНИ</b>	–	<b>автоматизированная система научных исследований</b>
<b>АСУ</b>	–	автоматизированная система управления
<b>АСУП</b>	–	<b>автоматизированная система управления предприятием</b>
<b>АСУТ</b>	–	<b>автоматизированная система управления технологическим процессом</b>
<b>БД</b>	–	база данных
<b>ЕИП</b>	–	единое информационное пространство
<b>ЖЦ</b>	–	<b>жизненный цикл</b>
<b>ИИ</b>	–	искусственный интеллект
<b>ИС</b>	–	информационная система (иногда интегральная схема)
<b>ИСУП</b>	–	интегрированная система управления предприятием
<b>ИТ</b>	–	информационная технология
<b>ИЭТР</b>	–	интерактивные электронные технические руководства, т.е. комплекс данных технической, эксплуатационной, ремонтной документации, предоставляемой заказчику на компакт-диске или доступной через Internet
<b>КИА</b>		
<b>ПУР</b>	–	комплекс информационно-аналитических средств подготовки и принятия управленческих решений
<b>КИС</b>	–	корпоративная информационная сеть
<b>КТПП</b>	–	конструкторско-технологическая подготовка производства
<b>ЛВС</b>	–	локальная вычислительная сеть

МП –	микропроцессор
НС –	нейросеть
ООП –	объектно-ориентированное программирование
ОС –	операционная система
ПК –	персональный компьютер
ПЛИС	программируемая логическая матрица
–	
ПО –	программное обеспечение
ППО –	прикладное программное обеспечение
ППП –	пакет прикладных программ
РЭС –	радиоэлектронное средство
САПР	система автоматизированного проектирования
–	
СППР	система поддержки принятия решений
–	
СУБД	система управления базами данных
–	
СУП –	система управления проектами
СЦ –	ситуационный центр
СЭД –	система электронного документооборота
УВВ –	устройство ввода-вывода
УСО –	устройство сопряжения с объектом
ЭБ –	электронный бизнес
ЭС –	экспертная система (или электронное средство)

#### **На английском языке**

B2B –	Business – to – Business electronic commerce – использование электронных (телеинформационных) средств в торговых контактах между контрагентами
CAD –	Computer Aided Design – система автоматизированного проектирования (САПР)
CAD/CAM/CAE –	автоматизированная система разработки, проектирования и управления производственными процессами
CAE –	Computer – Aided – Engineering (system) – система автоматизированной разработки
CALS –	Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная (информационная) поддержка всех этапов жизненного цикла продукции
CAM –	Computer Aided Manufacturing – автоматизированная система технологической подготовки производств (визуализация)
CE –	Concurrent Engineering – система параллельного проектирования в режиме группового использования данных



CNC –	Computer Numerical Control – система программного управления технологическим оборудованием на базе контроллеров (специализированных, т.е. промышленных компьютеров), встроенных в технологическое оборудование
CRM –	Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентами
DFD –	Data Flow Diagram – диаграмма потоковых данных (отображает потоки базы и процессы обработки данных)
e-business –	electronic business – электронная обработка и передача данных в экономике
e-commerce –	electronic commerce – электронная торговля
E-commerce	системы электронного бизнеса
e-CRM –	electronic Customer Relationship Management – электронное управление взаимоотношениями с клиентами
EDI –	Electronic Data Interchange – электронный обмен данными (документами)
ERP –	Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятий (система, стандарт)
IDEF/1X –	Integrated DEFinition for Information Modeling – методология министерства США построения информационных моделей
IDEF/0 –	Integrated DEFinition for Process Modeling – стандарт моделирования, поддерживающий графическое описание бизнес-функций как набора взаимозависимых действий и информации о ресурсах, необходимых для каждого действия. Назначение модели IDEF/0 состоит в документировании и пересмотре назначения и состава функций для повышения эффективности функционирования организации
ITIL –	Information Technology Infrastructure Library – стандарт, набор документации по эксплуатации информационных систем
JIT-Jast-IN-Time –	"точно в срок"
LRP (система) –	Logistics Requirements Planning (Supply Chain Management System – система управления логистической целью) – система контроля входных, внутренних и выходных материальных потоков на уровне фирмы, территориально-производственных объединений и мак-

	рологистических структур
MES –	Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система
MRP –	(стандарт) Material Requirements Planning – планирование материальных потребностей
MRP II –	Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов
OLAP –	On Line Analytical Processing – оперативная аналитическая обработка данных; технология оперативного анализа распределенных данных
OSI –	Open Systems Interconnection – взаимодействие открытых систем
PLM –	Product Lifecycle Management – для управления данными в интегрированном информационном пространстве
PC –	Personal Computer (ПК)
RAD –	методология быстрого проектирования
RTA –	Real Time Analysis – анализ в реальном масштабе времени
SADT –	Structured Analysis and Design Technique – метод моделирования бизнес-процессов
SCADA –	Supervisor Control And Data Acquisition – аналог АСУТП
SCM –	Supply Chain Management – управление цепочками поставок, управление логистической цепочкой
SILK –	Speech – Image – Language – Knowledge – речь – изображение – знание – интерфейс, использующий речевые команды
S&SM –	Sales and Service Management – система для использования решения проблем обслуживания изделий
WIMP –	Window – Image – Menu – Pointer – окно – изображение – меню – указатель – интерфейс, использующий окно, образы программ, меню действий и указатель для выбора одного из них
XML –	eXtensible Markup Language – технология для бизнес – приложения – стандарт

## 2 Примеры ИТ и ИС (применительно к этапам ЖЦ)

Отечественные			Зарубежные		
Аббревиатуры	Компания	Продукт	Аббревиатуры	Компания	Продукт
Маркетинг					

			<b>S &amp; SM (SALES AND SERVICE MANAGE- MENT)</b>	Hyperion <b>SOLU- TIONS</b> Corporation (NASDAQ: HYSL)	Hyperion e – Marketing Analysis; <b>HYPERION E – COM- MERCE</b> Analysis
--	--	--	--	--	--

**Проектирование продукта**

САПР, ПМК САПР, СУП (ПМК – программно- методический комплекс) ИСАПР – ин- теллектуальное САПР	T-FLEX ("Топ Системы") "Родник Софт"  "Электрон Трейд" САПР RE- LIEF, PTC <b>МГИЭМ</b>	<b>"АСО- НИКА"</b>	CAD  CAM CAE PDM	Altium  Lave- nirTechnol- ogy	P – CAD, CAM-tastic, P– CAD2001, Protel, nVisage, Tasking, CAMtastic, Nexar  LAVENIR
			ECAD (Electronic CAD)	Mentor Graphics  Synopsys  Cadence	<b>DESIGN AR- CHITECT, IC VERIFY, AC- CUSIM AUTOCELL, TAU, AUTO- ACTIVE RE, FPGA BOARDLINK SLE-XP, FLEXPLACE, SYNOPSIS BEHAV- IORAL COM- PILER, DC EXPERT, DC EXPERT PLUS,</b> Chip Architect Design Planner, DSP – Digital Signal Processor SPECCTRA, SystemView

*Продолжение табл. 2*

Отечественные			Зарубежные		
Аббревиатуры	Компания	Продукт	Аббревиатуры	Компания	Продукт

			EDA (Electronic Design Automation) <b>MCAD (MECHANICAL CAD)</b> CASE CATIA	Cadence Design Systems OrCAD Electronics Workbench Quantic EMC Dinamic Soft Analisis Mentor Graphics Applied Business Project Technology Workbench	Cierto VCC OrCAD 9.2 Multisim, Ultiboard, Ultiroute, Omega PLUS Beta Soft BSDA Architect, LBISTA Architect, MBISTA Architect
--	--	--	---	--	--

Производство

АСУ – (АСУ предприятием) ИСУП – ИС управление предприятием ИСУП – интегрированная система управления предприятием КИС – (корпоративная ИС)	"Галактика" "Парус" "1С" "ДИЦ" "Интеллект-Сервис" "Цефей" "Эпик Рус"	"Галактика" 7.1 "Системы управления ПАРУС 8.5" "1С: Предприятие 8.0" "Топ – менеджер" "БЭСТ" "Эталон" ERA	MRP MRP II ERP  MPC – Management Planning and Control (управленческое планирование и контроль)	BAAN, People Soft Oracle  Microsoft Business Solutions SAP AG	Oracle E – Business Suite Axapta 3.0  SAP R3
---	--	---	--	---	---

Продолжение табл. 2

Управление технологическим процессом

АСУТП АСУ ТС – АСУ технологическими средствами	AdAstra	ТРЕЙС МОУД (Trace Mode)	SCADA CNS CALC		
---	---------	-------------------------------	----------------------	--	--

Анализ (создание спецификаций) и проектирование

	CASE. Аналитик	ЭЙТ-ЭКС	CASE	ASYST Technologies Logic Works Computer Systems Advisers McDonnell Douglas Index Technology Design – Aid Design Machine MicroStep vs Designer Analyst / Designer Design / IDEF Select Software Tools Popkin Software & System CASE / 4 / 0	The Developer <b>BP WIN</b>  POSE  Prokit Workbench Excebrator Nastec Optima Meta Systems Visual Software Yourdon Meta Software SELECT  System Architect micro TOOL
--	----------------	---------	------	--	---

Продолжение табл. 2

Отечественные			Зарубежные		
Аббревиатуры	Компания	Продукт	Аббревиатуры	Компания	Продукт
Проектирование БД и файлов					
			CASE	Logic Works Oracle Chen & Associates SDP Computer Systems Advisers	ERWin <b>DESIGNER 2000</b> Chen Toolkit S – Designer Silverrun
Программирование, тестирование, автоматическая кодогенерация					
			CASE	Mikro Focus <b>DEC</b> Netron Sage Software	COBOL 2 / Workbench DECASE NETRON / CAP APS

ХД – хранилище данных			PLM – Product Lifecycle Management CIF-Corporate Information Factory	<b>SAP AG</b>	iBaan
КСПИ – компьютерное сопровождение и поддержка жизненного цикла изделий СИЛП – система интегрированной логистической поддержки (изделий) СППР – система поддержки принятия решений					