

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тамбовский государственный технический университет

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

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

**КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Тамбов

• Издательство ТГТУ •  
2004

УДК 621.396.6  
ББК ◀844-02я73-5  
И74

Рецензенты:

профессор ТГУ им. Г.Р. Державина  
***В.А. Федоров***

профессор кафедры АСП ТГТУ, доктор технических наук,  
***М.М. Мордасов***

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

И7  
4 Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Курсовое проектирование: Учебно-методическое пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 84 с.

В работе приведены тематика курсовых проектов, требования к выполнению расчетно-пояснительной записки, графической части. Рассмотрены основные понятия, структура, классификация, методология разработки информационных технологий.

Предназначены для студентов специальности 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" дневной и заочной форм обучения, также могут быть использованы студентами других технических и экономических специальностей, изучающих вопросы внедрения информационных технологий, аспирантами и преподавателями вузов.

УДК 621.396.6  
ББК ←844-02я73-5

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

---

---

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

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ  
СРЕДСТВ**

**КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

---

---

• Издательство ТГТУ •

Учебное издание

**БАЛЫБИН Валентин Матвеевич,  
МУРОМЦЕВ Дмитрий Юрьевич,  
МУРОМЦЕВ Юрий Леонидович,  
ОРЛОВА Лариса Павловна**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ  
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Редактор **Е.С. Мордасова**

Инженер по компьютерному макетированию **И.В. Евсева**

Подписано в печать 06.04.2004

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84 / 16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем: 4,88 усл. печ. л.; 5,0 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 323

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

В настоящее время проектирование и технология производства электронных средств уже не могут рассматриваться в отрыве друг от друга и других 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 версии 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 является высокая стоимость систем класса MRP II 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 автоматизированных 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 сведения, необходимые для выполнения курсового проекта по дисциплине "Информационные технологии проектирования РЭС". При этом в пособии затрагиваются вопросы решения не только 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 и его можно рассматривать как интегрированные ИТ для РЭС.

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

Учебно-методическое пособие содержит краткие сведения, относящиеся к различным разделам программы новой дисциплины "Информационные технологии проектирования РЭС", предусмотренной стандартом специальности 200800 "Проектирование и технология РЭС".

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

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

---

---

Стандартом специальности 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств (РЭС)" (направление 654300 "Проектирование и технология электронных средств") предусмотрено курсовое проектирование по дисциплине "Информационные технологии (ИТ) проектирования РЭС".

Курсовое проектирование является углубленным изучением, закреплением и расширением теоретических знаний студента по ИТ, оно предусматривает формирование и развитие фундаментальных знаний в области информационных технологий, применяемых на всех этапах жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС) и в управлении производством.

Основной целью курсового проектирования является систематизация и углубление теоретических и практических знаний, получаемых по дисциплине, развитие навыков их практического применения, теоретических знаний в решении инженерных задач по обеспечению конкурентоспособности отечественных РЭС. Для достижения поставленной цели, применительно к исследуемой в курсовом проекте проблеме, должны найти отражение:

- умение владеть техническими и программными средствами, математическим аппаратом, используемым в информационных технологиях и системах на предприятиях электронного профиля для всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) продукции;
- знание интегрированных систем автоматизации проектных работ и управления производством, технологий проектирования микропроцессорных средств, сетевых информационных технологий и т.п.;
- использование знаний, полученных при изучении дисциплин "Информатика", "Инженерная и компьютерная графика", "Основы проектирования электронных средств", "Управление качеством электронных средств" и др.

Важными задачами курсового проектирования являются:

- овладение методологией развития информационных технологий и, в первую очередь, методами анализа и реинжиниринга бизнес-процессов;
- получение опыта формулировки сложных проблем, освоение современных методов и средств их решения, в частности, методов формирования множества альтернативных вариантов, сопоставления их по векторному критерию, принятия решений в условиях неопределенности и др.;
- закрепление навыков как при использовании программных продуктов конструкторского проектирования типа ECAD, так и средств CASE-технологий, SCADA-систем и др.;
- ознакомление с концепциями CALS-технологии и логистики;
- применение методик оценки рисков и эффективности при внедрении ИТ.

При курсовом проектировании студент должен использовать профессиональные и типовые пакеты прикладных программ при разработке РЭС, выполнять конструкторско-технологическую документацию в электронной форме, работать с сетевыми информационными технологиями. Курсовое проектирование открывает широкие возможности в проявлении студентами своих творческих способностей и инженерной инициативы. Это находит свое отражение в новизне проектных решений, в улучшении функциональных характеристик разрабатываемых РЭС, совершенствовании технологии изготовления РЭС, создании новых компонентов существующих инфор-

мационных систем.

По-существу, курсовой проект по ИТ подготавливает студентов к выполнению основных разделов дипломного проектирования по специальности, а во многих случаях является составной частью дипломного проекта.

## 2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

---

---

Тематика курсовых проектов отличается от тематик других дисциплин исключительным разнообразием. Это объясняется следующими факторами:

- проектирование РЭС связано с решением широкого класса сложных задач, требующих применения различных моделей и методов оптимизации;
- номенклатура объектов проектирования включает как разработку или модернизацию технических средств и программных продуктов, так и исследования, связанные с рассмотрением различных классов информационных систем, в том числе сетевых;
- число используемых программных продуктов при проектировании и сопровождении изделий в процессе эксплуатации насчитывает десятки и сотни наименований;
- проекты могут охватывать различные этапы жизненного цикла (ЖЦ) изделий.

Кроме того, уровень подготовленности и профессиональная ориентация студентов существенно различаются – одни могут создавать программные продукты, другие – проектировать современные РЭС

и при этом решать сложные математические задачи, третьи – быстро осваивают новые программные комплексы как пользователи, четвертые – имеют способность к системному анализу и т.д. Необходимо

также учитывать, что выпускники специальности 200800 могут работать не только на предприятиях электронного профиля. Они хорошо зарекомендовали себя во всех организациях, где широко используются компьютерная техника, средства телекоммуникации, связи, телевидения, микропроцессорные устройства и т.д. Данное обстоятельство также накладывает отпечаток на тематику курсовых проектов, которая должна учитывать направления будущей профессиональной деятельности.

Главными требованиями к темам курсовых проектов являются: актуальность, соответствие состоянию и перспективам развития высоких технологий, целевая направленность на решение конкретных задач.

Можно выделить два класса тем курсовых проектов – это, во-первых, использование современ-

ных ИТ для создания новых и модернизации существующих электронных средств, технологий, услуг и, во-вторых, разработка компонентов информационных технологий и систем.

В тематике курсовых проектов можно выделить следующие основные направления.

1 Использование ИТ для решения конкретных практических задач при разработке РЭС (*вариант 1*). Такие курсовые проекты предусматривают математическую формулировку задачи, выбор соответствующей ИТ для ее решения, описание математического обеспечения и характеристику программных средств, численные расчеты, критический анализ применяемой ИТ. Эти темы могут иметь названия, например, "Система EСAD", "Система AutoCAD", "Система Or CAD", "Система Design LAB" и так далее с указанием конкретного разрабатываемого объекта. В заданиях на специальные разработки применительно к этим темам могут указываться: выполнение графической части с использованием трехмерной графики, решение задачи параметрической оптимизации, цифровая обработка сигналов и т.п.

*Вариант 1, а.* Использование ИТ для проектирования услуг при эксплуатации РЭС и компьютерной техники.

2 Разработка программного модуля для информационной системы или микропроцессорного устройства (*вариант 2*). В данном случае в курсовом проекте обосновывается необходимость нового модуля, формулируются требования к нему, описываются математическое и алгоритмическое обеспечения, приводятся примеры численных расчетов, проверочные тесты, инструкции пользователю, дается описание используемых средств автоматизированного программирования (CASE-средств), оценивается эффективность использования созданного модуля. Например, "Система Trace Mode", «"Сетевая версия программы "Принятие проектных решений"».

3 Проектирование информационной системы или ее новой версии (*вариант 3*). Данный курсовой проект обычно выполняется как групповая разработка, составными частями которой могут являться структура системы, математическое, алгоритмическое и программное обеспечения, аппаратные средства, защита информации и др. Например, "Экспертная система Энергосберегающее управление динамическими объектами", «"Система управления базой данных "Профилирующая кафедра"».

4 Реинжиниринг процессов и внедрение ИТ на предприятии (*вариант 4*). Темы этого направления характерны для студентов, обучающихся по направлению. Например, "Система BPWin", "Система ERWin". Эти проекты заканчиваются реальными функциональными и информационными моделями.

5 Моделирование процессов (идентификация объектов) (*вариант 5*).

Таким образом, варианты тем 1, 1, а, 4 относятся к первому классу, т.е. созданию новых средств, технологий изготовления и услуг, вариант 3 – ко второму классу, т.е. разработки компонентов ИТ, а варианты тем 2, 5 могут относиться как к первому, так и ко второму классу.

В отдельных случаях тема проекта может быть связана с внедрением в учебный процесс нового программного продукта, приобретаемого профилирующей кафедрой.

При выставлении оценки учитывается новизна, объем выполненной работы, наличие свидетельства о регистрации программного продукта, акта о внедрении. Учитывая сложность и значительный объем проекта, отдельные студенты начинают работать над темой уже с начальных курсов в рамках дополнительного образования.

### 3 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

---

Курсовой проект выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, разработанным руководителем. По своему содержанию устанавливаемая тема должна удовлетворять задачам курсового проектирования и срокам, отводимым на эту работу по учебному плану.

Курсовой проект включает пояснительную записку, графическую часть и результаты проектирования на электронном носителе. Пояснительная записка и графическая часть проекта выполняются согласно стандарта предприятия "Проекты (работы) дипломные и курсовые", Правилам оформления СТП ТГТУ 07-97, изданным в 2002 г. и стандартам, приведенным в приложении П 1.

Общими требованиями к курсовому проекту являются: целевая направленность, четкость построения, логическая последовательность изложения материала, глубина исследования и полнота ос-

вещения вопросов, убедительность аргументаций, краткость и точность формулировок, конкретность изложения результатов работы, доказательность выводов и обоснованность рекомендаций, грамотное оформление.

Все части курсовой работы должны быть изложены в строгой логической последовательности и взаимосвязи. Содержание работы следует иллюстрировать схемами, таблицами, диаграммами, графиками, фотографиями, рисунками и т.д. Ссылки на таблицы, рисунки, приложения берутся в круглые скобки, на литературные источники – в квадратные скобки.

На основных стадиях ЖЦ проекта должны использоваться современные ИТ. При планировании работ можно использовать программные продукты MS Project или Primavera, например, для построения диаграммы Ганта, оценки временных ресурсов и т.д.

Описание процессов с помощью функциональных моделей следует производить в среде VPwin, а при построении информационных моделей использовать программу ERwin. В разделах схмотехнического конструкторского проектирования необходимо использовать средства E-CAD.

При решении задач анализа и синтеза оптимального управления, построении моделей динамических процессов, принятии проектных решений в условиях неопределенности можно использовать программные продукты, разработанные на профилирующей кафедре.

Для разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами, проверки работоспособности алгоритмов управления, автоматизированного программирования микропроцессорных устройств следует применять SCADA-систему, TRACE MODE.

#### **4 РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

---

---

Рекомендуемый объем пояснительной записки составляет 25 – 35 страниц печатного текста. Записка оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105–95. Она включает обоснования по принимаемым решениям, краткое описание используемых информационных технологий и расчеты с необходимыми пояснениями. В записке не должно быть пространных рассуждений и описания вопросов, не связанных с темой проектирования. Записка должна быть краткой и четко отражать сущность рассматриваемых вопросов.

Структурными элементами пояснительной записки являются:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на курсовое проектирование (выполнение курсовой работы);
- 3) содержание;
- 4) реферат;
- 5) введение, в котором обосновывается выбор темы, ее актуальность, формулируются проблема и круг вопросов, необходимых для ее решения; определяется цель работы и ее задачи; указывается объект исследования;
- 6) основная часть, состоящая из нескольких разделов, в которых излагается сущность исследуемой проблемы, проводится ее анализ и решение изучаемой проблемы с использованием современных информационных технологий;
- 7) заключение, содержащее полученные теоретические и практические результаты, выводы и предложения;
- 8) список использованных источников, в том числе ресурсов www;
- 9) приложения (промежуточные расчеты, таблицы, инструкции и т.д.).

В начале записки (после реферата) или в конце (после заключения) рекомендуется привести словарь (глоссарий) основных терминов и список сокращений (аббревиатур).

В список источников выносятся литература и www-ресурсы, использованные в процессе работы над проектом. Ссылки на источники после соответствующего упоминания проставляются в квадратных скобках с номером, под которым они значатся в библиографическом списке. Список должен быть составлен в соответствии с существующими требованиями к печатным работам.

Все части записки должны быть изложены в строгой логической последовательности и взаимосвязи. Ее текст следует иллюстрировать схемами, таблицами, диаграммами и графиками, распечатками окон программ и т.д. Ссылки на таблицы, рисунки, формулы и приложения берутся в круглые скобки.

В качестве примеров приведем возможные содержания основной части пояснительной записки для различных вариантов тем курсового проекта.

*Вариант 1*, тема – "Применение информационной технологии для проектирования узла РЭС". В данном случае основная часть записки (структурный элемент б) может включать следующие разделы.

1 Инициация проекта (выполняется ли проект по заказу предприятия или тема инициативная, где результаты проекта могут быть востребованы и т.п.).

2 Разработка концепции (обосновываются и приводятся основные проектные параметры продукта).

3 Планирование продукта и работ (составляется перечень решаемых задач, распределяются временные ресурсы на их решения, строится график Ганта, оценивается риск).

4 Проектирование продукта (решаются задачи схемотехнического и конструкторского проектирования).

5 Проектирование процесса (технологии) (разрабатывается, описывается технологический процесс изготовления продукта).

6 Производство и сопровождение при эксплуатации (рассматриваются вопросы организации производства, сбыта, обслуживания при эксплуатации и т.п.)

*Вариант 1а*, тема – "Применение информационной технологии для проектирования услуг". Возможны следующие разделы:

1 Инициация проекта.

2 Планирование работ.

3 Функциональная модель процессов "как есть".

4 Анализ процессов.

5 Функциональные модели процессов "как должно быть".

6 Принятие проектного решения.

7 План реализации проекта.

*Вариант 2*, тема – "Разработка программного обеспечения (ПО)". Возможны следующие разделы:

1 Концепция (инициация проекта, определение цели, возможностей, общие требования).

2 Подготовительные работы (выбор методов, средств разработки, план выполнения работ, частные задачи).

3 Проектирование (3.1 Архитектура, модели; 3.2 Детальное проектирование, описание команд ПО).

4 Квалификационное тестирование.

5 Эксплуатация и сопровождение (техническая и пользовательская документация).

Пример содержания курсового проекта на тему: "Информационная технология проектирования Web-приложений" приведен в приложении П 2.

*Вариант 3*, тема – "Проектирование компонента информационной системы". Разделы:

1 Инициация проекта.

2 Изучение концепции.

3 Планирование работ.

4 Информационная модель (например, в программной среде Erwin).

5 Программное обеспечение.

6 Аппаратные средства.

7 Тестирование и защита информации.

8 Оценка экономической эффективности.

*Вариант 4*, тема – "Реинжиниринг процессов". Разделы:

- 1 Изложение доводов акции (текущее состояние, необходимость перемен, основные цели изменений).
- 2 Выявление процесса для обновления (выделение проблематичных процессов, что можно изменить, масштаб изменений).
- 3 Оценка возможности обновления (рассмотрение ресурсов).
- 4 Анализ существующего процесса (функциональные модели, показатели качества, затраты).
- 5 Проектирование нового процесса (варианты обновления, вклад информационных технологий, интеграция, реорганизация и т.д.).
- 6 План внедрения и экономическая эффективность (диаграмма Ганта).

*Вариант 5*, тема – "Идентификация модели (объекта)". Разделы:

- 1 Инициация проекта.
- 2 Требования к модели (спецификации).
- 3 Формирование концепции.
- 4 Математический аппарат (используемые методы, расчетные формулы).
- 5 Сбор и первичная обработка данных (планирование эксперимента, проверка статистических гипотез).
- 6 Идентификация модели (алгоритм расчета, проверка адекватности).
- 7 Информационные технологии (характеристика и критический анализ используемых ИТ).
- 8 Проверка работоспособности модели (область использования, предложения по совершенствованию).

В приложении П 3 приведены темы курсовых проектов для выполнения студентами, занимающимися по заочной форме обучения, дистанционном обучении и экстерном.

В качестве методических рекомендаций следует указать распространенные ошибки, допускаемые в расчетно-пояснительных записках. Прежде всего, это нечеткая формулировка проблемы и отсутствие формализованных постановок решаемых задач. Недостаточно внимания уделяется обоснованию принимаемых проектных решений, нет сопоставления альтернативных вариантов, не приводятся этапы жизненного цикла проекта, не рассматриваются вопросы анализа рисков и оценки эффективности. При использовании информационных технологий не указываются ее основные характеристики, фирма-изготовитель и адрес. В отдельных записках отсутствуют ссылки на литературу по тексту и [www](#)-источники Internet, не приводится расшифровка используемых аббревиатур и сокращений.

## 5 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

---

---

Графический материал должен быть органически увязан с содержанием работы, в наглядной форме иллюстрировать основные положения анализа, проектирования и использования информационных технологий. Графическая часть проекта выполняется согласно стандарта предприятия "Проекты (работы) дипломные и курсовые" и Правилам оформления СТП ТГТУ 07–97, изданным в 2002 г. Типовыми графическими материалами являются схемы объекта, функциональные и информационные модели, диаграммы и таблицы, характеризующие планирование работ, результаты анализа, схемы алгоритмов решения задач на ЭВМ, архитектура ПО, спецификации, интерфейсы и т.д.

Графический материал размещается по ходу пояснительной записки и состоит схем, графиков, рисунков и таблиц. Можно использовать также распечатки окон программных средств.

Графический материал, который не входит в состав пояснительной записки, оформляется на листах в соответствии с общими требованиями ЕСКД. Демонстрационный материал – схемы, рисунки, графики кривых – студент может выполнять по своему усмотрению, так как это нормативами не ограничивается.

Применительно к вариантам тематики проектов рекомендуемый материал графической части приведен в табл.1.

Для вариантов 1а, 3, 4 и других рекомендуется в графическую часть включить функциональную модель процессов, выполненную в соответствии со стандартом IDEF0 с применением программного продукта PWin. На рис. 1 – 3 приведены контекстная диаграмма, диаграммы декомпозиции первого и второго уровней для курсового проекта "Микропроцессорная система управления". Диаграмма узлов, FEO-диаграмма, диаграммы декомпозиции IDEF3 и DFD для этого же проекта показаны на рис. 4 – 7.

## 1 Графический материал курсового проекта

ТЕМА ПРОЕКТА	ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
<b>ВАРИАНТ 1 (ИТ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС)</b>	План-график выполнения работ (диаграмма Ганта)  Функциональная и электрическая схемы узла РЭС  Конструкторская документация, выполненная с применением E-CAD

*Продолжение табл. 1*

ТЕМА ПРОЕКТА	ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
Вариант 1а (ИТ для проектирования услуг)	План-график выполнения работ (диаграмма Ганта)  Функциональные модели процессов.  Структура ИТ
<b>ВАРИАНТ 2 (РАЗРАБОТКА ПО)</b>	Модель разработки ПО Блок-схема алгоритма Информационная модель Структура модели. Интерфейс спецификации

<p>Вариант 3 (Проектирование компонента ИС)</p>	<p>План-график работ Функциональная модель Структура ИС Программное обеспечение Информационная модель Аппаратные средства</p>
<p>Вариант 4 (Реинжиниринг процессов)</p>	<p>План-график работ Функциональная модель "как есть" Функциональные модели "как должно быть"</p>
<p>Вариант 5 (Идентификация модели)</p>	<p>Требования к модели Математический аппарат Алгоритмическое обеспечение Результаты идентификации</p>

Примеры выполнения графической части для темы, связанной с разработкой программного обеспечения ("Информационная технология проектирования Web-приложений") приведены в приложении П 4.













## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

---

---

### 6.1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Ежегодно терминология в области ИТ пополняется новыми понятиями, определениями и аббревиатурами. В последнее время широкое распространение получили термины: безбумажная технология, интерактивная технология, технология программирования, технология проектирования баз данных, CALS-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 [1].

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 [2]. Важность информатизации подчеркивается ее местом в "концепции четырех И", т.е. информатизация, интеллектуализация, интеграция и индивидуализация [3]. 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" имеет чрезвычайно емкий смысл. Часто как синоним ему используются – компьютерные технологии, автоматизированные информационные технологии и др. Общепринятого определения для термина "информационная технология" нет. Кратко можно сказать, что информационная технология – это результат сочетания программно-аппаратной компьютерной системы, методов и средств для целевого преобразования передачи и воспроизведения информации.

К основным характеристикам ИТ относятся:

- 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 осуществляется лицами, принимающими решения (ЛПР);
- критерий оптимизации процесса включает своевременность доставки информации (пользователю), ее надежность, достоверность, доступность и полноту.

При рассмотрении ИТ часто используется понятие жизненного цикла. Под жизненным циклом (ЖЦ) проектируемого объекта понимают упорядоченную совокупность изменений его состояний от начального (возникновение замысла) до конечного (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" и "технический замысел – продукт" исключили бы людей, занятых преобразованием задач и данных в форму, понятную для ЭВМ, т.е. развитие человеко-машинного интерфейса;
- 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, реализация достижений нанотехнологии.

Внедрение и развитие информационных технологий рассматривается как выполнение ИТ-проектов.

В выполнении проектов обычно участвуют консалтинговые компании и системные интеграторы.

Новая ИТ – это технология, основанная на применении компьютеров, активном участии пользователей (непрофессионалов в области программирования и аппаратных средств) в информационном процессе. Для них характерны высокий уровень дружественного пользовательского интерфейса, широкое применение пакетов прикладных программ общего и проблемного направления, использование режима реального времени и доступ пользователя к удаленным базам данных и программам благодаря вычислительным сетям ЭВМ [4]. К новым ИТ относятся экспертные системы, средства поддержки принятия решений, интеллектуальные базы данных и др.

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 сводятся 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 (см. разд. 6.5.3). Здесь автоматизируются бизнес-процессы на всех этапах жизненного цикла продукции. 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 используются системы автоматизированного проектирования (САПР) в виде комплексов программных и технических средств, предназначенных для автоматизации процесса проектирования деталей, устройств (механизмов, объектов), программ и систем с участием человека [5, 6]. Сквозное проектирование обеспечивается интегрированием CAD/CAE/CAM/PDM – систем (см. разд. 6.3 и 6.5.3).

Значительная часть ИТ реализуется в виде информационных систем (ИС), предназначенных для хранения, поиска и выдачи информации по запросам пользователей. 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. Главными особенностями программно-аппаратного обеспечения корпоративных систем являются распределенность, сетевая платформа и обеспечение защиты корпоративной информации.

К интеллектуальным информационным системам относят ИС, которые используют наиболее наукоемкие технологии с высоким уровнем автоматизации не только процессов подготовки информации для поиска и принятия решений, но и самих процессов выработки вариантов решений, опирающихся на получаемые ИС данные [7, 8].

Интеллектуальные ИС 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.

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 КИАСПУР обеспечивает: 1) сокращение времени первичного сбора и обработки информации аналитиками, экспертами и ЛПР; 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.

## 6.2 СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Современные информационные технологии обычно реализуются в рамках сложных эргатических систем. В широком смысле в них можно выделить следующие основные элементы [5, 6]:

- 1) человеческий (социальный) компонент (разработчики, консультанты, аналитики, программисты, пользователи, обслуживающий персонал);
- 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.

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 компьютерные системы: ПК, рабочие станции, серверы, миникомпьютеры, ноутбуки, карманные ПК, тонкие клиенты (сетевые компьютеры), мэйнфреймы и др. Широко используются операционные системы: DOS, Windows 3.xx, Windows 9x, Windows NT\*, OS/2\*, разновидности UNIX\*, Linux, MacOS, разновидности LAN\*, Novell Net Ware\* (здесь знаком "\*" выделены сетевые операционные системы).

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

Технические средства (Hardware), включающие вычислительную, периферийную и коммуникационную технику, 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, информационные и сервисные средства (Software) 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), системы программирования и программы технического обеспечения, которые представляют сервис для эксплуатации компьютера, выявления ошибок при сбоях, восстановления испорченных программ и данных.

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, и 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: программы САПР (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.

При выборе и совершенствовании прикладного ПО 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. Прикладное ПО должно обеспечивать решения всего необходимого комплекса задач, в том числе проектно-конструкторских, производственных, управления данными, обслу-

живания 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.

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 [9].

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. Важнейшим компонентом интеллектуальных ИС и, в частности, экспертных систем, является база знаний. 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 оболочки, 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.

Распространенный термин – архитектура ИС не имеет четкого определения. Обычно под архитектурой автоматизированной системы понимают ее описание на некотором общем уровне, включающее следующие сведения: 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 [10]. Архитектура информационной системы отражает концепцию взаимосвязи ее элементов, спецификацию сопряжения системы с пользователями и внутреннюю ее структуру между собой, она включает компоненты логической, физической и программной структур [2]. Более четко понятие архитектуры формулируется применительно к конкретным технологиям и системам.

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 [11].

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 [2].

Наряду с термином "архитектура" широко используется структура ИТ, т.е. внутренняя организация, учитывающая взаимосвязи образующих ее компонентов. Структура автоматизированной ИТ предполагает наличие трех основных частей: 1) комплекс 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.) [4].

В любой ИТ укрупненно можно выделить три среды компонентов: вычислительную, исполни-

тельную и методическую [3]. 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.

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 [12].

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.

Детальное описание процессов (действий), протекающих в ИС или ИТ может быть дано с использованием функциональных и информационных моделей [13 – 15].

### 6.3 КЛАССИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информационные технологии разрабатываются сотнями фирм, их число 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. 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. Во многих случаях на классификацию накладывает отпечаток область применения ИС – промышленность, экономика, образование 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 [4].

По организационным воздействиям в информационных процессах выделяют технологии:

- географические, обеспечивающие передачу информации на большие расстояния;
- аналитические, использующие комплексы математических 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. [16].

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 [9]).

Классификация, отражающая особенности обработки информации в автоматизированных ИС (АИС), используемых должностными лицами, представлена на рис. 8 [17].

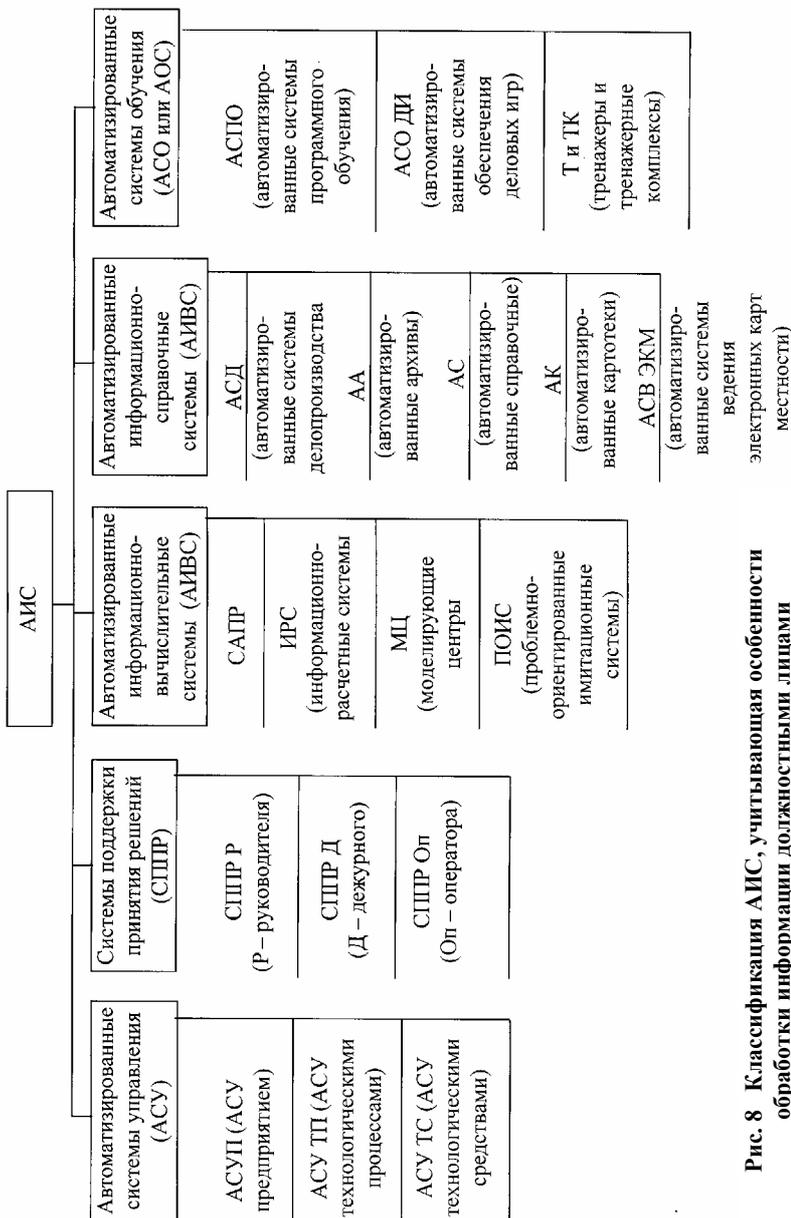


Рис. 8 Классификация АИС, учитывающая особенности обработки информации должностными лицами

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.

Чрезвычайно разнообразны ИТ по целевому назначению. Здесь можно выделить два направления: по категориям решаемых задач и областям применения. 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, 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-Designor, Select Yourdon, ELCUT, АСОНИКА и др.

В настоящее время в терминологии ИТ и ИС широко применяются отечественные и западные аббревиатуры. На рис. 9 и табл. приложения П4 содержатся сопоставления близких по смыслу аббревиатур применительно к этапам ЖЦ продукции [6, 18]. 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 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 также 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.

В заключение данного раздела следует отметить, что единой общепринятой классификацией ИТ в настоящее время не существует. Аспекты классификации и систематизации сложных объектов являются предметом изучения науки таксономии. 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-тех-нология, Mini Web-Server и т.д.); технологические процессы на предприятии (АСУТП), само предприятие (ИСУП), корпорацию (ERP, SCM) и т.д.

#### **6.4 Методология внедрения 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.

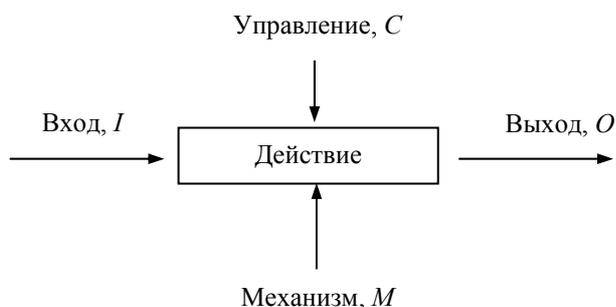
В соответствии с данной методологией работы по совершенствованию процессов и создания ИТ выполняются в такой последовательности [4, 13].

- 1 Идентификация объекта исследования, т.е. 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. Определение потребностей бизнеса, на данном этапе 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.

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. 10). 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) [14].



**Рис. 10** Схема узла функциональной модели бизнес-процессов

Информационная модель отражает структуру баз данных и информационные потоки с позиции семантики, т.е. описание данных в контексте их взаимосвязи с другими данными. Конструктивными элементами этой модели являются сущности (изображаются блоками), отношения между сущностями (линии, соединяющие блоки) и атрибуты (имена внутри блоков). Построение информационной модели регламентируется стандартом IDEF/1X [15].

Анализ действующих процессов, в т.ч. 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.

3. Построение альтернативных функциональной модели "как должно быть" (to-be), которые отражают перспективные предложения консультантов, системных аналитиков, руководства и сотрудников предприятия по совершенствованию его деятельности.

4. 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.

5. 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.

6. 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, который 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 отдель-

ных компонентов ИТ и, прежде всего, программных средств. Для разработки и развития программных систем широко используются методологии RAD, OSA, OMT, SA/SD, JSD, DATARUN 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. Развитием OSA является использование шаблонов проектирования, представляющих в общем виде условия задачи, которую необходимо решить, и правильный подход к ее решению [19]. 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  $j$ -ом 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 [20]:

- спиральная модель жизненного цикла 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 итологией, в которой широко используются следующие методы:

- 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.
- Метод функциональной спецификации, заключающийся в представлении ИТ в виде спецификаций поведения ИТ-систем, которое может наблюдаться на интерфейсах (границах) этих систем.
- Стандартизация спецификаций ИТ и управление их жизненным циклом, осуществляемая системой специализированных международных организаций на основе строго регламентированной деятельности. Данный процесс обеспечивает накопление базовых сертифицированных научных знаний, служит основой создания открытых технологий.
- Концепция проверки соответствия (аттестации) ИТ-систем ИТ-спецификациям, на основе которых данные ИТ-системы были разработаны.
- 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.

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

➤ 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-техно-логических 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, вызвано отсутствием общей методологической основы для единого описания процессов функционирования.

## 6.5 ПРИМЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### 6.5.1 Информационные технологии управления проектами

Применение ИТ управления проектами позволяет повысить вероятность достижения успеха в реинжиниринге предприятий. Важной составной частью методологии этих технологий являются управление рисками. Процедура управления рисками в ходе внедрения проектов включает два основных компонента: анализ и мониторинг.

Анализ рисков предполагает проведение их идентификации и классификации. В ходе идентификации выявляются обстоятельства, представляющие опасность внедрению проекта, например, низкая компьютерная грамотность персонала предприятия, неприятие новой технологии вследствие инерции мышления ряда сотрудников и т.п. При классификации учитывается важность рисков, их вероятность, опасность последствий. Анализ рисков проводится на всем протяжении проекта. Чем раньше проводится первичный анализ рисков, тем выше эффективность этих мероприятий.

Мониторинг при управлении рисками заключается в регулярном (практически непрерывном) анализе рисков и в реализации мероприятий по снижению вероятности проявления факторов, неблагоприятно влияющих на выполнение проекта.

Достаточное распространение получили информационные технологии управления проектами фирм SAP AG, Microsoft, Primavera и др.

На многих отечественных предприятиях имеется русифицированная версия программного продукта Microsoft Project, позволяющая решать достаточно широкий класс задач управления проектами. Про-

грамма позволяет: создавать план проекта, в том числе определять состав работ (задач), распределять ресурсы, планировать затраты и риски, сравнивать версии проектов; контролировать выполнение плана, вносить в него необходимые изменения по ходу работ, составлять отчеты [21].

Семейство MS Project включает три приложения: MS Project Standard, MS Project Professional и MS Project Server. Сервер MS Project Server предназначен для группового ведения проектов, он позволяет руководителю выдавать задания проектировщикам, контролировать ход выполнения работ, анализировать загрузку сотрудников и состояние выполняемых проектов.

Одним из распространенных программных продуктов управления проектом (Project Management) является Primavera Project Planner for the Enterprise (P3e) фирмы Primavera. Данное программное средство обеспечивает управление проектами масштаба предприятия по технологии клиент/сервер, оно является частью семейства продуктов концентрического управления проектами [22].

P3e обеспечивает комплексное управление всеми проектами на предприятии. Пользователями P3e являются менеджеры программ и проектов, проектировщики и планировщики для получения информации от укрупненного анализа по статьям затрат и структуре декомпозиции работ до упреждающего контроля за крайними сроками завершения, результатами и рисками по всем проектам. Это позволяет руководству эффективно планировать, составлять бюджеты, отслеживать и контролировать проекты. Программа P3e построена на реляционных базах данных Oracle и Microsoft SQL Server для обеспечения масштабируемости управления проектами.

К достоинствам P3e относятся следующие: 1) легкость адаптации к текущей окружающей обстановке распределенной работы; 2) все участники проектов своевременно информируются о текущем состоянии через динамический Web-сайт, отчеты и графики; 3) возможность оценки альтернативных вариантов развития событий для оптимального использования ресурсов и своевременного завершения проектов;

4) автоматическое уведомление через e-mail всех ответственных о возникающих проблемах, требующих их внимания; 5) идентификация и количественная оценка рисков, интегрированное управление рисками; 6) своевременное и точное определение проблемных мест проекта, например изменение цены, графика выполнения работ, вероятностей рисков и т.п.

P3e имеет простой и гибкий интерфейс, предусмотрено построение диаграмм Ганта, PERT-представлений, ресурсных диаграмм и расписаний. В P3e существует более 100 стандартных отчетов и обеспечена возможность быстрого создания форм новых отчетов.

Для использования P3e должны быть обеспечены следующие системные требования:

– сервер СУБД: Oracle версий 7.3.4, 8.0.5, 8.0.6, 8.1.5 или 8.1.6 или VS SQL Server 7.0 SP1 для Windows NT Server 4.0 SP6, Windows 2000 Server SP1 или UNIX, RAM 256 Mb или выше;

– клиент: Windows 95/98/Me, Windows 2000 Professional SP1 или Windows NT 4.0 SP5, RAM 64+ MB (рекомендуется 128 Mb);

– Microsoft Internet Explorer 5.01 или Netscape Navigator 4/0+;

– Project Website server, Primavision Server, Progress Reporter Server: Windows NT 4/0 Server SP6 with Microsoft Internet Information Server (IIS) 4.0 или Netscape Web Server, Windows 2000 Professional/Server SR1 with Microsoft Internet Information Server (IIS) 5.0.

Наряду с P3e фирма Primavera поставляет следующие программные средства.

Primavera Project Planner (P3) – предназначен для календарно-сетевое планирования и управления с учетом потребностей в материальных, трудовых и финансовых ресурсах. Сетевая версия P3 может использоваться для управления как сложными многоуровневыми иерархическими проектами, так и комплексами распределенных проектов. Однопользовательская версия предназначена для работы с небольшими проектами на уровне высшего звена управления. При работе над группой проектов, P3 позволяет назначать права доступа и учитывать приоритеты участников проекта, использующих общие ресурсы.

Primavera TeamPlay – программное обеспечение для создания корпоративных систем управления высокоинтенсивными информационными проектами (IT Projects), позволяющее учитывать высокую степень неопределенности и непредсказуемость работ в проектах такого рода.

SureTrak Project Manager (ST) – SureTrak ориентирован на контроль выполнения небольших проектов и фрагментов крупных проектов. Может работать как самостоятельно, так и совместно с P3 в корпоративной системе управления проектами.

Webster for Primavera – программный продукт, обеспечивающий доступ к проектной информации

используя Интернет. Может работать как с P3, так и с SureTrak.

PrimeContract – интернет-ориентированное программное решение, позволяющее различным участникам проекта оперативно обмениваться информацией, используя единую базу данных. Система PrimeContract позволяет создавать и отслеживать схемы жизненного цикла документа, размещать в интернете чертежи и макеты календарных графиков, а также вводить информацию о выполнении работ по договорам и передавать её в систему сопровождения договоров Primavera Expedition.

Expedition – программный продукт для управления контрактами. Позволяет организовывать и вести административную работу по проектам, выполняя учет и анализ затрат, контроль над поставками, управление изменениями, отслеживание выполнения контрактов всех уровней. Работает как самостоятельно, так и совместно с P3 и SureTrak.

Monte Carlo 3.0 for Primavera – программный продукт, дополняющий P3 в плане управления проектами в условиях риска.

Ra – интерфейс программирования, который предоставляет лёгкий путь для доступа к данным проекта P3 и функционально использует стандартный набор инструментов разработчика.

Primaplan Project Investigator – программный продукт, позволяющий сравнивать две версии проекта или группы проектов, просматривая при этом все поля данных, существующих в проекте P3. Кроме того, при сравнении выявляются удаленные и добавленные работы, ресурсы, зависимости и записи, сделанные в журнале работы.

Linea Time Chainage Diagram представляет собой автоматизированное средство для построения пространственно-временных диаграмм, являющихся испытанным способом управления проектами, связанными с линейными (протяженными) объектами. В качестве информации для построения диаграмм могут выступать данные графиков выполнения работ, ведущиеся в P3 или SureTrak.

#### 6.5.2 Информационные технологии электронной САПР

К настоящему времени различными фирмами создано большое число программ автоматизированного проектирования в электронике (САПР-Э или ECAD – Electronic Computer Aided Desing) ECAD, различающихся типами выполняемых проектных процедур и ориентацией на те или иные разновидности радиоэлектронных изделий. 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 [23] и Verilog. Эти языки предназначены для моделирования электронных схем на уровнях вентиляном, 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 Desing 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.

В проектировании электронных средств выделяют три направления информационных технологий, обеспечивающих соответственно решение задач схемотехнического проектирования, конструирования и электродинамического моделирования [6].

Для решения задач схемотехнического проектирования электронных средств применяется большое число пакетов программ. Широкое распространение на платформе персонального компьютера находит система Designlab, разработанная корпорацией Micro Sim [23]. 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 SECCTRA фирмы Cadence (распечатаны на 6 сигнальных слоев) PCBoards и Autorouter;
- интерфейс с программой XACT Step 6.0, предназначенной для проектирования электрически перепрограммируемых 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 [6, 24].

- 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 Micro-CAP, Micro-LOG (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 схематического и конструкторского проектирования [25]. 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 200000 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.

Пакет PCAD (фирма Personal CAD System) часто рассматривается как стандарт при выпуске конструкторской и технологической документации [18]. Поэтому списки соединений принципиальных схем, созданных в OrCAD ранних версий, передаются в PCAD для вывода схем на принтер или плотер. Пакет имеет открытую архитектуру, он позволяет проектировать печатные платы, имеющие до 500 элементов и 2000 связей.

Широкое применение находит также пакет AutoCAD (фирма AutoDesk), обеспечивающий автоматизированную разработку чертежей, рисунков, схем в интерактивном режиме [18]. Важным достоинством пакета является возможность работы с трехмерной графикой, позволяющей строить реальные объекты – детали, станки и другое, наблюдать их в различных ракурсах.

Рынок программных продуктов для решения задач моделирования содержит большое число пакетов. При разработке РЭС широкое применение находят следующие пакеты. Система Microware 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 синтезировать его топологию и представлять трехмерную анимационную картину распределения токов по проводникам. Пользовательский интерфейс системы полностью совпадает со стандартным интерфейсом ПО фирмы Microsoft.

При проектировании СБИС выделяют системный (архитектурный, поведенческий), регистровый (RTL – Register Transfer Level), логический, схемотехнический, приборно-технологический (компонентный) уровни. Каждый уровень характеризуется своим математическим обеспечением, используемым для моделирования и анализа схем. Общее название для регистрового и логического уровней – уровень функционально-логический. Преобладает нисходящий метод 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 схемотехнического и компонентного проектирования вне маршрутов проектирования конкретных СБИС.

После схемного проектирования выполняется к конструкторско-технологическое проектирование, синтез тестов и окончательная проверка принятых проектных решений. Укрупненная последовательность проектных процедур проектирования СБИС показана на рис. 11 [18].

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 конвейеризации операций.

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

На логическом вентиляльном уровне, иначе называемом вентиляльным (gate level), преобразуют RTL-спецификации в схемы вентиляльного уровня с помощью программ-компиляторов логики; здесь используются библиотеки логических элементов И, ИЛИ, И-НЕ и т.п.

Полное описание маршрута проектирования СБИС включает в себя следующие процедуры. 1 Проверка корректности исходного алгоритма функционирования СБИС и формирование абстрактного описания проекта. 2 Выбор базовой технологии и типов функциональных блоков (регистры, сумматоры, мультиплексоры и т.п.) из библиотеки функциональных компонентов. 3 Составление расписания операций, т.е. распределение операций по временным тактам и функциональным блокам; определение типов операционных блоков (комбинационные, последовательностные) и исходных данных для синтеза управляющих блоков. 4 Синтез схем операционных и управляющих блоков; верификации выбранного решения, представленного на уровне RTL. 5 Разработка логических схем путем перевода RTL-модели в модель вентиляльного уровня с помощью компиляторов логики и библиотек логических элементов; оптимизация и верификация логических схем. 6 Синтез схем тестирования и тестовых наборов. 7 Конструкторско-технологическое проектирование (планирование кристалла, размещение компонентов и трассировка межсоединений). 8 Верификация динамических параметров схемы с учетом задержек в проведенных межсоединениях.

9 Синтез 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 [18].

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 полужаказных 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.

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 [26].

### 6.5.3 CALS-ТЕХНОЛОГИИ

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support — Непрерывная поддержка жизненного цикла 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 [13, 27-30].

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.

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, обновление, 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 техники.

Сейчас получает распространение русскоязычная аббревиатура КСПИ – Компьютерное Сопровождение Процессы жизненного цикла Изделий или Компьютерное Сопровождение и Поддержка жизненного цикла Изделий.

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. В современных условиях CALS-технологии являются важнейшим инструментом повышения эффективности бизнеса, конкурентоспособности и привлекательности продукции.

В развитых странах CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности процессов, связанных с промышленной продукцией, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Повышение конкурентоспособности достигается за счет сокращения затрат (цены изделия), сокращения сроков вывода новых образцов на рынок, повышением качества продукции за счет сквозной поддержки ее жизненного цикла. Применение стратегии CALS позволяет выживать предприятиям в условиях растущей конкуренции, в том числе на международных рынках.

По данным западных аналитиков применение CALS-технологий позволяет в масштабах промыш-

ленности США экономить десятки миллиардов долларов в год, сократить сроки проведения всех работ на 15...20 %. В этой связи в промышленно развитые страны активно реализуют в области CALS широкомасштабные программы, направляемые и координируемые государственными структурами. Известно много примеров достижения успехов на международном рынке предприятиями, использующими CALS-технологии. Так, фирме Olivetti раньше требовалось 3 года на разработку новой продукции и 1,5 года на изготовление первых образцов, сейчас на фирме затрачивается 9 месяцев на проектирование и изготовление продукции.

Продукт деятельности предприятия (организации) может представлять собой: изделие (овеществленный продукт, готовую продукцию), а также интеллектуальный продукт (информацию), продукт переработки и услуги. Основными этапами ЖЦ продукта являются: маркетинг, планирование, проектирование и разработка изделия, проектирование технологического процесса, проектирование производства и закупки, производство, контроль и проведение испытаний, упаковка и хранение, реализация, установка и ввод в эксплуатацию, эксплуатация, утилизация.

Внедрение CALS обеспечивает значительное повышение качества выпускаемой продукции и выполнение услуг, ускорение выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, снижение до 30 % издержек при производстве и эксплуатации наукоемкой продукции. Кроме того, CALS-технологии дают большие удобства пользования для потребителей, в частности тонны технической документации заменяются дисками и дискетами, гарантируется диалоговый режим связи (в том числе удаленный доступ) между компьютерными центрами и т.д.

Для наукоемкой продукции (вооружение, машиностроение, автоматизированные системы, информационные технологии) наметилась и реализуется тенденция полного перехода на безбумажную электронную технологию. "Электронное" описание (документация) охватывает процессы планирования, проектирования, изготовления и эксплуатации продукции. После 2005 г. на внешнем рынке невозможно будет продать машиностроительную продукцию без электронного описания. Сейчас издержки промышленности США, связанные с неполным переходом к электронной документации, оцениваются в десятки млрд. долларов в год.

Для большинства предприятий, которые в рамках международной кооперации лишь потребляют продукцию развитых стран, пока непонятна актуальность внедрения CALS-технологий. Однако ситуация коренным образом меняется, когда начинают разрабатываться совместные проекты с иностранными фирмами и наукоемкая продукция выставляется на мировом рынке.

CALS-технологии активно применяются, прежде всего, при разработке и производстве сложной наукоемкой продукции, создаваемой интегрированными промышленными структурами. Эти структуры включают в себя НИИ, КБ, основных подрядчиков, субподрядчиков, поставщиков готовой продукции, потребителей, предприятия технического обслуживания, ремонта и утилизации продукции. Применение CALS-технологий позволяет эффективно, в едином ключе решать проблемы обеспечения качества выпускаемой продукции, поскольку электронное описание процессов разработки, производства, монтажа полностью соответствует требованиям международных стандартов ИСО серии 9000, реализация которых гарантирует выпуск высококачественной продукции.

CALS-технологии стали интенсивно развиваться в последние

20 лет. В основе их развития 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.

Началом создания системы CALS-технологий явилась разработка системы стандартов описания процессов на всех этапах жизненного цикла продукции (см. приложение). Основной прогресс сегодня достигнут в вопросах информационной поддержки заказчиков на этапах эксплуатации и сервисного обслуживания военной техники. Учитывая высокий уровень автоматизации предприятий разработчиков и производителей наукоемкой продукции, вопросы информационной интеграции процессов в ходе ЖЦ изделия также решаются с использованием CALS-технологий:

- описание и разработка регламентов взаимодействия участников ЖЦ в рамках безбумажного документооборота;

- перевод конструкторско-технологических архивов в электронный вид, и т.д.

CALS-технологии следует рассматривать как инструмент организации и информационной поддержки всех участников создания, производства и пользования продуктом. Целью применения этого инструмента 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.

В концепции CALS-технологии можно выделить два ключевых момента: интеграция информационных технологий всех этапов ЖЦ продукта и концепция виртуального предприятия, включающего в себя всех работников и все организации, участвующие в выполнении процессов в ходе ЖЦ продукта.

Стратегия CALS объединяет в себя: применение современных информационных технологий; реинжиниринг бизнес-процессов; применение методов "параллельной" разработки; стандартизацию в области совместного использования данных и электронного обмена данными.

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.

## 7 ГЛОССАРИЙ

---

---

**Автоматизированная информационная система (АИС)** – организационно-техническая система, использующая автоматизированные информационные технологии в целях обучения, информационно-аналитического обеспечения научно-инженерных работ и процессов управления в высшей школе.

**Автоматизированная информационная технология (АИТ)** – информационная технология, в которой для передачи, сбора, хранения и обработки данных используются методы и средства вычислительной техники и систем связи.

**Автоматизированное рабочее место** – программно-технический комплекс АС, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

**База данных (БД)** – организованная в соответствии с определенными правилами и поддерживаемая в памяти компьютера совокупность данных, характеризующая актуальное состояние предметной области и используемая для удовлетворения информационных потребностей пользователей.

**База данных распределенная** – база данных, составные части которой размещаются в различных частях ком-

пьютерной сети.

**База знаний** – формализованная система сведений о некоторой предметной области, содержащая данные о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений и правила использования в задаваемых ситуациях этих данных для принятия новых решений.

**Бизнес-процесс** – модель преобразования сущностей типа "вход-выход", понимаемая как работа по реализации приписываемой функции.

**Визуализация данных** – техника, обеспечивающая представление анализируемых данных в разнообразных графических формах для облегчения их понимания и качественной визуальной оценки их свойств.

**Виртуальное (расширенное) предприятие** – сложная организационная структура, объекты которой участвуют в создании и эксплуатационной поддержке ЖЦ продукта, эти объекты объединены единым информационным пространством, используют общее хранилище данных.

**Данные (в предметной области)** – представление информации в формализованном виде, удобном для пересылки, сбора, хранения и обработки. **data**

**Действие** – описание набора мероприятий, имеющего целью обработку или передачу либо данных, либо ресурсов (например, "обработать заказ" или "провести технический контроль"). Модели IDEFO выделяют неэффективные действия (у которых отсутствуют управление или выход) и, таким образом, способствуют работе по проведению реинжиниринга бизнес-процессов. Действие в модели IDEF3, называемое также единицей работы, описывает обработку, мероприятие, принятие решения или другую процедуру, выполняемую системой или организацией. Действия в диаграммах DFD отображают обработку или передачу данных.

**Диаграмма Ганта (ленточная диаграмма)** – способ графического представления расписания исполнения работ проекта.

**Жизненный цикл проекта** – набор последовательных фаз, количество и состав которых определяются потребностями управления проектом, организацией или организациями, участвующими в проекте.

**Знания (о предметной области)** – вся совокупность полезной информации и процедур, которые можно к ней применить, чтобы произвести новую информацию о предметной области.

**Идентификация рисков** – определение рисков событий, которые могут повлиять на исполнение проекта.

**Инструмент CASE** – программное средство, предназначенное для полной или частичной поддержки технологии проектирования и реализации сложных программных и

(или) информационных систем, которая основана на тех или иных CASE-методах, процессах, моделях и языковых средствах, а также на воплощающих их стандартах.

**Интеграция (в системе или систем)** – восстановление и (или) повышение качественного уровня взаимосвязей между элементами системы, а также процесс создания из нескольких разнородных систем единой системы, с целью исключения (до технически необходимого минимума) функциональной и структурной избыточности и повышения общей эффективности функционирования.

**Интегрированная автоматизированная система (АС)** – совокупность двух или более взаимоувязанных АС, в которой функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой (других) так, что эту совокупность можно рассматривать как единую АС.

**Интерфейс** – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

**Информация (о предметной области)** – любой вид сведений о предметах, фактах, понятиях предметной области.

**Информационная технология** – система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которая используется для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы.

**Информационное обеспечение** – совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемой в автоматизированной системе при ее функционировании.

**Итология** – наука об информационных технологиях, предметом ее являются информационные технологии, а также процессы, связанные с их созданием и применением.

**Компонент автоматизированной системы** – ее часть, выделенная по определенному признаку или совокупности признаков и рассматриваемая как единое целое.

**Консалтинг** – деятельность специалистов, занимающихся стратегическим планированием проекта, анализом и формализацией требований к информационной системе, созданием системного проекта, а в ряде случаев и проектированием приложений.

**Логистика** – наука о планировании, управлении и контроле материальных, информационных и финансовых ресурсов в различных системах.

**Лингвистическое обеспечение** – совокупность средств и правил для формализации естественного языка, используемых при общении пользователей и эксплуатационного персонала информационной системы с комплексом

средств автоматизации при ее функционировании.

**Маршрутизатор** – устройство (связи), обеспечивающее соединение ЛВС на сетевом уровне, выполняющее передачу пакетов в соответствии с определенными протоколами.

**Математическое обеспечение АС** – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, применяемых в автоматизированной системе.

**Метод проектирования программного обеспечения** – целенаправленная совокупность процедур, позволяющая получить в результате описание разрабатываемой программной системы с такой степенью детализации, которая достаточна для ее реализации.

**Методическое обеспечение** – совокупность документов, описывающих технологию функционирования информационной системы, методы выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов при ее функционировании.

**Миссия** – исходный фундамент, который определяет все дальнейшие стратегические цели и задачи фирмы и принимаемые на их основе решения; философия фирмы на рынке сбыта ее продукции (услуг).

**Модель данных** – инструмент моделирования предметной области информационной системы, включающий совокупность правил структурирования данных, допустимых операций над ними и видов ограничений целостности, которым они должны удовлетворять.

**Нормативно-справочная информация** – информация, заимствованная из нормативных документов и справочников и используемая при функционировании информационной системы.

**Организационное обеспечение** – совокупность документов, устанавливающих организационную структуру, права и обязанности пользователей и эксплуатационного персонала информационной системы в условиях функционирования, проверки и обеспечения ее работоспособности.

**Оценка риска** – оценка вероятности и последствий события риска.

**Планирование проекта** – разработка и сопровождение плана проекта.

**Планирование ресурсов** – определение того, какие ресурсы и в каких количествах необходимы для выполнения работ проекта.

**Планирование с учетом рисков** – разработка плана проекта с определением альтернативных стратегий на случай наступления событий риска.

**Правовое обеспечение** – совокупность правовых норм, регламентирующих правовые отношения при

функционировании информационной системы и юридический статус результатов ее функционирования.

**Программное обеспечение** – совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенная для отладки, функционирования и проверки работоспособности информационной системы.

**Проект** – временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов или услуг.

**Рабочая документация** – комплект проектных документов на информационную систему, разрабатываемый на стадии "Рабочая документация", содержащий взаимосвязанные решения по системе в целом, ее функциям, всем видам обеспечения информационной системы, достаточным для комплектации, монтажа, наладки, функционирования, проверки и обеспечения ее работоспособности.

**Реинжиниринг** – фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов компаний для достижения коренных улучшений в основных показателях их деятельности: стоимость, качество, услуги, темпы и т.д.

**Реструктуризация бизнес-процессов** – изменение модели бизнес-процессов компании.

**Реструктуризация предприятия** – совокупность мероприятий по комплексному приведению предприятия в соответствие с требованиями, диктуемыми изменяющимися условиями рынка и выбранной стратегией его развития.

**Система управления базами данных (СУБД)** – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.

**Системный интегратор** – компания (организация), к которой производители обращаются за помощью в проектировании, установке, подключению и вводу в эксплуатацию различных компонентов новых и модернизируемых информационных систем.

**Структура (системы)** – совокупность устойчивых связей, способов взаимодействия элементов системы, определяющая ее целостность и единство.

**Техническое обеспечение** – совокупность всех технических средств, используемых при функционировании информационной системы.

**Технический проект** – комплект проектных документов на систему, разрабатываемый на стадии "Технический проект", утвержденный в установленном порядке, содержащий основные проектные решения по системе в целом, ее функциям и всем видам обеспечения системы и доста-

точный для разработки рабочей документации на систему.

**Транзакция** – обобщенный термин, обозначающий "то, что обрабатывается" в данной модели, например, в моделях массового обслуживания это могут быть поступающие запросы клиента и т. д.

**Управление проектами** – приложение знаний, навыков, методов и средств к работам проекта с целью соблюдения или превышения потребностей и ожиданий участников проекта.

**Управление рисками проекта** – раздел управления проектами, включающий процессы, необходимые для идентификации, анализа и реагирования на проектные риски.

**Эксплуатационная документация** – часть рабочей документации на систему, предназначенная для использования при эксплуатации системы, определяющая правила действия персонала и пользователей системы при ее функционировании, проверке и обеспечении ее работоспособности.

**Эргономическое обеспечение** – совокупность реализованных решений в информационной системе по согласованию психологических, психофизиологических, антропометрических, физиологических характеристик и возможностей пользователей системы и техническими характеристиками комплекса средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочих местах персонала системы.

## 8 АББРЕВИАТУРЫ

---

---

### Аббревиатуры на русском языке

АРМ –	автоматизированное рабочее место.
АСНИ –	автоматизированная система научных исследований.
АС	автоматизированная система управления.
У –	
АСУП –	автоматизированная система управления предприятием.
АСУТП –	автоматизированная система управления технологическим процессом.
БД	база данных.
–	
ЕИ	единое информационное пространство.
П –	
ЖЦ –	жизненный цикл.
И	искусственный интеллект.

И –	ИС	Информационная система.
–		
УП –	ИС	Интегрированная система управления предприятием.
–	ИТ	Информационная технология.
–		
ТР –	ИЭ	интерактивные электронные технические руководства.
АСПУР –	КИ	комплекс информационно-аналитических средств подготовки и принятия управленческих решений.
С –	КИ	корпоративная информационная сеть.
–		
ПП –	КТ	конструкторско-технологическая подготовка производства.
С –	ЛВ	локальная вычислительная сеть.
–		
П –	М	микропроцессор.
–	НС	нейросеть.
–		
ОП –	О	объектно-ориентированное программирование.
–	ОС	операционная система.
–		
–	ПК	персональный компьютер.
–		
ИС –	ПЛ	программированная логическая интегральная схема.
О –	П	программное обеспечение.
ПО –	П	прикладное программное обеспечение.
–		
ПП –	П	пакет прикладных программ.
С –	РЭ	радиоэлектронное средство.
–		
ПР –	СА	система автоматизированного проектирования.
ЛП –	СИ	система интегрированной логистической поддержки.
ПР –	СП	система поддержки принятия решений.
БД –	СУ	система управления базами данных.
П –	СУ	система управления проектами.
–	СЦ	ситуационный центр.

–	СЭ	система электронного документооб-
Д–	рота.	
	УВ	устройство ввода-вывода.
В–		
	УС	устройство сопряжения с объектом.
О–		
	ЭБ	электронный бизнес.
–		
–	ЭС	экспертная система (или электронное средство).

### Аббревиатуры на английском языке

B2B –	Business – to – Business electronic commerce – использование электронных (телеинформационных) средств в торговых контактах между контрагентами.
BPM –	Business Process Model – модель бизнес-процессов.
BPR –	Business Process Reengineering – реинжиниринг бизнес-процессов.
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).
CASE	Computer Aided Software Engineering – автоматизированная разработка программного обеспечения.
–	
CDM –	Conceptual Data Model – концептуальная модель данных.
CE –	Concurrent Engineering – система параллельного проектирования в режиме

группового использования данных.

- CNC – Computer Numerical Control – система программного управления технологическим оборудованием на базе контроллеров, встроенных в технологическое оборудование.
- CRM – Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентами.
- DFD – Data Flow Diagram – диаграмма потоковых данных.
- e-CRM – electronic Customer Relationship Management – электронное управление взаимоотношениями с клиентами.
- EDI – Electronic Data Interchange – электронный обмен данными (документами).
- ERD – Entity-Relationship Diagram – диаграмма "сущность-связь".
- ERP – Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятий (система, стандарт).
- HTML – HyperText Markup Language – стандартный язык для создания страниц Интернет.
- 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.
- IDEF3 – стандарт моделирования бизнес-процессов, поддерживающий графическое описание непосредственного механизма функционирования системы или организации, содержит правила разработки двух видов сетевых программ: диаграмм потоков для бизнес-процессов и диаграмм изменения состояния объекта.
- ISO – International Organization for Standardization – Международная организация по стандартизации.
- ITIL – Information Technology Infrastructure

	Library – стандарт, набор документации по эксплуатации информационных систем.
LAN –	Local Area Network – локальная сеть.
JIT – Just – IN – Time	"точно в срок".
LRP –	Logistics Requirements Planning – система контроля входных, внутренних и выходных материальных потоков на уровне фирмы, территориально–производственных объединений и макро–логистических структур.
MES –	Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система.
MRP –	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 – персональный компьютер.
RAD –	Rapid Application Development – 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 – контроль и диагностика технологических процессов.
SCM –	Supply Chain Management – управление цепочками поставок, управление логистической цепочкой.
SILK –	Speech – Image – Language – Knowledge – речь – изображение – знание – интерфейс, использующий речевые команды.

SQL –	Structured Query Language – структурированный язык запросов.
S&SM –	Sales and Service Management – система для использования решения проблем обслуживания изделий.
TCP/IP –	Transmission Control Protocol / Internet Protocol – протокол управления передачей / протокол Интернет.
UML –	Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования.
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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

- 1 Отраслевой стандарт Госкомвуза РФ. Информационные технологии в высшей школе. Термины и определения. 01.002-95.
- 2 Першиков В.И., Савинков В.М. Толковый словарь по информатике. М.: Финансы и статистика, 1995. 544 с.
- 3 Скурихин В.И. Информационные технологии в испытаниях сложных объектов: методы и средства / В.И. Скурихин, И.Г. Кувачев, Ю.Р. Валькман, Л.П. Яковенко; Под ред. Ешпко В.М. // АН УССР, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. Киев: Наука думка, 1990. 320 с.
- 4 Информационные технологии управления: Учеб. пособие / Под ред. Ю.М. Черкасова. М.: ИНФРА-М, 2001. 216 с.
- 5 Алексеев О.В. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов / О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др.; под ред. О.В. Алексеева. М.: Высшая школа, 2000. 479 с.
- 6 Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.
- 7 Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике: Учебное пособие / Под ред. д.э.н., проф. Н.П. Тихомирова. М.: Издательство «Экзамен», 2003. 496 с.
- 8 Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 348 с.
- 9 Петров В.Н. Информационные системы. СПб: Питер, 2003. 688 с.

- 10 Толковый словарь по вычислительным системам / Под ред. В. Илменгуорта и др.; Пер. с англ. А.К. Белоцкого и др.; под ред. Е.К. Масловского. М.: Машиностроение, 1989. 568 с.
- 11 PC WEEK № 12, 2002. С. 30.
- 12 7 нот менеджмента. 5-е изд., доп. М.: ЗАО «Журнал Эксперт», ООО "Издательство ЭКСМО", 2002. 656 с.
- 13 CALS (Поддержка жизненного цикла продукции): Руководство по применению / Сост. А.Н. Давыдов, В.В. Баранов, Е.В. Судов, С.С. Шульга. М.: Мин-во экономики РФ, НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика", ГУП "ВИМИ". 2000. 44 с.
- 14 FIPS 183 Integrated Definition for Process Modeling IDEF/0. (Федеральные рекомендации США).
- 15 FIPS 184 Integrated Definition for Process Modeling IDEF/X. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М.: Мир, 1971. 400 с.
- 16 Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.
- 17 Уткин В.Б., Балдин К.В. Информационные системы и технологии в экономике: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. 335 с.
- 18 Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.
- 19 Шаллоуей А., Тротт Дж.Р. Шаблоны проектирования. Новый подход к объектно-ориентированному анализу и проектированию: Пер. с англ. М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. 288 с.
- 20 [www.lib.mipt.ru/citforum](http://www.lib.mipt.ru/citforum).
- 21 Богданов В.В. Управление проектами и Microsoft Project 2002: Учебный курс (+CD). СПб.: Питер, 2003. 640 с.
- 22 [www.primavera.com](http://www.primavera.com).
- 23 Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD и PSpice для схемотехнического моделирования на ПЭВМ. В 4 Вып. М.: "Радио и связь", 1992.
- 24 <http://www.synopsys.com/>
- 25 Разевиг В.Д. Система проектирования OrCAD 9.2. М.: Изд-во "СОЛОН-Р", 2001. 519 с.
- 26 Klein R. Hardware/Software Co-Simulation. Mentor Graphics Corp. // <http://www.mentorg.com>.
- 27 Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: Учебник. М.: ИнФРА, 2001. 608 с. (Сер. "Высшее образование").
- 28 Ильин Н.И. Роль и перспектива создания ситуационных центров органов государственной власти // Материалы конференции "Роль информационных технологий в эффективном управлении предприятием ОПК", М.: РАН, ЗАО "Корпорация ПАРУС", 2001. С. 23 – 28.
- 29 CALS-технологии ключ к обеспечению успеха предприятий на внутреннем и внешнем рынках / Тезисы докладов научно-технической конференции. М.: АНО НИЦ CALS-технологий "Прикладная логистика", ГУП "ВИМИ", 2000. 65 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

---

---

### Приложение III

## СТАНДАРТЫ

ГОСТ 34.601–90 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадия создания".

ГОСТ 34.602–89 " Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы".

ГОСТ 34.603–92 " Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем".

ISO–9000 – совокупность стандартов управления качеством промышленной продукции.

ISO–10303 – серия стандартов STEP (Standard for Exchange of Product Data) – стандарт для обмена данными о промышленной продукции.

ГОСТ ИСО 10303-1–99 "Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы".

ГОСТ Р ИСО 10303-21–99 "Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена".

ИСО/МЭК 8824-1–95<sup>1)</sup> "Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Абстрактная синтаксическая нотация версии один (АСН.1). Часть 1. Требования к основной нотации".

ИСО 10303-31–94<sup>1)</sup> "Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 31. Методология и основы аттестационного тестирования. Общие положения".

Р 50.1.028–2001 – Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования.

CIF – Caltech Intermediate Format – промежуточный формат представления данных о конструкции интегральной схемы.

EDIF – Electronic Design Interchange Format – формат представления данных о соединениях компонентов в интегральных схемах.

HDL – Hardware Design Language – язык проектирования аппаратуры.

IDEF0 – Integrated DEFinition 0 – методика SADT, преобразованная в стандартную форму и изложенная в федеральных рекомендациях США FIPS 183.

IDEF1X – Integrated DEFinition 1X – методика информационного моделирования приложений (инфологического проектирования баз данных), представленная в федеральных рекомендациях.

MIL-D–87269 – стандарт, устанавливающий требования к базам данных для интерактивных электронных технических руководств и справочников, содержащий шаблоны документов на составные части технической документации, описание типовых элементов документов и методов представления структуры, состава промышленного изделия и его компонент на языке SGML.

MIL-M–87268 – стандарт, устанавливающий общие требования к содержанию, стилю, форматам и средствам диалогового общения пользователя с интерактивными электронными техническими руководствами.

MIL-PRF–28002 – рекомендации по растеризации данных.

MIL-PRF–28003 – рекомендация по использованию формата CGM.

MIL-STD–1840 – стандарт, посвященный представлению и обмену данными в CALS-технологиях, определяет международные, национальные, военные стандарты и спецификации для электронного обмена информацией между организациями или системами.

MIL-STD–1840C – стандарт определяет формат и структуру данных, используемых для преобразования и хранения технической информации в электронном виде.

MIL-STD–974 Contractor Integrated Technical Information Service (CITIS) – стандарт определяет требования к интегрированной системе информационно-технического обслуживания исполнителей заказов (состав информации, права доступа), функциями системы является совместное ведение контрактов.

MIL-STD–2549 Configuration Management Data Interface – стандарт описывает требования к базе данных, содержащей информацию о конфигурации изделия, дается возможность получить различные срезы конфигурации любого компонента (как спроектировано, как изготовлено и т.д.).

MIL-HDBK–61 Configuration Management Guidance – стандарт, где приводится руководство по управлению конфигурацией.

MIL-HDBK–502 Acquisition Logistics – стандарт, определяющий управление ресурсами (материальными и информационными) на всех этапах жизненного цикла продукта.

MIL-PRF–49506 Logistics Management Information – стандарт, содержащий требования к форматам представления данных о продукте, необходимых для использования системами управления ресурсами.

VHDL – Very high-speed integrated circuits HDL – язык проектирования высокоскоростных интегральных схем, по мере своего развития получил распространение как язык проектирования цифровой аппаратуры на всех уровнях, начиная с логического и кончая системным.

ПРИЛОЖЕНИЕ П2

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

#### 1 КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ СТРАНИЦ

- 1.1 Технологии активных страниц
- 1.2 Типовые архитектуры Web-приложений

#### 2 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

- 2.1 Обзор и анализ аналогов
- 2.2 Формирование требований

- 2.3 Выбор методов и технологий
- 2.4 Стратегия применения информационной технологии
- 3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ
- 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФРЕЙМВОРКА
  - 4.1 Архитектура системы
  - 4.2 Детальное проектирование
    - 4.2.1 Подсистема разметки Web-приложений
    - 4.2.2 Подсистема индексации данных между запросами
    - 4.2.3 Подсистема шаблонов
    - 4.2.4 Конфигурация и журналы
- 5 ИНТЕГРАЦИЯ И КВАЛИФИКАЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ
- 6 РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ
  - 6.1 Методика построения Web-приложений
  - 6.2 Типовые модели реализации
  - 6.3 Прикладное проектирование
    - 6.3.1 Формирование разметки
    - 6.3.2 Использование шаблонов
    - 6.3.3 Библиотека пользовательских дескрипторов
- 7 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ
- ГЛОССАРИЙ
- ЛИТЕРАТУРА

Приложение ПЗ

№ вариантов	Информационная технология, программный продукт	Обязательный компонент
1	САПР	МО, КА
2	CAD, P-CAD	АО, ЧП
3	CAM	АО, ЧП
4	CAE	МО, ЧП
5	PDM	КА, ТО
6	ECAD	МО, КА
7	EDA	МО, КА
8	MCAD	АО, КА
9	CASE, BPWin	ФМ
10	CASE, ERWin	ИМ
11	ИСАПР	КА
12	АСУП	КА, МО
13	АСУ ТП	КА, МО
14	MRP	КА, МО
15	MRP II	КА, МО

16	ERP	КА
17	VES	КА, ТО
18	SCADA	КА
19	SCADA, ТРЕЙС МОУД	ЧП
20	CNS	КА
21	CALS	КА
22	PLM	КА
23	CIF	КА
24	КСПИ	КА

*Продолжение табл. ПЗ*

№ вариантов	Информационная технология, программный продукт	Обязательный компонент
25	СИЛП	КА
26	СППР	МО, ЧП
27	ППП, статистическая обработка данных	ЧП
28	ППП, моделирование (регрессия)	ЧП
29	ППП, анализ (дисперсионный анализ)	ЧП
30	MatLab	ЧП
31	MES	КА
32	S&SM	КА

Аббревиатуры:

КА – критический анализ;

ЧП – численный пример;

ИП – инструкция пользователя;

МО – математическое обеспечение;

АО – алгоритмическое обеспечение;

ПО – программное обеспечение;

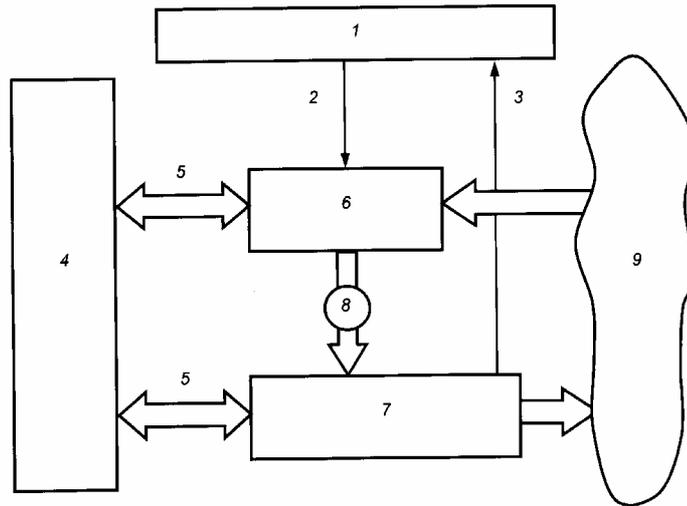
ТО – техническое обеспечение;

ФМ – функциональная модель;

ИМ – информационная модель.



## Использование каналов в рамках ресурса

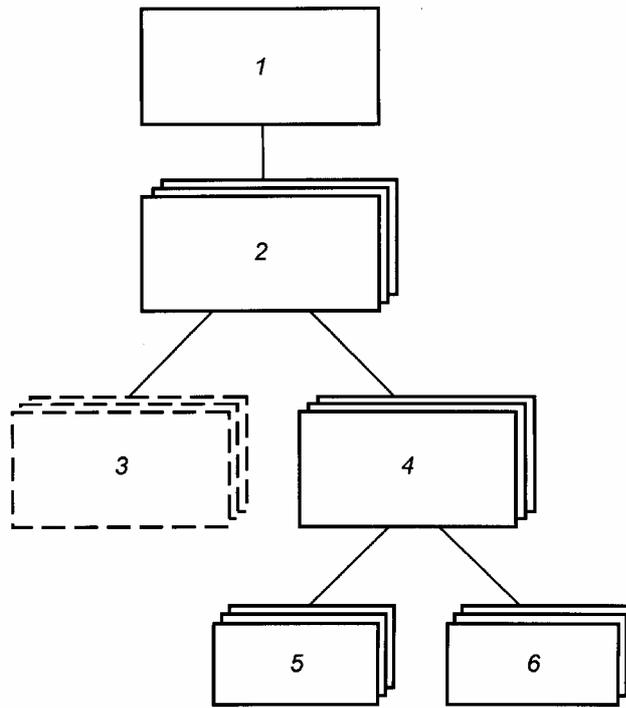


- 1 - Запрос / ответ
- 2 - Определение входящего канала
- 3 - Индексация исходящего канала
- 4 - Программный код ресурса
- 5 - Обмен атрибутами
- 6 - Входящий канал
- 7 - Исходящий канал
- 8 - Продление или разрыв цикла
- 9 - Контекст сессии

ТГТУ.00018-05 90.02				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разраб.		Средов		
Проверил		Муромцев		
Н. конт.		Шидакоев		
Утв.		Муромцев		
Информационная технология проектирования Web- приложений Модель			ТГТУарР42	

Приложение П4

# Компоненты Web-интерфейса



- 1 – Web-интерфейс
- 2 – Web-приложения
- 3 – Статические ресурсы
- 4 – Динамические (активные) ресурсы
- 5 – Представления
- 6 – Модели (бизнес-логика)

					ТГТУ.00018-05 90.03			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Информационная технология проектирования Web- приложений. Схема	Изм	Лист	Листов
Разраб.	Орлов					у		
Проверил	Муромцев							
Н. конт.	Шидякова					ТГТУарР42		
Утв.	Муромцев							









